



***"50 Anos de Geologia e  
Geofísica Marinha no Brasil"***

Etopo 1: doi:10.7289/V5C8276M

**II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA  
E GEOFÍSICA MARINHA**



**ANAIIS**



**03 a 08 de novembro de 2019**

**Centro de Eventos - Hotel Continental  
Porto Alegre - RS**

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-65-80022-03-8



9 786580 022038



**PROGRAMA DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA  
(PGGM)**

# **ANAIS**

**DO**

**II SIMPÓSIO BRASILEIRO  
DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA  
(II SBGGM)**

**1ª Edição**

**Rio de Janeiro  
P2GM Projetos e Produções  
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Agência Brasileira do ISBN - Bibliotecária Priscila Pena Machado CRB-7/6971

S612 Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (2. : 2019 : Porto Alegre, RS).  
Anais do II Simpósio Brasileiro de Geologia E Geofísica Marinha [recurso eletrônico] / Programa de Geologia e Geofísica Marinha. — Rio de Janeiro : P2GM, 2019.  
Dados eletrônicos (pdf).

“Evento realizado nos dias 03 a 08 de novembro de 2019 no Centro de Eventos do Hotel Continental em Porto Alegre, Rio Grande do Sul”.

“50 Anos de Geologia e Geofísica Marinha no Brasil”  
ISBN 978-65-80022-03-8

1. Geologia marinha. 2. Geociências. 3. Geofísica marinha. I. Programa de Geologia e Geofísica Marinha (P2GM). II. Título.

CDD 551.46



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### APRESENTAÇÃO DO II SBGGM

Sob o tema “50 Anos de Geologia e Geofísica Marinha no Brasil”, o Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM), realizou de 03 a 08 de novembro de 2019, o II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM) e a 50ª Reunião Anual do PGGM, na cidade de Porto Alegre - RS, no Centro de Eventos do Hotel Continental, tendo como instituições organizadoras a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

Pelo quarto ano consecutivo, ocorreram simultaneamente aos eventos do PGGM, o 4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha e o 4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES). Além destes, atendendo a crescente demanda do mercado na área de Levantamentos Hidrográficos (LH), foi realizado ainda o 2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera.

O II SBGGM teve um público total de aproximadamente 1000 congressistas, durante os 6 (seis) dias de realização do evento, possibilitando a estudantes, profissionais, professores e pesquisadores nacionais e internacionais, uma programação de alto nível a um baixo custo. Foram oferecidos 05 minicursos pré-Simpósio, 03 workshops e 04 sessões temáticas (Gerenciamento Costeiro e Marinho, Geologia e Geofísica da Margem Continental Brasileira e Recursos Minerais, Geologia e Geofísica da AREA, Recursos Minerais e Programa IODP e Hidrografia Portuária e Petrolífera), com 60 palestrantes de renome nacional e internacional, 04 mesas redondas e uma excursão técnica.

Foram apresentados 185 trabalhos acadêmicos e científicos em formato Pôster, por estudantes de graduação e pós-graduação, pesquisadores e profissionais das ciências do mar, sendo que no total foram submetidos 217 resumos para avaliação da Comissão Científica. Durante o evento, representantes das instituições efetivas e colaboradoras, que integram o PGGM, receberam placas e diplomas comemorativos em alusão ao Jubileu de Ouro (50 Anos) do PGGM (1969-2019). Nesta ocasião foram ainda lançados 02 livros didáticos registrando a História dos 50 Anos do PGGM (Livro de Atas) e uma síntese do conhecimento atual da Plataforma Continental Brasileira (Série I). Os livros estão disponíveis para download gratuito no Website do PGGM ([www.pggmbrasil/publicações](http://www.pggmbrasil/publicações)).

Diversas empresas e instituições públicas e privadas patrocinaram o II SBGGM (CAPES, CNPq, FAPERGS, GARDLINE, AML, QPS, A2 Marine Solution, SIGHT, FEMAR, IMS, MERIDATA e CPRM). Destaca-se, em particular, o Patrocínio Diamante da PETROBRAS, fundamental para o sucesso do evento, e o apoio das Associações parceiras do PGGM: Sociedade Brasileira de Geofísica (SBGf), Associação Brasileira de Oceanografia (AOCEANO), Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA) e da Sociedade Brasileira de Hidrografia (SBHidro).

Como produto final do II SBGGM, foram publicados os Anais do II SBGGM, contendo os resumos e a imagem dos pôsteres apresentados, que estão também disponíveis em ([www.pggmbrasil.org/publicações](http://www.pggmbrasil.org/publicações)).

**Comissão Organizadora do II SBGGM**



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### SOBRE O PGGM

A história da Geologia e Geofísica Marinha no Brasil teve seu início e evolução, no fim da década de 1960, impulsionada pela organização de grandes cruzeiros oceanográficos, nacionais e internacionais, pela criação de laboratórios de pesquisa em geologia e geofísica marinha nas universidades brasileiras e pelas demandas de projetos nacionais na área das ciências marinhas.

A primeira expedição oceanográfica, que deu início ao levantamento sistemático da plataforma continental brasileira, foi a Operação GEOMAR I, realizada em 1969. Esta expedição, organizada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, a bordo do Navio Oceanográfico Almirante Saldanha (H10), tinha como objetivo principal estudar o fundo submarino na região da Foz do Rio Amazonas. Participaram representantes da PETROBRAS, do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e professores/pesquisadores de várias universidades brasileiras.

Após a GEOMAR I, foram criados 02 (dois) importantes centros de pesquisa em geologia e geofísica marinha que perduram até os dias atuais, sendo eles: o Laboratório de Geologia Marinha (LAGEMAR) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) - posteriormente transferido para a Universidade Federal Fluminense (UFF) – e o Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Devido ao sucesso alcançado pela GEOMAR I, em 1969, foi planejado o “1º Encontro de Diretores de Instituições de Pesquisa no Mar”; com o intuito de discutir diretrizes para a pesquisa oceanográfica no Brasil. Este evento foi organizado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN/Marinha do Brasil), pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e contou ainda com a presença de diversas instituições acadêmicas e de pesquisas brasileiras. Durante o evento foram formados grupos de trabalho nas grandes áreas da Oceanografia e, entre eles, um grupo de professores/pesquisadores na área de geologia e geofísica marinha. Este grupo de trabalho, tomando como exemplo o sucesso da Operação GEOMAR I, delineou os primeiros passos para a implantação do que foi denominado na época de: “Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM). Assim, surgiu a primeira “rede de pesquisa oceanográfica brasileira” no âmbito do PGGM. A partir de então, foi estabelecida uma cooperação entre a DHN e o PGGM, que propôs a criação do primeiro “Programa Plurianual de Pesquisas do Mar”; onde foi possível se estabelecer, em grandes linhas, um programa nacional trienal (1970 - 1972). Este Programa permitiu ao Brasil se integrar a uma série de projetos internacionais, resguardando os interesses nacionais no Oceano Atlântico Sul.

Os esforços iniciais dessa rede de pesquisadores do PGGM objetivaram principalmente: o avanço da Geologia e Geofísica Marinha no Brasil e no exterior, a proposição de soluções para a carência de recursos naturais e a investigação científica do litoral e da plataforma continental brasileira. Em pauta estavam discussões sobre a filosofia do PGGM, a necessidade de meios de execução (navios), a formação de recursos humanos e a aquisição/desenvolvimento da instrumentação básica necessária às pesquisas marinhas. Para tanto, o PGGM tinha como objetivo geral: *“Fazer o reconhecimento da costa e da margem continental brasileira e promover o*



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



*desenvolvimento da infra-estrutura de equipamentos e pessoal necessários para o desenvolvimento da Geologia e a Geofísica Marinha no Brasil".*

Neste contexto, até o ano de 1986, foram realizadas, com grande êxito, um total de 24 Operações GEOMAR e 11 Operações GEOCOSTAS, coordenadas pelo PGGM, nas quais foram empregados os navios oceanográficos N.Oc. "Almirante Saldanha" e N.Oc. "Almirante Câmara" da DHN/Marinha do Brasil.

As iniciativas e o esforço do PGGM, durante essas Operações, foram o embrião para a concretização do Projeto de "Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira" (Projeto REMAC); sem dúvida um dos maiores levantamentos sistemáticos da margem continental brasileira, realizado nas décadas de 1970 a 80. Neste projeto foram incorporados novos parceiros ao PGGM, como a PETROBRAS, o extinto Departamento de Produção Mineral (DNPM) - atualmente Agência Nacional de Mineração (ANM) – a Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais (CPRM) – atualmente Serviço Geológico do Brasil – a Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM); além da DHN e do CNPq, que já integravam o PGGM. Também colaboraram com o PGGM, várias instituições internacionais como a Woods Hole Oceanographic Institution (MIT), o Lamont-Doherty Earth Observatory (Columbia University) e o Centre National pour l'Exploitation des Océans (IFREMER).

Desde o Projeto REMAC, as instituições que integram o PGGM participaram da elaboração, planejamento e execução de todos os grandes projetos oceanográficos nacionais e internacionais no Atlântico Sul.

Atualmente o PGGM integra uma rede que engloba 27 instituições, desde o Rio Grande do Sul até o Amapá (Tabelas I e II), dividido entre instituições efetivas (universidades, institutos e centros de pesquisa) e instituições colaboradoras (órgãos e empresas públicas). Desta integração resultam publicações científicas nacionais e internacionais, livros, manuais metodológicos e guias de diretrizes, além do intercâmbio interinstitucional.

Tabela I. Instituições efetivas que integram o PGGM. Fonte: <http://pggmbrasil.org/instituicoes>

<b>Instituições efetivas</b>	<b>Sigla</b>
Universidade Federal do Rio Grande	FURG
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS
Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC
Universidade do Vale do Itajaí	UNIVALI
Universidade Federal do Paraná	UFPR
Universidade de São Paulo	USP
Universidade do Estado do Rio de Janeiro	UERJ
Universidade Federal Fluminense	UFF
Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ
Universidade Federal do Espírito Santo	UFES
Universidade Federal da Bahia	UFBA
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN
Universidade Estadual do Ceará	UECE
Universidade Federal do Ceará	UFC
Universidade Federal do Maranhão	UFMA
Universidade Federal do Pará	UFPA
Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira	IEAPM
Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Amapá	IEPA



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



Tabela II. Instituições colaboradoras que integram o PGGM. (Modificado de: <http://pggmbrasil.org/instituicoes>)

Instituições colaboradoras	Sigla
Comissão Interministerial para os Recursos do Mar	CIRM
Diretoria de Hidrografia e Navegação	DHN
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	CNPq
Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações	MCTIC
Ministério do Meio Ambiente	MMA
Companhia de Pesquisas e Recursos Minerais (Serviço Geológico do Brasil)	CPRM
Departamento Nacional de Produção Mineral (Agência Nacional de Mineração)	DNPM / ANM
Petróleo Brasileiro S.A.	PETROBRAS

Portanto, ao longo dos últimos 50 anos, o PGGM vem contribuindo ativamente para a elaboração e execução de políticas públicas visando ampliar o conhecimento da margem continental brasileira e do Atlântico Sul, em seus vários aspectos: científicos, acadêmicos, estratégicos, de soberania nacional, de gestão ambiental, de divulgação e de formação de recursos humanos.

Dentre os principais projetos de âmbito nacional e internacional realizados com a participação PGGM - alguns ainda em execução - se destacam:

- o Projeto de Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira (**REMAC**; 1970 -1985);
- o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (**PNGC**, 1988 - 2013);
- o Levantamento da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (Projeto **LEPLAC/Amazônia Azul**, 1990 - 2010);
- a Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (Projeto **RevizEE**, 1994 - 1998);
- a Avaliação do Potencial Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (Projeto **REMLAC**, 1997 - atual),
- o de Prospecção e Exploração de Recursos Minerais da Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial (Projeto **PROAREA**, 2012 - atual),
- o Programa "International Ocean Discovery Program" (Programa **IODP/ CAPES-Brasil**, 2015 - atual) e
- o Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa (**PROCOSTA/MMA**, 2018 - atual).

O II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM) é, portanto, fruto da filosofia do trabalho pioneiro do PGGM, em “rede de pesquisa” no Brasil, ao longo desses 50 anos de história da geologia e geofísica marinha.

### Prof. Dr. Marcelo Sperle Dias

Coordenador do PGGM (Gestão 2018-2019)

Faculdade de Oceanografia

Universidade do Estado do Rio de Janeiro



## **II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)**

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **SAUDAÇÃO**

Porto Alegre recebeu de braços abertos especialistas de todo o Brasil e de países vizinhos que, reunidos no decorrer de uma semana, se propuseram, através da troca de conhecimentos e debates em torno da Geologia e a Geofísica Marinha, a aprimorar as técnicas em busca de soluções que contribuam com o processo de desenvolvimento da área, objetivando atingir as metas que melhor atendam aos interesses do Brasil.

No âmbito do II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM), ocorreram 60 palestras, 04 sessões temáticas, 04 mesas redondas, 04 sessões pôsteres, uma excursão técnica geológica, 05 minicursos, 03 workshops, uma feira de expositores e as comemorações dos 50 anos do PGGM e dos 50 anos do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO/IGEO/UFRGS).

O trabalho foi bastante árduo, pois tínhamos consciência da magnitude dos temas a serem abordados. Mas, acima de tudo, temos a convicção plena de que veremos recompensados os esforços empreendidos, principalmente porque contamos com o apoio e a colaboração de todos os pontos do Brasil e países vizinhos que vieram às terras gaúchas prestigiar o nosso trabalho.

**Iran Carlos Stalliviere Corrêa**  
**Coordenador Geral do II SBGGM**





## **II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)**

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **COMISSÃO ORGANIZADORA**

#### **Prof. Dr. Marcelo Sperle Dias (UERJ)**

Coordenador do PGGM GESTÃO 2018-2019

[pggm@pggmbrasil.org](mailto:pggm@pggmbrasil.org)

#### **Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos (UFES)**

Vice coordenador do PGGM GESTÃO 2018-2019

[pggm@pggmbrasil.org](mailto:pggm@pggmbrasil.org)

#### **Prof. Dr. Iran Carlos Stalliviere Corrêa (UFRGS)**

Coordenador Geral do Evento

[iran.correa@ufrgs.br](mailto:iran.correa@ufrgs.br)

#### **Prof. Dr. Lauro Júlio Calliari (FURG)**

[lcalliari@log.furg.br](mailto:lcalliari@log.furg.br)

#### **Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn Filho (UFSC)**

[norberto.horn@ufsc.br](mailto:norberto.horn@ufsc.br)

#### **Oc. M.Sc. Caroline Fontelles Ternes**

Produção Executiva do II SBGGM

[secretaria@pggmbrasil.org](mailto:secretaria@pggmbrasil.org)



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### COMISSÃO CIENTÍFICA

**Prof. Dr. Marcelo Sperle Dias (UERJ)**

[pggm@pggmbrasil.org](mailto:pggm@pggmbrasil.org)

**Prof. Dr. Alex Cardoso Bastos (UFES)**

[alex.bastos@ufes.br](mailto:alex.bastos@ufes.br)

**Prof. Dr. Iran Carlos Stalliviere Corrêa (UFRGS)**

[iran.correa@ufrgs.br](mailto:iran.correa@ufrgs.br)

**Prof. Dr. Jair Weschenfelder (UFRGS)**

[jair.weschenfelder@ufrgs.br](mailto:jair.weschenfelder@ufrgs.br)

**Prof. Dr. Lauro Júlio Calliari (FURG)**

[lcalliari@log.furg.br](mailto:lcalliari@log.furg.br)

**Prof. Dr. Norberto Olmiro Horn Filho (UFSC)**

[norberto.horn@ufsc.br](mailto:norberto.horn@ufsc.br)

**Prof. Dr. Nelson Luiz Sambaqui Gruber (UFRGS)**

[nelson.gruber@ufrgs.br](mailto:nelson.gruber@ufrgs.br)

**Prof. Dr. Sérgio Rebello Dillenburg (UFRGS)**

[sergio.dillenburg@ufrgs.br](mailto:sergio.dillenburg@ufrgs.br)



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### REALIZAÇÃO



### ORGANIZAÇÃO



### APOIO INSTITUCIONAL





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PATROCÍNIOS

#### PATROCINADOR DIAMANTE



#### PATROCINADOR OURO



#### PATROCINADOR MANGANÊS





## **II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)**

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **PRESIDENTE DE HONRA DO II SBGGM**

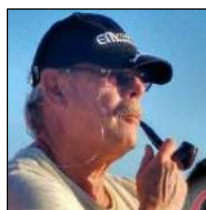
***Prof. Dr. Paulo da Nóbrega Coutinho***



Foi um dos fundadores do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM). Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal de Pernambuco (1961), Mestrado em Geologia Sedimentar pela Université de Bordeaux I (1963) e Pós-doutorado pela Université de Nantes (1980). Atuou nos seguintes temas: Plataforma, Geologia Marinha, Sedimentologia. Foi professor de graduação da UFPE entre 1962 e 1990 e de pós-graduação entre 1974 e 1990, ministrando as disciplinas de Sedimentologia e Geologia Marinha. Elaborou vários trabalhos técnicos na região litorânea de Pernambuco. Como diz o nosso querido Paulo: “O PGGM é a mais antiga iniciativa técnico-científica na Geologia Marinha do Brasil, que existe, sem ter sofrido nenhuma interrupção, vencendo todas as adversidades ao longo dos últimos 50 anos”.

### **PATRONO DO II SBGGM**

***Prof. Msc. Gilberto Henrique Griep (IN MEMORIAM)***



Graduado em Oceanologia (1977) e Especialista em Administração Universitária (1995), ambas pela Fundação Universidade do Rio Grande (FURG). Possuía vasta experiência na área de Geociências, com ênfase em Sensoriamento Remoto e atuando nos seguintes temas: batimetria, sedimentologia, sondagem, mapa de sensibilidade e petróleo. Gilberto Griep compôs a segunda turma de Oceanologia da FURG (1972-1976) e participou da fundação da Associação Brasileira de Ocenografia (AOCEANO). Fez parte do Comitê Gestor da frota de embarcações da FURG e coordenou vários cruzeiros no navio Atlântico Sul. Por anos, Griep esteve à frente da Coordenação do Curso de Oceanologia da FURG, onde ainda era servidor, em processo de aposentadoria.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **HOMENAGEADOS DO II SBGGM**



**Luiz Roberto Silva Martins (CECO/UFRGS) IN MEMORIAM** - concluiu o Doutorado no Curso de Pós-Graduação em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 1976. Foi Perito da Organização das Nações Unidas, Consultor da United Nations Educational Scientific And Cultural Organization, Membro Assessor do International Council For Science, Consultor da Organização dos Estados Americanos, Assessor do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Consultor da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Membro e Coordenador Científico do Ministério da Ciência e Tecnologia, Consultor do Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Membro do Guiding Group do Programme on Ocean Science in relation to Non Living Resources - OSNLR (IOC/UNESCO) e Coodenador do South West Atlantic Coastal and Marine Geology Group (Brasil, Uruguai, Argentina). Co-editor da revista eletrônica Gravel. Consultor da Intergovernmental Oceanographic Commission - IOC. Recebeu 5 Prêmios entre eles o de Professor Emérito da UFRGS e Membro Emérito da Society for Sedimentary.



**Jader Onofre de Moraes (UECE)** - Geólogo pela Universidade Federal de Pernambuco, Mestre em Marine Earth Sciences pela Universidade de Londres; Doutor em Marine Geology na Faculty of Sciences University of London e Pós-Doutor em Geologia Ambiental no Royal Holloway and Bedford New College na University of London (1989-1992). Foi Professor Auxiliar, Adjunto e Titular do Departamento de Geologia da UFC, Pesquisador do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR). Recebeu o título de Professor Honoris Causa pela UFC. Atualmente é Professor Titular da Universidade Estadual do Ceará (UECE). Foi nomeado Diretor Científico (1998 a 2000) e Diretor Presidente da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) no período de 2000 a 2004. Foi Reitor da UECE no Período de 2004 a 2008. Foi 3 vezes Coordenador do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM). **Contato:** [jaderonofre@gmail.com](mailto:jaderonofre@gmail.com)



**Lauro Julio Calliari (FURG)** - Graduação em Oceanologia pela Fundação Universidade Federal do Rio Grande (1975), Mestrado em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1980) e Doutorado em Oceanografia Geológica - Virginia Institute Of Marine Science (1990). Atualmente é Professor Titular da Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Tem larga experiência na área de Oceanografia, com ênfase em Oceanografia Geológica, atuando principalmente nos seguintes temas: morfodinâmica costeira com enfoque em praias arenosas, sedimentologia, gerenciamento costeiro e recursos minerais do mar associados à zona costeira. **Contato:** [lcalliari@log.furg.br](mailto:lcalliari@log.furg.br)



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



**Contra-Almirante (RM1) Marcos L. de Almeida (CEMBRA)** - Possui graduação em Ciências Navais pela Escola Naval (1984), aperfeiçoamento em Hidrografia (DHN), especialização em Relações Internacionais (UnB), cursos de Estado-Maior para Oficiais Superiores e de Política e Estratégia Marítimas na Escola de Guerra Naval. É Contra-Almirante (RM1) da Marinha do Brasil e já foi Diretor do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM). Representou a Marinha do Brasil em vários Comitês da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) e no Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Representou o Ministério da Defesa no Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN). Foi o Coordenador das Resoluções sobre Oceanos e Direito do Mar da 59ª e 60ª Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU). Atuou como Assessor na Missão Permanente do Brasil junto às Nações Unidas, em Nova York, de Setembro de 2003 a Dezembro de 2005. Tem vasta experiência na área de Ciência Política, com ênfase em Relações Internacionais Bilaterais e Multilaterais, atuando principalmente nos seguintes temas: Poder Marítimo e Direito do Mar. Atualmente é consultor independente, Vice Presidente da Associação Internacional de Auxílios à navegação (IALA), e colaborador do CEMBRA e da FEMAR.

**Contato:** [marcosalmeida.brazil@gmail.com](mailto:marcosalmeida.brazil@gmail.com)



**Renato Oscar Kowsmann** - Possui graduação em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1969), especialização em Sedimentologia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1970) e mestrado em Oceanografia Geológica pela Oregon State University - School of Oceanography (1973). Tem vasta experiência na área de Oceanografia, com ênfase em Oceanografia Geológica e Geologia Marinha.

Trabalhou como Geólogo da CPRM no Projeto de Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira (Projeto REMAC) de 1970 a 1980. Atuou como Geólogo Sênior e Consultor Sênior em Geologia Marinha, na PETROBRAS, onde trabalhou de 1980 a 2017. Publicou dezenas de artigos científicos, livros e capítulos de livros de relevância nacional e internacional. Orientou diversos alunos de graduação e pós-graduação. Foi agraciado com o Prêmio Martelo de Prata da Sociedade Brasileira de Geologia (1980) e recebeu 3 Prêmios em Excelência da PETROBRAS ao longo de sua carreira. **Contato:** [rkowsmann@gmail.com](mailto:rkowsmann@gmail.com)



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DO II SBGGM.....	iii
SOBRE O PGGM.....	iv
SAUDAÇÃO.....	vii
COMISSÃO ORGANIZADORA.....	viii
COMISSÃO CIENTÍFICA.....	ix
REALIZAÇÃO.....	x
ORGANIZAÇÃO.....	x
APOIO INSTITUCIONAL.....	x
PATROCÍNIOS.....	xi
Homenageados do II SBGGM.....	xii
I - RESUMOS E PÔSTERES APRESENTADOS POR SESSÃO TEMÁTICA .....	16
I.1. – Gerenciamento Costeiro e Marinho.....	17
I.2. – Geologia e Geofísica da Margem Continental Brasileira e Recursos Minerais.....	167
I.3. - Geologia e Geofísica da AREA, Recursos Minerais e Programa IODP.....	254
I.4. - Hidrografia Portuária e Petrolífera.....	347
II - RESUMOS DAS PALESTRAS APRESENTADAS E DISPONIBILIZADAS PELOS AUTORES.....	381





## **II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)**

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



# **RESUMOS**

## **SESSÃO TEMÁTICA**

# **GERENCIAMENTO**

# **COSTEIRO**

# **E**

# **MARINHO**



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RESUMOS E PÔSTERES SESSÃO TEMÁTICA GERENCIAMENTO COSTEIRO E MARINHO

CÓDIGO	TÍTULO	AUTORES	PG.
01_GCM	PERFIS DE PRAIA: DEVE O MÉTODO DAS BALIZAS DE EMERY SER ABANDONADO?	MUEHE, D.; CASTRO, L.B.; ALBINO, J.	20
02_GCM	AVALIAÇÃO DO PERIGO DE <i>OVERWASH</i> NA PRAIA DA MACUMBA (RIO DE JANEIRO, BRASIL)	VAZQUEZ, L.V.; DEL RIO, L.; PLOMARITIS, T.A.; SPERLE, M.	22
03_GCM	CONSIDERAÇÕES SOBRE A HIDRODINÂMICA E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM MATINHOS (PR)	LUERSEN, D.; LOPES, A. B.; FRANZ, G. A. S.; NOERNBERG, M.A.	24
04_GCM	AEROFOTOGRAMETRIA E SENSORIAMENTO REMOTO ASSOCIADOS A SEÇÕES GPR NA ANÁLISE DE MORFOLOGIAS EÓLICAS EM UM AMBIENTE COSTEIRO ANTRÓPIZADO, CAUCAIA-CE	EDUARDO, L.M.; CARVALHO, A.M.; LIMA JÚNIOR, S.B.; GASTÃO, F.G.C.; CASTELO BRANCO, J.L.	26
07_GCM	PREDIÇÃO DO TRANSPORTE LONGITUDINAL DE SEDIMENTOS NÃO-COESIVOS: ESTUDO DE CASO NA PRAIA DO CASSINO, RS	QUADRADO, G.P.; GOULART, E.S.	28
09_GCM	ANÁLISE DA INTERFERÊNCIA ANTRÓPICA NOS PROCESSOS EROSIVOS DA PRAIA DO IGUAPE, AQUIRAZ, CEARÁ	SOUSA, M.F.; GASTÃO, F.G.	30
13_GCM	ALTERAÇÕES DA POSIÇÃO DE LINHA DE COSTA DEVIDO A CAMPO DE QUEBRAMARES NA PRAIA DO JANGA (PE), BRASIL	CERQUEIRA, A. C.; MILANI, I. C. B.; GUIMARÃES, T. M. H.	32
14_GCM	EFEITO DE ESPIGÃO NA POSIÇÃO DE LINHA DE COSTA DA PRAIA DA PONTA D'AREIA, NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS (MA), BRASIL	CERQUEIRA, A. C.; MILANI, I. C. B.; GUIMARÃES, T. M. H.; FIGUEIREDO, B.M.; FERREIRA, E. S.	34
16_GCM	ECOFÁCIES E PROCESSOS DE SEDIMENTAÇÃO HOLOCÊNICO EM ESTUÁRIO: ESTUDO DE CASO NA BAÍA DE TODOS OS SANTOS, BA-BRASIL	MEIRELES, R.P.; DIAS, L.P.; PAZ, U.A.de O.	36
17_GCM	ANÁLISE DE PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR E EVOLUÇÃO HOLOCÊNICA DO DELTA DO PARNAÍBA ATRAVÉS DE TESTEMUNHO POR VIBRAÇÃO	SMITH, F.S.G.; VITAL, H.; SILVA, A.G.A.; PEREZ, Y.A.R.; STATTEGGER, K.	37
18_GCM	GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO ESTUDO DO COMPORTAMENTO MORFODINÂMICO DO DELTA DO PARNAÍBA NOS ÚLTIMOS 30 ANOS	FERREIRA, T.A,B; AQUINO DA SILVA, A,G; PEREZ,Y,A,R; VITAL,H.	39
20_GCM	OCUPAÇÃO URBANA E PLANO DE MANEJO DA APA DA BALEIA FRANCA NO ENTORNO DO SAMBAQUI GAROPABA DO SUL – JAGUARUNA (SC, BRASIL)	BARTH, H. G.; GRUBER, N. L. S.	41
23_GCM	DINÂMICA EVOLUTIVA DOS CINTURÕES LAMOSOS DA COSTA SUL E SUDESTE DO BRASIL	NASCIMENTO, J.L.; LOBO F.J.; DE MAHIQUES, M.M.	43
24_GCM	AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO MOLHE DO RIO MAMPITUBA SOBRE A PRAIA GRANDE E SUAS ADJACÊNCIAS (TORRES-RS)	FERREIRA, E. S.; FIGUEIREDO, B.M.; MILANI, I.C.B., CERQUEIRA, A. C.	45
27_GCM	VARIAÇÃO TÉRMICA DAS CAMADAS DE CARVÃO DA PORÇÃO SUL DA BACIA DO PARANÁ CONDICIONADA POR ESTRUTURAS REGIONAIS E MAGMATISMO	BICCA, M.M.; KALKREUTH, W.D.; SILVA, T.F.	47
29_GCM	AJUSTE DAS EQUAÇÕES EMPÍRICAS DO CERC E KAMPHIUS-91 PARA O TRANSPORTE LONGITUDINAL NAS PRAIAS OCEÂNICAS DO ENTORNO DA DESEMBOCADURA DA LAGOA DOS PATOS	FONTOURA, B.S.; FREITAS, L.P.S.; FONTOURA, J.A.S.	49
37_GCM	INDÍCIOS DE ATIVIDADE NEOTECTÔNICA E SUA INFLUÊNCIA NA CONSTRUÇÃO GEOMORFOLÓGICA COSTEIRA DA REGIÃO DO EXTREMO SUL DA BAHIA - BRASIL	ALVES, T.N.; MESQUITA, A.F.	51
40_GCM	ARQUITETURA SÍSMICA DO SISTEMA DE CANAIS DE MARÉ GALINHOS-GUAMARÉ (NE DO BRASIL) COMO EVIDÊNCIA ÀS VARIAÇÕES DO NÍVEL DO MAR HOLOCÊNICO	FERREIRA, A.L.; VITAL, H.; GOMES, M.P.; AQUINO DA SILVA, A, G.	53
41_GCM	DETERMINAÇÃO DE CAMPOS DE ONDAS A PARTIR DE LEVANTAMENTOS COM VANT: ESTUDO DE CASO NA LAGOA DOS PATOS, RS	QUADRADO, G.P.; ARIGONY NETO, J.	55
42_GCM	EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO SPIT ARENOSO NA PRAIA DE GARGAÚ, SÃO FRANCISCO DO ITABAPOANA (RJ) A PARTIR DA ANÁLISE DE IMAGENS ORBITAIS E LEVANTAMENTOS COM DGPS	JORGE, M.Q.; VASCONCELOS, S.C.; FERNANDES, L.F.R.	57
43_GCM	IDENTIFICAÇÃO DE ECOFÁCIES DE PALEOLINHAS DE PRAIAS NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL	NUNES, J.C.R.; CORRÊA, I.C.S.; TOLDO, E.E.J.; LIMA, M.S.S	59
45_GCM	INÍCIO DE MOVIMENTO DE CONCHAS DE MOLUSCOS SOB AÇÃO DE FLUXO OSCILATÓRIO	FICK, C.; PUHL, E.; TOLDO, E.E.	61
46_GCM	PERFIL DE EQUILÍBRIO PARA PRAIAS DE CONCHAS: MODELAGEM FÍSICA EM CANAL DE ONDAS	MACHADO, L.; FICK, C.; PUHL, E.; TOLDO, E.E.	62
52_GCM	CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA EVOLUÇÃO RECENTE DA BAÍA DE SEPETIBA (RIO DE JANEIRO, BRASIL)	SILVA, L. C.; MARTINS, M.V.A.; PEREIRA, E.; COSTA, C.F.; OLIVEIRA, T. R. A.; RODRIGUES, M. A. C.	64
53_GCM	VARIABILIDADE ESPACIAL DA DESCARGA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO EXTREMO SUL DO BRASIL	SOUZA, M. F.; ANDRADE, C.F.F.; NIENCHESKI, L. F. H.; PAIVA, M. L.; SUKEKAVA, C. F.1; SOUZA, G. K.; LIMA, K. C.	66
56_GCM	ESTUDO SOBRE A OCUPAÇÃO DA REGIÃO DO PÓS-PRAIA NA PRAIA DE ITACIMIRIM – CAMAÇARI – BA	SILVA JR., E. B., MENDONÇA, L.F.F., MEIRELES, R.P.	68
57_GCM	EVOLUÇÃO DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA NA BAÍA DE SEPETIBA (RIO DE JANEIRO, BRASIL)	COSTA, C.F., MARTINS, M.V.A., OLIVEIRA, T.R.A., SILVA, L.C., FIGUEIRA, R., PEREIRA, E., RODRIGUES, M.A.C.	70
58_GCM	ESTRUTURAS SEDIMENTARES DAS PRAIAS ARENO-GRANULOSAS DA ILHA DE SANTA CATARINA, SC, BRASIL: EXPRESSÃO DOS PROCESSOS NATURAIS E ANTRÓPICOS DURANTE O HOLOCENO	SILVA, F.E.; HORN FILHO, N.O.; CANHISARES, J.P.; FREITAS, A.F.D.; SUTILI, A.P.C.; WOLFF, P.S.; SILVA, T.M.	72



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RESUMOS E PÔSTERES SESSÃO TEMÁTICA GERENCIAMENTO COSTEIRO E MARINHO

CÓDIGO	TÍTULO	AUTORES	PG.
59_GCM	EFFECTS OF COASTAL LAGOON WATER LEVEL OSCILATION ON GROUNDWATER FLUXES OF NUTRIENTS TO THE COASTAL ZONE OF SOUTHERN BRAZIL BY THE DARCY'S LAW	SOUZA, G. K.; VON-AHN, C. M. E.; SOUZA, M. F.; ANDRADE, C. F. F.; NIENCHESKI, L. F. H.	74
64_GCM	USO DE UM DRONE PARA MONITORAMENTO DE SEGMENTOS DA COSTA CENTRAL E SUL DO RIO GRANDE DO SUL	OLIVEIRA, U.R.; SIMÕES, R.S.	76
65_GCM	ASPECTOS HIDRODINÂMICOS DO CANAL DE MARÉ DE ICAPUÍ-CE	MEDEIROS, M. E. M.; LOPES, R.L.; SILVEIRA, A.D.S.; MAIA, G.A.M.; SAMPAIO, L.C.C.; SOUZA, I.C.O.; FREIRE, G.S.S.	78
67_GCM	DISTRIBUIÇÃO DE MINERAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA PLANÍCIE DE MARÉ DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ-CE	SILVEIRA, A.D.S.; MAIA, G.A.M.; MEDEIROS, M. E. M.; LIMA, M.A.C.; LOPES, L.R.; COSTA, D.S.; FREIRE, G.S.S.	80
68_GCM	BATIMETRIA COMPARATIVA ENTRE MODELO DE TRANSFERÊNCIA RADIATIVA EM IMAGEM OLI-LANDSAT 8 E INTERPOLAÇÃO DE DADOS MONOFEIXE POR MÉTODO EBK NA PRAIA DO CASSINO (RS)	LEAL ALVES, D. C.; ESPINOZA, J. M. A.; ALBUQUERQUE, M. G.; WESCHENFELDER, J.; CALLIARI, L. J.	82
73_GCM	SÍTIOS DE AGRADAÇÃO COSTEIRA E CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE DUNAS MODERNAS NA PRAIA DO HERMENEGILDO, SANTA VITÓRIA DO PALMAR- RS	ZACHARIAS, I.; CIROLINI, A.; BRUCH, A.F.; MESQUITA, A.; DA SILVA, A. A.; FRIZZO, L. E. P.	84
76_GCM	ANÁLISE TEMPORAL DA EVOLUÇÃO MORFOLÓGICA DOS CORDÕES LITORÂNEOS DO DELTA DO RIO DOCE POR SENSORIAMENTO REMOTO NO MUNICÍPIO DE LINHARES-ES	MARINS, G.G.; TOLEDO, J.C.; LIMA, P.V.M.; BELING, L.M.; AZEREDO, G.A.; SILVA, K.C.F.	86
78_GCM	CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS MINERAIS DE TITÂNIO QUATERNÁRIOS DA PLANÍCIE COSTEIRA, REGIÃO DE SÃO JOSÉ DO NORTE - RS	WUST, C.F.; CHEMALE, F.; CHEMALE, L. T.; RIZZI, M.A.M.	88
87_GCM	BACIA HIDROGRÁFICA ARROIO PELOTAS: UMA ANÁLISE SEDIMENTAR E QUALITATIVA – MONTE BONITO, RS	COSTA, T.B. da; PINTO, M.C.M. de O.; GOETZKE, M.S.; FONSECA, E.H. da; FREITAS, F.L. de; BRETANHA, S.S.F.	90
88_GCM	EVOLUÇÃO SEDIMENTAR DO CANAL DE MARÉ DO PORTO DA BARRA GRANDE, ICAPUÍ – CE	MAIA, G.A.M.; SOUZA, I.C.O.; ALMEIDA, N.M.; FREIRE, G.S.S.; ABREU NETO, J.C.	92
91_GCM	PERMEABILIDADE AO ÓLEO DAS PRAIAS ARENOSAS DO SISTEMA PATOS-GUAÍBA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	OLIVEIRA, E.B.; NICOLodi, J.L.	94
96_GCM	SETORIZAÇÃO DA COSTA DO EXTREMO SUL DA BAHIA COM BASE NOS PROCESSOS MORFODINÂMICOS ASSOCIADOS ÀS ESTRUTURAS RÍGIDAS COSTEIRAS	COSTA, G.A.S.; MEIRELES, R.P.	96
103_GCM	TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO EM UMA PRAIA DE MACRO MARÉ DURANTE UM EVENTO METEOROLÓGICO	GUERREIRO, J.S.; EL-ROBRINI, M.	98
107_GCM	PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS LANDSAT 7 ETM+ e 8 OLI APLICADO A INVESTIGAÇÃO DE DUNAS SUBMERSAS DA PLATAFORMA CONTINENTAL DO NORDESTE BRASILEIRO	SILVA, D.B.; SILVA, L.L.N.; GOMES, M.P.	100
112_GCM	SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO NA COSTA AMAZÔNICA: UM ESTUDO DE CASO	SILVA, J. P. F.; SILVA, Y. C. S.; JARDIM, K. A.; REYES, Y. A.; SILVA, A. G. A.; SANTOS, V. F. dos; VITAL, H.	101
114_GCM	EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA NA ILHA DO MEL, UMA ANÁLISE A PARTIR DO ISTMO ARENOSO	MESQUITA, Y.W.; LAMOUR, M.R.	103
115_GCM	CARACTERIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE MINERAIS PESADOS NOS MUNICÍPIOS DE CASSINO E SÃO JOSÉ DO NORTE (RS) – BARREIRAS III E IV DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL	RIZZI, M.A.M.; TAKEHARA, L.; CHEMALE JR, F.; WUST, C.F.	105
119_GCM	DISTRIBUIÇÃO E FONTES DE METAIS E As NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ	PALADINO, Í.M.; ANGELI, J.L.F.; KIM, B.S.M.; FIGUEIRA, R.C.L.; MARTINS, C.C.; MAHIQUES, M.M.; NAGAI, R.H.	107
127_GCM	INDICADORES SEDIMENTOLÓGICOS DO APORTE ATUAL DE AREIAS DO RIO DOCE PARA AS PRAIAS ADJACENTES	CASTRO, L.B.; ZANOTTI, M.N.; LOPES, L.S.; BURINI, A.; COELHO, U.P.; SOUZA, B.S.; ADDAD, J.E.; ALBINO, J.	109
131_GCM	TRANSIÇÃO ENTRE OS SETORES PROGRADACIONAL E RETROGRADACIONAL DA BARREIRA COSTEIRA HOLOCÊNICA NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL	WATANABE, D.S.Z.; BARBOZA, E.G.; ROSA, M.L.C.C.; MANZOLLI, R.P.; CARON, F.; ROCHA, C.M.; TOMAZELLI, L.J.; DILLENBURG, S.R.; RITTER, M.N.	111
133_GCM	ESTRATÉGIA DE GESTÃO AMBIENTAL PARA A ZONA COSTEIRA DO MUNICÍPIO BARRA DOS COQUEIROS-SE	AMORIM, P.S.; RODRIGUES, T.K.	113
135_GCM	A MORFOLOGIA INFLUENCIA A VULNERABILIDADE DE AMBIENTES ESTUARINOS? UM ESTUDO DE CASO DOS ESTUÁRIOS DO PARANÁ	ANDRADE, J.F.P.; NOERNBERG, M.A.; NAGAI, R.H.	115
136_GCM	EVOLUÇÃO DE PALEOESTUÁRIO A NORTE DA FOZ DO RIO AMAZONAS	JARDIM, K.A.; SANTOS, V.F. dos.; SILVA, J.P.F. da.; FIGUEIREDO JR., A.G. de.	117
141_GCM	PROSPECÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MINERAIS CONTENDO UTRÓXIL EM SEDIMENTOS MARINHOS DO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO	RESENDE, L.R.M.; FARIA, R.F.; MARIM, T.L.	119
141_GCM	FORMAS DE FONDO Y SU SIGNIFICADO HIDROSEDIMENTOLÓGICO EN UN AMBIENTE MACROMAREAL NORPATAGÓNICO, ARGENTINA	ALIOTTA, S.; GINSBERG, S.	121



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RESUMOS E PÔSTERES SESSÃO TEMÁTICA GERENCIAMENTO COSTEIRO E MARINHO

CÓDIGO	TÍTULO	AUTORES	PG.
145_GCM	ORIGEM DA MATÉRIA ORGÂNICA EM SEDIMENTOS HOLOCÊNICOS DA PLATAFORMA INTERNA DE PERNAMBUCO, NE DO BRASIL	MARTINS, S.E.M.; FLORES-MONTES, M.J.; SIAL, A. N.; VALENÇA, L.M.M.; BARCELLOS, R.L.	123
146_GCM	PALEOAMBIENTES DO HOLOCENO MÉDIO EM UM SISTEMA ESTUARINO TROPICAL NA COSTA NORDESTE DO BRASIL	MARTINS, S.E.M.; FRANÇA, M.C.; PESSENDA, L.C.R.; CAMARGO, P.B.; SIAL, A. N.; VALENÇA, L.M.M.; BARCELLOS, R.L.	125
151_GCM	TEXTURA E MOBILIDADE DAS PRAIAS AO NORTE DA DESEMBOCADURA DO RIO DOCE, ESPÍRITO SANTO	ZANOTTI, M. N.; ALBINO, J.	127
162_GCM	REGISTRO HOLOCÊNICO DA VARIAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NA PLANÍCIE COSTEIRA DA BAÍA DE SEPETIBA (SUDESTE DO BRASIL)	MARTINS, M.V.A.; PINTO, A.F.S.; BORGHI, L.; CARELLI, T.G.; MORLOTE, M.; REY, D.; PEREIRA, E.; RAMALHO, J.C.M.; ROCHA, F.; GERALDES, M.; POTRATZ, G.L.; DULEBA, W.; REIS, T.; GUERRA, J.V.; RODRIGUES, M.A.C.	129
164_GCM	CLASSIFICAÇÃO MORFODINÂMICA DAS PRAIAS DO LITORAL SUL DO ESTADO DE SERGIPE	RODRIGUES, T.K., AMORIM, P.S., SILVA, D.C.da, SANTOS, T. A. dos	131
165_GCM	RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL DE UM TESTEMUNHO DO INTERIOR DA LAGOA DOS PATOS – RS – BRASIL	BAITELLI, R.; CARVALHO, D.S.; DEHNHARDT, B.A.; BARROS, C.E.; BECKER, C.D.	133
166_GCM	ZONAS BIOGÊNICAS DE FÓSSEIS HOLOCÊNICOS DO TESTEMUNHO MO, LAGOA DOS PATOS, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	DEHNHARDT, B.A.; CORRÊA, I.C.S.; BARROS, C.E.; BAITELLI, R.; SANTOS-FISCHER, C.B.	135
167_GCM	ESTUDO COMPOSICIONAL DA FRAÇÃO ARENOSA DE TESTEMUNHO SEDIMENTAR DO ESTUÁRIO DE RIO FORMOSO, COSTA SUL DE PERNAMBUCO	CLEMENTE, E.S.; MARTINS, S. E.M.	137
168_GCM	INFLUÊNCIA DOS SANGRADOUROS NO APORTE DE ELEMENTOS TRAÇO PARA A REGIÃO COSTEIRA	SILVA, C.A.B.; SOUZA, M.F.; SOUZA, G.K.	138
173_GCM	ASPECTOS ESTRATIGRAFICOS DO SISTEMA DE BARREIRA-LAGUNA ALMOFAL-GUAJIRÚ (NE-BRASIL)	XIMENES NETO, A.R.; MORAIS, J.O; PESSOA, P.R.S; PINHEIRO, L.S; IRION, G.	140
175_GCM	SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DOS BANCOS TRANSVERSAIS (TIPO <i>FINGER BARS</i> ) DA MARGEM INTERNA DA RESTINGA DA MARAMBAIA (BAÍA DE SEPETIBA, RJ)	CASTRO, M. C.; GOMES, C. L. S.; GUERRA, J. V.	142
183_GCM	ASPECTOS MORFOLÓGICOS, SEDIMENTOLÓGICOS E GEOCRONOLÓGICOS DA PLATAFORMA INTERNA NO SUL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	CARON, F.; BARBOZA, E.G.; TOMAZELLI, L.J.; DILLENBURG, S.D.; LOPES, R.P; RITTER, M.N.; ROSA, M.L.C.C.	144
184_GCM	INVESTIGAÇÃO DE SUBSUPERFÍCIE COM USO DE SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO – ESTUDO DE CASO: BAÍA DE SEPETIBA, ITAGUAÍ/RJ	NASCIMENTO, D. N.; GERALDES, M. C.; MANE, M. A.	146
191_GCM	CARACTERIZAÇÃO DAS FEIÇÕES DE EROÇÃO COSTEIRA A PARTIR DE GEOINDICADORES NA PRAIA DE CANASVIEIRAS, FLORIANÓPOLIS/SC	BERTUZZI, A.B.; GOMES, M.C.V.	148
192_GCM	CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DA PLANÍCIE COSTEIRA DO EXTREMO SUL DE SANTA CATARINA	GOMES, M.C.V.; PAZINI, K.C.; NAZARETH, E.R.; SANTOS, Y.R.F.; ROSELEM, G.P.N.; GOMES, G.O.; ORASMO, R.S.; PANIAGUA, F.P.M.; SBROGLIA, R.M.; SURKAMP, T.V.G.; HORN FILHO, N.O.	150
194_GCM	ASPECTOS FÍSICOS E TRANSPORTE DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO NA ENTRADA DA BAÍA DE GUANABARA (RJ) AO LONGO DE TRÊS CICLOS DE MARÉ	CARAM, T.; GUERRA, J. V.; VIANNA, J. C.	152
195_GCM	CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE PERFIL PEDOLÓGICO EM DEPÓSITO MARINHO HOLOCÊNICO, PLANÍCIE COSTEIRA DA LAGOINHA DO LESTE, ILHA DE SANTA CATARINA	SOUZA C. I; GOMES, V. C. M.	154
197_GCM	EVOLUÇÃO DE UM CANAL LAGUNAR HOLOCÊNICO NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL: IMPLICAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS E NAS OSCILAÇÕES DO NÍVEL DO MAR	SANTOS-FISCHER, C.B.; DEHNHARDT, B.A.; CORRÊA, I.C.S.; WESCHENFELDER, J.	156
200_GCM	SENSORIAMENTO REMOTO E GEOLOGIA NA REGIÃO DE BOJURU, PORÇÃO MÉDIA DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RS, BRASIL	HANSEN, M.A.F.; LIMA, J.P.R.; WESCHENFELDER, J.; GRUBER, N.L.S.; MOREIRA, C.A.; DE LOPES, J.L.	158
202_GCM	IDENTIFICAÇÃO DAS FÁCIES SEDIMENTARES DE UMA PLANÍCIE LAGUNAR, COSTA OESTE DO CEARÁ, BRASIL	LIMA, K.S.F.; MENDONÇA, D. M.; XIMENES NETO, A. R.; SILVA, R.R.; PINHEIRO, L.S.	159
204_GCM	CARACTERIZAÇÃO GEOELÉTRICA DE SUBSUPERFÍCIE UTILIZANDO O MÉTODO ELETROMAGNÉTICO GEOCONDUTIVÍMETRO NA REGIÃO DE BOJURU, RS, BRASIL	LIMA, J.P.R.; CORRÊA, I.C.S.; WESCHENFELDER, J.; HANSEN, M.A.F.; GRUBER, N.L.S.	161
207_GCM	O SISTEMA AQUIFERO GUARANI-SERRA GERAL NO NORDESTE DA REGIÃO COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL: CONSIDERAÇÕES SOBRE O PANORAMA GEOTECTÔNICO	FENSTERSEIFER, H.C.; HANSEN, M.A.F.; LIMA, J.P.R.; MOREIRA, C.A.	163
208_GCM	MORFODINÂMICA DA PRAIA DO MINHOTO, GUAMARÉ-RN	SILVEIRA, I. M. da; FERREIRA, J. C. V.; SOUSA, M. P. de; LIMA, Z. M. C.; VITAL, H.	164
212_GCM	FATORES AMBIENTAIS QUE CONTROLAM A DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS ATUAIS E FÓSSEIS EM AMBIENTES TRANSICIONAIS DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL	MARTINS, E. P; KOCHHANN, K. G. D.; BERGUE, C. T.	165



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PERFIS DE PRAIA: DEVE O MÉTODO DAS BALIZAS DE EMERY SER ABANDONADO?

MUEHE, D.; CASTRO, L.B.; ALBINO, J.

Universidade Federal do Espírito Santo (Dieter Muehe, [dieter.muehe@gmail.com](mailto:dieter.muehe@gmail.com))

A realização de nivelamentos topográficos de perfis de praia tem se caracterizado pelo emprego crescente de equipamentos óticos/eletrônicos de custo de aquisição e manutenção cada vez maior em detrimento de métodos e equipamentos de baixo custo, na suposição de que tal escolha representa um aumento da acuidade dos dados. No presente trabalho é realizado uma comparação dos resultados do emprego do método das balizas de Emery, do nível topográfico, da Estação Total e do DGPS-RTK. A superposição dos perfis levantados com emprego dos diferentes equipamentos mostrou coerência entre os resultados obtidos, com pequenas diferenças de altitude resultantes da posição do refluxo da onda considerado por cada equipe. Essas diferenças foram corrigidas ao adotar um mesmo datum vertical igual para cada perfil. Outras diferenças resultaram dos espaçamentos dos pontos de nivelamento, da posição horizontal do refluxo das ondas, o que resultou no espraiamento da face da praia em alguns dos perfis e de erros de leitura. Considerando que o objetivo principal do trabalho foi o de comparar os perfis levantados com balizas em relação a outros equipamentos, verifica-se que os perfis levantados com baliza se situaram sempre no interior do envoltório do conjunto de perfis e nos perfis 1 e 2, muito próximos dos perfis do RTK. Equipamentos sofisticados como a Estação Total e o DGPS-RTK, porém apresentam vantagens quando os levantamentos incluem áreas sem visibilidade do horizonte, como no levantamento da morfologia de campo de dunas, por exemplo, que, no caso do DGPS pode ser levantado com apenas um operador ou dois operadores no caso da Estação Total. Uma aplicação muito interessante do DGPS-RTK é seu emprego no monitoramento da evolução da linha de costa, podendo abarcar longos trechos do litoral no modo de levantamento cinemático, a pé ou com emprego de veículo motorizado, ou ainda no levantamento da morfologia em 3D. Restrições de uso resultam de efeitos meteorológicos adversos, como chuva, cobertura de nuvens, presença de árvores e proximidade de falésias, que degradam o sinal do satélite. Quanto às balizas de Emery há restrição quando se quer estender o perfil para a zona de surfe e antepraia. Com ondas baixas é possível adentrar pequena distância da zona de surfe com as balizas mas, assim que as ondas impedem a visão do horizonte ou que a profundidade se torna maior que o comprimento das balizas, não é possível avançar. Essa restrição também se aplica, se bem que em menor escala. Conclui-se, com base nos resultados encontrados, não haver diferenças significativas independente de qual dos equipamentos for empregado, não se comprovando dessa forma, no caso de perfis de praia, uma relação positiva entre a precisão do levantamento e seu custo.

Palavras-chave: Comparação de Métodos. Balizas de Emery. Estação Total. DGPS-RTK.

### PERFIS DE PRAIA: DEVE O MÉTODO DAS BALIZAS DE EMERY SER ABANDONADO?

Dieter Muehe, Lucas Bermudes de Castro e Jacqueline Albino

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia – Univ. Federal do Espírito Santo

Departamento de Oceanografia, Universidade Federal do Espírito Santo

[dieter.muehe@gmail.com](mailto:dieter.muehe@gmail.com); [lucasbdc@gmail.com](mailto:lucasbdc@gmail.com); [albino.jacqueline@gmail.com](mailto:albino.jacqueline@gmail.com)



#### INTRODUÇÃO

Proposto em 1961 por Kennet O. Emery, para a medição de perfis topográficos de praia, o método consiste no emprego de duas balizas em que a diferença de nível entre as mesmas é determinada empregando a linha do horizonte como referencial horizontal (Figura 1). É um processo simples, suficientemente acurado considerando que numa praia arenosa a impressão de uma pegada já implica em variações centimétricas.

O método foi introduzido no Brasil pelo geólogo Renato Kowmann ao realizar o monitoramento de um perfil na Praia de Copacabana (Kowmann, 1970). O método foi posteriormente amplamente empregado no país, passando, com o tempo a ser parcialmente substituído pelo nivelamento com teodolito ou, mais frequente, nível topográfico, e mais recentemente pelo emprego da Estação Total e mesmo do GPS diferencial (DGPS-RTK).

Percebia-se que o emprego destes últimos equipamentos vinha acompanhado de uma certa resistência em relação aos equipamentos mais simples sugerindo haver uma percepção de que os últimos agregavam confiabilidade em relação à precisão intrínseca a esses equipamentos, havendo pelo menos um caso em que um artigo foi rejeitado devido ao emprego do método das balizas.

Não obstante o interesse científico nesse tipo de avaliação, tratando-se de perfis de praia com a típica movimentação da superfície topográfica desta feição costeira por distúrbios devido ao pisoteio e casualmente por veículos e animais, sem considerar a mobilidade morfodinâmica devido à ondas e ventos, não parece ser a precisão a justificativa no emprego deste equipamento, principalmente considerando o diferencial de preço entre as diversas opções disponíveis (Figura 2).

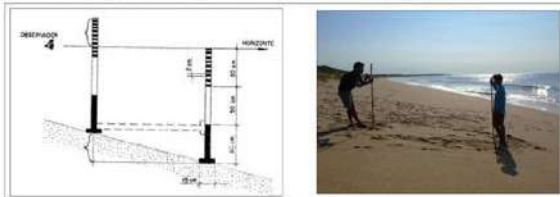


Figura 1. À esquerda esquema do método das balizas de Emery (Kowmann 1961), e à direita foto do método em campo (Foto Dieter Muehe).

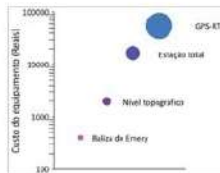


Figura 2. Comparação da ordem de grandeza dos custos de equipamentos de nivelamento topográfico.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foi feita uma comparação dos resultados obtidos com o emprego da baliza de Emery, do nível topográfico, da Estação Total e do DGPS-RTK em 03 (três) perfis, localizados na Praia de Camburi, em Vitória - ES (Figura 3).

Para cada equipamento foi constituído um grupo de observadores independente. Num primeiro momento cada grupo efetuava o levantamento ao longo de cada perfil buscando posicionar os pontos de medição de conformidade com as mudanças percebidas do relevo.

Posteriormente foi repetido o levantamento, mas com uma mesma equipe utilizando cada um dos equipamentos, com os pontos de nivelamento pré-definidos e partindo de uma cota arbitrária, evitando assim os erros devidos à posição da maré.

O datum vertical para cada perfil foi ajustado ao nível do mar na posição do refluxo da onda e posteriormente corrigido para o nível médio previsto para o Porto de Tubarão, em Vitória, localizada nas proximidades imediatas da área de levantamento, utilizando o método proposto por Muehe (2003).



Figura 3. Equipamentos empregados, da esquerda para a direita: nível topográfico, GPS-RTK, balizas de Emery, Estação Total. A direita: Praia de Camburi em Vitória - ES, com localização dos perfis de nivelamento topográfico.

#### RESULTADOS

A plotagem, em diagrama ternário, dos tempos médios gastos em cada passo do levantamento, mostrou que a Estação Total demandou o maior tempo para a montagem, enquanto que no emprego das balizas o tempo foi nulo já que a mesma pode ser empregada sem nenhum preparo anterior. A velocidade de levantamento foi a maior na Baliza de Emery e menor na Estação Total (Figura 4). Já a duração do pós-processamento, isto é a preparação das planilhas e desenho dos perfis, foi o menor na Baliza de Emery e maior no RTK.

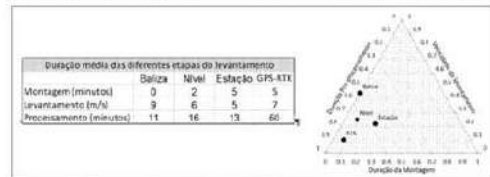


Figura 4. À esquerda a duração média das diferentes atividades de levantamento no conjunto de perfis e à direita diagrama ternário das posições relativas entre si destas atividades.

A superposição dos perfis levantados com emprego dos diferentes equipamentos mostrou coerência entre os resultados obtidos, com pequenas diferenças de altitude resultantes da posição do refluxo da onda considerado por cada equipe. Essas diferenças foram corrigidas ao adotar um mesmo datum vertical igual para cada perfil (Figura 5). Outras diferenças resultaram de diferenças nos espaçamentos dos pontos de nivelamento, da posição horizontal do refluxo das ondas, o que resultou no espriamento da face da praia em alguns dos perfis e de erros de leitura.

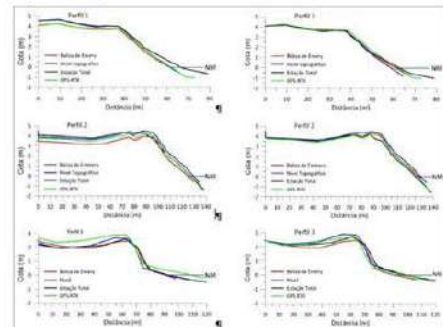


Figura 5. Superposição dos perfis levantados em cada perfil. À esquerda sem ajuste vertical e à direita com ajuste.

Na Figura 6 é apresentado o resultado do levantamento controlado em termos de datum vertical e espaçamento dos pontos de nivelamento. No caso do DGPS-RTK o resultado variou em torno do perfil para cima e para baixo em ordem de grandeza de decímetros a quase 1 metro.

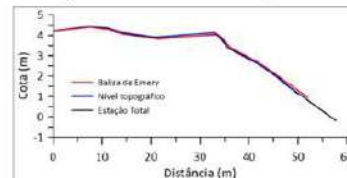


Figura 6. Superposição dos perfis levantados a partir de um mesmo datum vertical e mesmos pontos de medição.

#### CONCLUSÕES

Em suma, os dados mostram que o emprego do método das balizas, quando restrito ao levantamento de perfis de praia, apresenta, em termos práticos, o mesmo grau de precisão de equipamentos sofisticados, sendo seu emprego totalmente satisfatório considerando a precisão requerida para o tipo de levantamento em questão.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMERY, K.O. A simple method of measuring beach profiles. *Limnological Oceanography*, v.6, p. 90-93, 1961.  
 KOWSMANN, R. Variações de curto e longo prazo de um perfil da praia de Copacabana, Rio de Janeiro. *Publicação do Instituto de Pesquisas da Marinha*, Rio de Janeiro, v. 39, 15p., 1979.  
 MUEHE, D.; BERNUDES DE CASTRO, L.; ALBINO, J. Avaliação de métodos expeditos de determinação do nível do mar como datum vertical para arranjo de perfis de praia. *Rev. Bras. de Geomorfologia*, Goiânia, v.4, n.1, p. 33-37, 2003.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### AVALIAÇÃO DO PERIGO DE *OVERWASH* NA PRAIA DA MACUMBA (RIO DE JANEIRO, BRASIL)

VAZQUEZ, L.V.<sup>1</sup>; DEL RIO, L.<sup>1</sup>; PLOMARITIS, T.A.<sup>1,2</sup>; SPERLE, M.<sup>3</sup>

Universidad de Cádiz<sup>1</sup> (Leticia Valente Vazquez, [leticiavazquez@gmail.com](mailto:leticiavazquez@gmail.com)); Universidade de Algarve<sup>2</sup>; Universidade do Estado do Rio de Janeiro<sup>3</sup>

As tempestades marinhas são consideradas uma das ameaças naturais mais importantes para as comunidades costeiras, podendo causar destruição de infraestruturas e propriedades, e até mesmo perdas significativas de vidas. Um dos principais processos por trás de tais impactos nas linhas de costa é a ocorrência de *overwash*. Para poder estimar as perdas potenciais associadas a um evento específico, é necessário parametrizar adequadamente este processo. Historicamente a praia da Macumba, localizada na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, sofre impactos causados por eventos de tempestades. Neste trabalho foi avaliado o perigo de *overwash*, usando a metodologia proposta por Plomaritis. Essa metodologia baseia-se na aplicação da abordagem desenvolvida por Donnelly que permite a parametrização do perigo de *overwash*, considerando a velocidade, profundidade e extensão do fluxo. Para a avaliação do perigo, é realizada uma nova avaliação multivariável que permite classificar o potencial de *overwash* de 0 a 5 (sendo 0 ausência de perigo). A metodologia foi aplicada considerando os eventos de tempestade com períodos de retorno de 10 e 50 anos e usando os resultados de profundidade do *overwash*. Os dados de ondas e nível do mar utilizados procedem da base de dados ERA-Interim (1980-2012), e os dados de geomorfologia do monitoramento realizado pelo Grupo de Pesquisa em Oceanografia Geológica da UERJ (UDT-GPOG/UERJ) durante o período de julho de 2015 à janeiro de 2016. Para o período de retorno de 10 anos o *overwash* variou entre 0,15 m e 0,35 m, já para o período de retorno de 50 anos a variação foi de 0,2 m a 0,45 m. Em ambos os períodos de retorno, a seção 3 da praia da Macumba apresentou o menor valor (menor ameaça) e a seção 5 o maior valor (maior ameaça). Também foi observado que no geral as seções localizadas a oeste (5, 6 e 7) são mais propícias a eventos de *overwash* quando comparado as seções localizadas a leste (1, 2, 3 e 4), exceto a seção 2 que apesar de apresentar uma certa estabilidade e águas mais tranquilas, também apresentou perigo nos dois períodos de retorno analisados. Uma possível explicação é o fato do modelo aplicado não considerar as barreiras físicas, como rochas e ilhas que protegem a costa da ação das ondas. A seção 2 apesar de estar orientada para as ondas de tempestade, estas chegam com menos energia devido a presença da pedra do Pontal. Com relação as demais seções, a metodologia identificou os pontos onde historicamente são mais atingidos por tempestades marinhas, sendo a metodologia confiável e eficiente em termos de tempo para parametrizar o *overwash* e usando um conjunto de dados de fácil acesso. Este tipo de avaliação é cada vez mais importante desde o ponto de vista da gestão costeira, especialmente no marco das mudanças climáticas e o aumento da ocupação das zonas costeiras.

Palavras chaves: Tempestade. *Overwash*. Praia da Macumba. Risco Costeiro.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### AVALIAÇÃO DO PERIGO DE OVERWASH NA PRAIA DA MACUMBA (RIO DE JANEIRO, BRASIL).

Vazquez, L.V.; del Rio, L.; Plomaritis, T.A.; Sperle, M  
leticia.vazquez@gmail.com

Universidad de Cádiz e Universidade do Estado do Rio de Janeiro



#### INTRODUÇÃO

As tempestades marinhas são consideradas uma das ameaças naturais mais importantes para as comunidades costeiras, podendo causar destruição de infraestruturas e propriedades, e até mesmo perdas significativas de vidas. Um dos principais processos por trás de tais impactos nas linhas de costa é a ocorrência de *overwash*. Historicamente a praia da Macumba sofre impactos causados por eventos de tempestades. Este tipo de estudo é cada vez mais importante desde o ponto de vista da gestão costeira, especialmente no marco das mudanças climáticas e o aumento da ocupação das zonas costeiras

#### ÁREA DE ESTUDO

A praia da Macumba está localizada no bairro Recreio dos Bandeirantes (zona oeste da cidade do Rio de Janeiro). Apresenta uma extensão de 2,4 Km y una orientación ENE-WSW (Fig. 1). Se trata de uma praia reflectiva, de ambiente mesomareal e exposta a ondulação de Sudeste, Sul y SSW, formada por sedimentos quartzosos de tamanho de areia grossa.

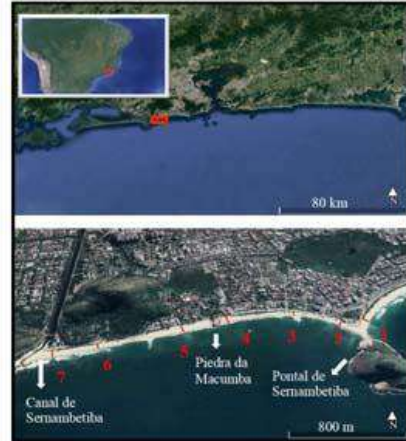


Figura 1. Mapa da Praia da Macumba

#### MATERIAL E MÉTODOS

O perigo de *overwash* foi analisado usando a metodologia proposta por Plomaritis et. al. (2018), que permite a parametrização do risco de *overwash*, considerando a velocidade, profundidade e extensão do fluxo. Essa metodologia baseia-se na aplicação da abordagem desenvolvida por Donnelly (2008), de relação de semelhança, para a aproximação do *runup* (Fig. 2), e o modelo de escala de impacto de tempestade de Sallenger (2000). Para a avaliação do perigo, é realizada uma nova avaliação multivariável de acordo com a tabela 1. A metodologia foi aplicada considerando os eventos de tempestade com períodos de retorno de 10 e 50 anos e usando os resultados de profundidade do *overwash*. Os dados de ondas e nível do mar utilizados procedem da base de dados ERA-Interim (1980-2012), e os dados de geomorfologia do monitoramento realizado pelo Grupo de Pesquisa em Oceanografia Geológica da UERJ.

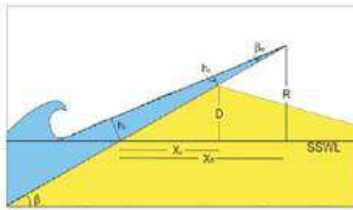


Figura 3. Relação de semelhança de Donnelly (2008)

valor de retorno <i>overwash</i> (m)	classificação
<0.05	0
0.05 - 0.15	1
0.16 - 0.25	2
0.26 - 0.35	3
0.36 - 0.45	4
>0.45	5

Tabela 1. Classificação dos valores de *overwash*.

$$\text{Equação para o cálculo da profundidade de } \overwash (h_c) \Rightarrow h_c = \frac{\tan\beta_w}{\cos\beta} (X_R - X_C) = \frac{\tan\beta_w}{\sin\beta} (R - D)$$

#### RESULTADOS

PR 10 anos:

- *overwash* variou entre 0,15 m e 0,35 m.
- Maior ameaça – seções 2, 5, 6 e 7



Figura 3. Mapa resultado do perigo de *Overwash* para PR 10 anos.

PR 50 anos:

- *overwash* variou entre 0,2 m e 0,45 m.
- Maior ameaça – seções 1, 2, 5, 6 e 7



Figura 4. Mapa resultado do perigo de *Overwash* para PR 50 anos.

#### CONCLUSÕES

Observa-se que no geral as seções localizadas a oeste (5, 6 e 7) são mais propícias a eventos de *overwash* quando comparados as seções localizadas a leste (1, 2, 3 e 4), exceto a seção 2 que também apresentou perigo nos dois períodos de retorno analisados. Além disso a metodologia identificou os pontos onde historicamente são mais atingidos por tempestades marinhas, sendo a metodologia confiável e eficiente em termos de tempo para parametrizar *overwash*, usando um conjunto de dados de fácil acesso.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Donnelly, C. 2008. Coastal Overwash: Processes and Modelling. University of Lund, p. 53.
- Plomaritis, T. A., Ferreira, Ó., y Costas, S. 2018. Regional assessment of storm related overwash and breaching hazards on coastal barriers. Coastal Engineering, 134, 124-133.
- Sallenger, A. H. 2000. Storm impact scale for barrier islands. Journal of Coastal Research, 16: 890-895.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CONSIDERAÇÕES SOBRE A HIDRODINÂMICA E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM MATINHOS (PR)

LUERSEN, D.; LOPES, A. B.; FRANZ, G. A. S.; NOERNBERG, M.A.

Universidade Federal do Paraná (David Luersen Moreira, [davidmoreira@gmail.com](mailto:davidmoreira@gmail.com))

O município de Matinhos-PR, litoral sul do Brasil, apresenta regularmente indicativos de erosão costeira, fruto de uma ocupação desordenada de sua orla, consequência da falta de planos de manejo adequados. No presente estudo, foi aplicada uma metodologia que uniu dados coletados em campo e modelagem numérica computacional para simular os processos físicos ocorridos na região costeira de Matinhos durante o inverno de 2018. Foram feitos levantamentos mensais da topografia da praia com auxílio de DGPS entre junho e setembro, e utilizados resultados de onda obtidos por meio dos modelos WAVEWATCH III e SWAN, além dos níveis da água obtidos a partir do modelo global de marés FES2014 como condições de contorno. As condições de contorno foram validadas com a boia e o marégrafo do projeto SIMCosta próximos à área de estudo. O sistema de modelagem computacional tridimensional MOHID foi utilizado para simular os fenômenos hidrodinâmicos e de transporte de sedimentos. Durante o inverno de 2018, Matinhos experimentou condições energéticas moderadas, não apresentando eventos erosivos significativos e que proporcionassem danos à infraestrutura local. A corrente de deriva longitudinal residual fluiu no sentido sudoeste (SW), inversa à direção majoritária de corrente que é no sentido nordeste (NE). A mudança morfológica mais significativa na área foi de acreção, na ordem de 1,0m, junto ao pontal rochoso de Matinhos, mostrando que este funciona como uma barreira natural ao transporte de sedimentos quando a corrente flui no sentido sudoeste. As tendências de transporte apresentaram boa relação com as mudanças ocorridas no perfil praiar, ressaltando a relevância dos processos costeiros longitudinais na área e demonstrando a importância da utilização de modelagem numérica na compreensão destes processos. Este estudo surge como um acréscimo no entendimento dos processos costeiros locais mostrando como os fenômenos de escala sazonal, mesmo que não extremos, devem ser levados em consideração nas tomadas de decisão e no manejo costeiro local.

Palavras-chave: Morfodinâmica. Modelagem numérica. MOHID. Transporte de sedimentos.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 06 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### CONSIDERAÇÕES SOBRE A HIDRODINÂMICA E TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM MATINHOS (PR)

LUERSEN, D.<sup>1</sup>; LOPES, A. B.<sup>2</sup>; FRANZ, G. A. S.<sup>2</sup>; NOERNBERG, M. A.<sup>2</sup>

Programa de Pós-Graduação em Sistemas Costeiros e Oceânicos (PGSISCO), Universidade Federal do Paraná, Caixa Postal 61, 83255-976, Pontal do Paraná, PR, Brasil. <sup>1</sup>(David Luersen Moreira, davidlmoreira@gmail.com) Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, Caixa Postal 61, 83255-976, Pontal do Paraná, PR, Brasil.<sup>2</sup>



#### INTRODUÇÃO

O litoral paranaense tem como principal recurso turístico as praias arenosas, que são responsáveis por atrair milhares de pessoas durante o ano, especialmente durante o verão, sendo um dos principais fatores da economia local. A praia de Matinhos (PR), litoral sul do Brasil (Figura 1), apresenta regularmente indicativos de erosão costeira, fruto de uma ocupação desordenada de sua orla, iniciada na década de 50, e da falta de planos de manejo adequados, o que já levou ao desenvolvimento de intervenções para contornar os efeitos da erosão na infraestrutura local. Entretanto, o litoral paranaense não possui muitos estudos detalhados sobre o seu comportamento físico, o que faz com que as propostas de intervenções locais tenham um grande risco associado de não serem efetivas, ou até de gerarem problemas distintos. Desta forma, o objetivo principal deste estudo foi entender os processos físicos que ocorrem na região costeira, no período sazonal de inverno de 2018, por meio de uma metodologia capaz de auxiliar na quantificação de alterações morfológicas e na compreensão da dinâmica do transporte de sedimentos.

Este fato, relacionado à mudança morfológica mais significativa na área, uma acreção na ordem de 1,0 m junto ao Pico de Matinhos (Figuras 2 e 3), mostra que este pontal rochoso funciona como uma barreira natural ao transporte de sedimentos quando a corrente de deriva longitudinal flui no sentido sudoeste. Com exceção da mudança morfológica ocorrida junto a pico de Matinhos não foi possível identificar nenhuma área com padrões espaciais definidos de erosão ou acreção na área de estudo, o que possivelmente significa que os sedimentos retidos no Pico de Matinhos tem sua origem ao norte da área de estudo e seu transporte esteja relacionado com a forma retilínea do arco praiial Matinhos – Pontal do Sul. As tendências de transporte apresentaram boa relação com as mudanças ocorridas no perfil praiial, ressaltando a relevância dos processos costeiros longitudinais na área e demonstrando a importância da utilização de modelagem numérica na compreensão destes processos.

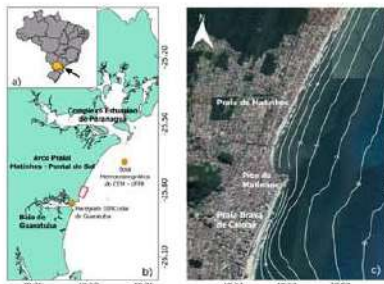


Figura 1 a) Localização do estado do Paraná. b) Litoral Paranaense, retângulo vermelho representando a área de estudo. c) Área de estudo em Matinhos – PR.

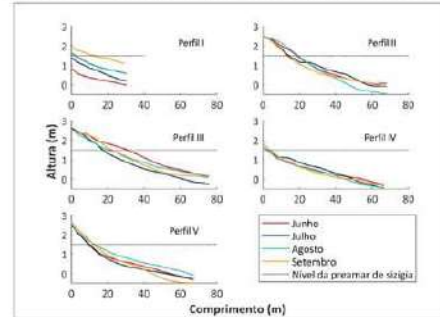


Figura 3. Alterações morfológicas mensais ocorridas nos perfis indicados na Figura 2 durante o inverno de 2018.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada um levantamento batimétrico na área de estudo em abril de 2018 e feitos levantamentos mensais, entre junho e setembro do mesmo ano, da topografia da praia subaérea com auxílio de DGPS, em uma metodologia antes descrita por FERREIRA *et al.* (2014). Foram utilizados como condições de contorno para a modelagem computacional os resultados de onda obtidos por meio dos modelos WAVEWATCH III e SWAN, além dos níveis da água obtidos a partir do modelo global de mares FES2014. Estas condições de contorno foram calibradas e validadas com os dados obtidos a partir da boia meteorocanográfica do Centro e Estudos do Mar (CEM – UFPR) e do marégrafo instalado no âmbito do projeto SIMCosta na Baía de Guaratuba (Figura 1). O sistema de modelagem computacional tridimensional MCHID foi utilizado para simular os fenômenos hidrodinâmicos e de transporte de sedimentos no período. A modelagem utilizada não permitiu atualizações na morfologia.

#### RESULTADOS

Durante o inverno de 2018, a praia de Matinhos experimentou condições energéticas normais, não apresentando eventos erosivos significativos e que proporcionassem mudanças erosivas determinantes e danos à infraestrutura local (Figuras 2 e 3). A corrente de deriva longitudinal residual fluiu no sentido sudoeste (SW) (Figura 4), inversa à direção majoritária de corrente que é no sentido nordeste (NE) (BIGARELLA *et al.*, 1978; ANGULO, 1992; NOERNBERG *et al.*, 2007).

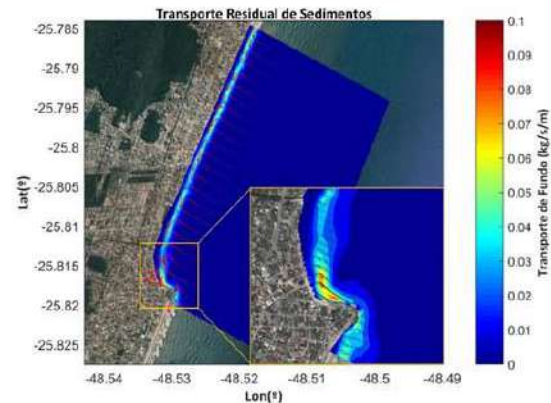


Figura 4. Transporte residual de sedimentos para todo o período de simulação.

#### CONCLUSÕES

O presente estudo surge como um acréscimo no entendimento dos processos costeiros na região da praia de Matinhos (PR). Por meio da realização de levantamentos batimétrico e topográficos, e da aplicação da modelagem numérica computacional, para o período de inverno de 2018, foi possível concluir que os fenômenos de escala sazonal, mesmo que não extremos, devem ser levados em consideração nas tomadas de decisão e no manejo costeiro local. A tomada de decisão levando em consideração apenas eventos extremos e tendências gerais de transporte para grandes períodos de tempo podem levar a distúrbios irreparáveis no balanço de sedimento local com diversos impactos de caráter social, físico e financeiro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGULO, R. J. *Geologia da Planície Costeira do Estado do Paraná*. 334 f. Tese. Doutorado em Geociências – Instituto de Geociências, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1992.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D.; MATOS, D. J.; WERNER, A. *A Serra do Mar e a porção oriental do estado do Paraná: um problema de segurança ambiental e nacional*. Curitiba: Secretaria de Estado do Planejamento - ADEA (Associação de Defesa e Educação Ambiental), 1976.
- FERREIRA, S. T. A.; AMARO, E. V.; SANTOS, T. S. M. Applied Geodesy In Integration of Topographic and Bathymetric Data in the Characterization of Beaches Surfcozes. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 66, n. 1, p. 167 – 184, 2014.
- NOERNBERG, M.; MARONE, E.; ANGULO, R. Coastal currents and sediment transport in Paranaguá estuary complex navigation channel. *Boletim Paranaense de Geociências*, v. 60 – 61, p. 45 – 54, 2007.

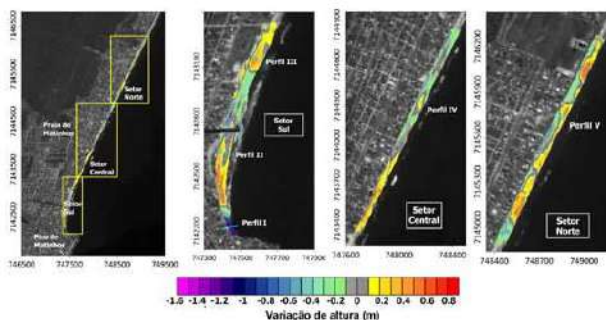


Figura 2. Variações altimétricas totais na morfologia da praia de Matinhos durante o inverno de 2018. Valores positivos indicam erosão e valores negativos indicam acreção.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **AEROFOTOGRAMETRIA E SENSORIAMENTO REMOTO ASSOCIADOS A SEÇÕES GPR NA ANÁLISE DE MORFOLOGIAS EÓLICAS EM UM AMBIENTE COSTEIRO ANTROPIZADO, CAUCAIA-CE**

EDUARDO, L.M.; CARVALHO, A.M.; LIMA JÚNIOR, S.B.; GASTÃO, F.G.C.; CASTELO BRANCO, J.L.

Universidade Federal do Ceará (Letícia Mesquita Eduardo, [lemesqe@alu.ufc.br](mailto:lemesqe@alu.ufc.br))

Diante dos desafios do estudo dos processos morfodinâmicos costeiros, métodos de aquisição de dados com uso de sistemas de aeronaves não tripuladas (Unmanned aircraft systems-UAS), dada a maior eficiência e melhor custo benefício em relação às aquisições convencionais in situ, adquirem notória relevância. A área de interesse, localizada na costa Nordeste do Brasil, é caracterizada por intensa atividade eólica e histórica influência antrópica. O presente estudo objetiva reavaliar a pertinência da definição até então atribuída às geomorfologias presentes, considerando sua gênese ligada a intervenções antropogênicas. A metodologia de campo incluiu levantamento aerofotogramétrico com o uso do Drone Phantom 4DJI, aquisição de pontos de controle com GPS Geodésico RTK, realização de quatro perfis geofísicos com Radar de Penetração no Solo (GPR) e estudo multitemporal de imagens de satélites. O processamento digital envolveu a constituição de Ortomosaico, Modelo Digital de Terreno (MDT) e Modelo Digital de Elevação (MDE), análise e delineamento de feições de imagens Landsat/Copernicus e inserção de perfis geofísicos interpretados em ambiente SIG. Apesar da morfologia principal (cristas eólicas de 30 m de comprimento e poucos centímetros até mais de 4 m de altura, dispostas paralelamente à linha de praia), o estudo foi direcionado a feições de lóbulos deposicionais como cristas eólicas em forma de “V”, atuando como dutos dissipativos de sedimentos sobre a área de deflação estabilizada adjacente. A progressão temporal de imagens de satélite revela a dinâmica de formação de tais feições em resposta à inserção de vegetação na área por ação antrópica, bem como seu padrão de variação sazonal. Os resultados revelam o enquadramento da morfologia no que é descrito na literatura como “protodunas” ou “dunas de precipitação”, mas também na classificação posteriormente introduzida de “foredunes”. A diferenciação ocorre no processo de formação, que revela maior similaridade a dunas de precipitação – desenvolvidas à frente de dunas transgressivas ao atingirem áreas mais vegetadas – bem como na estrutura interna de tais feições, mostrando camadas inferiores de maiores ângulos de declinação sobrepostas por estratos de menores angulações – posteriores à inserção de vegetação por ação antrópica. A modelagem 3D associada à análise cronológica de imagens revela uma tendência de aumento da porcentagem de cobertura vegetal sobre e adjacente às cristas eólicas, com fator sazonal de pluviometria associado. Em suma, dados de altimetria e estruturas evidentes nas seções geofísicas mostram maior complexidade na classificação da morfologia eólica em questão. Atesta-se, ademais, a pertinência da aplicação de aerofotogrametria com UAS na análise das feições eólicas costeiras.

Palavras-chave: Morfodinâmica costeira. Aerofotogrametria. Métodos geofísicos.

### AEROFOTOGRAMETRIA E SENSORIAMENTO REMOTO ASSOCIADOS A SEÇÕES GPR NA ANÁLISE DE MORFOLOGIAS EÓLICAS EM UM AMBIENTE COSTEIRO ANTROPIZADO, CAUCAIA-CE.

EDUARDO, L.M.<sup>1</sup>; CARVALHO, A.M.<sup>1</sup>; LIMA JÚNIOR, S.B.<sup>2</sup>; GASTÃO, F.G.C.<sup>1</sup>; CASTELO BRANCO, J.L.<sup>2</sup>



Universidade Federal do Ceará (UFC) – Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR)

Laboratório de Dinâmica Costeira (LABDIC)<sup>1</sup> / Laboratório de Geofísica de Prospecção e Sensoriamento Remoto (LGPSR)<sup>2</sup>



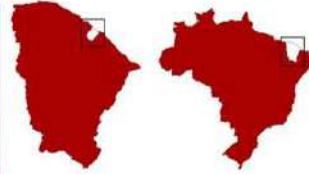
Dinâmica Costeira

#### INTRODUÇÃO

A aplicação de *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV's) no monitoramento de feições costeiras tem sido extensivamente descrita e é especialmente compatível com a dinamicidade de morfologias eólicas (Ruessink, 2018). No estudo em questão, a área amostrada corresponde a um trecho da Praia do Cumbuco, Caucaia-CE (Figura 1), onde a diversidade geomorfológica convive com uma intensa interferência antrópica associada à crescente estrutura turística e imobiliária.



Figura 1. Localização da área de estudo. Fonte: Google Earth Pro®; o Autor, 2019.



#### MATERIAIS E MÉTODOS

	ETAPA DE CAMPO	ETAPA DE LABORATÓRIO	
UAV	<ul style="list-style-type: none"> <li>Phantom 4 DJI</li> <li>Ornitho Factory IIG</li> <li>RTK (Real Time Kinematics) Trimble</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Algoritmo de Processamento de Imagens de Satélite</li> <li>CorelDRAW</li> <li>ArctiCAD</li> </ul>	PROCESSAMENTO DIGITAL
	<ul style="list-style-type: none"> <li>QSS SR 3000</li> <li>Antena 400 MHz</li> <li>X perfis aferidos com RTK</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Método de Sigafo (RTK)</li> <li>Classificação de Fatiguard</li> </ul>	
GPR	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temporais de 30 a 50 cm de profundidade</li> <li>Qualidade de seção: Perfil superior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Google Earth Pro</li> <li>ArctiCAD</li> <li>RTK</li> </ul>	EVOLUÇÃO CRONOLÓGICA

Figura 2. Compilação de metodologias aplicadas e equipamentos utilizados. Fonte: o Autor, 2019.

#### RESULTADOS

**Aspectos morfodinâmicos.** No período entre 2014 e 2019 houve aumento do nível topográfico médio da morfologia principal de 1,2 m, associado a um decréscimo volumétrico de 7% – um comportamento compatível com o desenvolvimento de dunas de precipitação barradas por vegetação adjacente (Cooper, 1958; Pye & Tsoar, 1990; Danim, 1991). Esta variação, todavia, distribuiu-se de forma distinta entre as subunidades morfológicas (Tabela 1): as cristas em "V" apresentaram aumento de volume relativo à feição principal de 5%, enquanto as dunas de precipitação diminuíram proporcionalmente.

	2014			2019		
	MP	CV	DP	MP	CV	DP
Nível médio (m)	7,6	-	-	8,8	-	-
Área (m <sup>2</sup> )	16,785	2,875	18,911	17,717	3,393	14,323
Área R (%)	-	13	8,7	-	19	81
Volume (m <sup>3</sup> )	164,118	16,459	147,660	152,806	22,872	130,135
Volume R (%)	-	10	90	-	15	85
Vegetação (%)	32	-	-	40	-	-

Tabela 1. Comparação de parâmetros morfodinâmicos entre MDT-LIDAR (2014) e MDT (2019). MP = Morfologia Principal, CV = Cristas em "V", DP = Dunas de Precipitação. Fonte: o Autor, 2019.

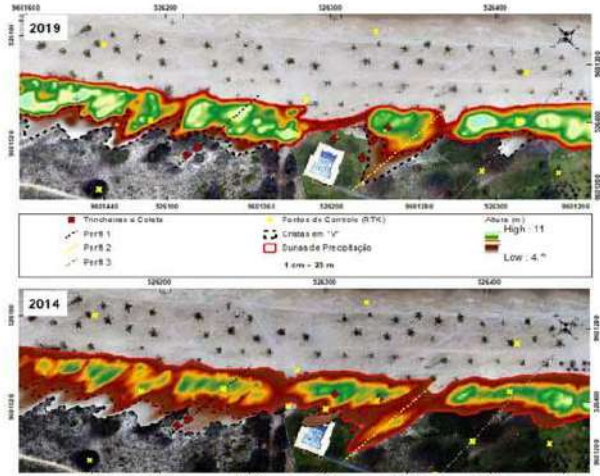


Figura 3. Mapa de localização e comparação entre MDE-2019 (acima) e MDE-LIDAR-2014 (abaixo à esquerda). Datum: SIRGAS 2000/ UTM Zone 24S. Fonte: o Autor, 2019.

**Estruturas internas.** Os perfis 5 e 6 caracterizam-se por estratos de declividade suave, em geral compatíveis a topografia, com a manifestação pontual de contatos erosionais próximo à superfície. O Perfil 1 revela características distintas, possivelmente devido à menor interferência do fator antrópico: uma camada intermediária, com estratos de maior inclinação em direção à costa – um padrão semelhante a estruturas de dunas barcanóides ou barcanas, limitada por contatos erosionais e deposição deflacionária recente (Figura 4).

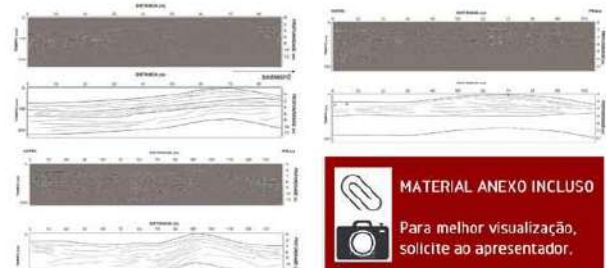


Figura 4. Seções geofísicas: Perfil 1 (acima, à esquerda), Perfil 2 (acima, à direita), Perfil 3 (abaixo, à esquerda). Fonte: o Autor, 2019.

#### CONCLUSÕES

Considerando a evolução morfodinâmica e estrutura interna, a feição principal apresenta semelhanças com os estágios 3 e 4 de dunas frontais descritas por Hesp (1987), bem como assemelha-se ao comportamento sazonal de dunas de precipitação. Todavia, para o real entendimento da dinâmica atuante sobre estas feições, suas particularidades – como o posicionamento em relação à costa e o fator de interferência antrópico – não podem ser desconsideradas. Para este fim, conclui-se que com o advento da aerofotogrametria e modelagem 3D, a identificação e o acompanhamento desta variabilidade morfodinâmica tornam-se notadamente mais acessíveis e precisos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COOPER, W.S., 1958. Coastal sand dunes of Oregon and Washington. Geol. Soc. Am. Memoirs 72, 162pp.
- HESP, P., 1988. Morphology, dynamics and internal stratification of some established foredunes in southeast Australia. Sedimentary Geology 55, 17-41.
- RUSSINK, B.G., et al., 2018. Coastal dune dynamics in response to excavated foredune notches. Aeolian Research 31, 3-17.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PREDIÇÃO DO TRANSPORTE LONGITUDINAL DE SEDIMENTOS NÃO-COESIVOS: ESTUDO DE CASO NA PRAIA DO CASSINO, RS

QUADRADO, G.P.<sup>1</sup>; GOULART, E.S.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Gabrielle Pereira Quadrado, [gabriellepquadrado@gmail.com](mailto:gabriellepquadrado@gmail.com)); Universidade Federal do Rio Grande<sup>2</sup>

Os sedimentos são um dos principais componentes da morfodinâmica de praias arenosas, uma vez que sua entrada e/ou saída no sistema modula a morfologia deposicional, influenciando no balanço dinâmico da linha de costa. As correntes longitudinais (CL) fluem paralelas à costa e, possuem potencial para transportar grandes quantidades de sedimentos em suspensão ou por arraste de fundo, constituindo o transporte longitudinal de sedimentos (TLS). O TLS atua na morfodinâmica de praias em escalas temporais de curto a longo prazo, exercendo papel fundamental no balanço sedimentar. Este estudo determinou a metodologia mais adequada para estimar taxas de TLS, na zona de surfe, sob condições meteoceanográficas distintas na Praia do Cassino, RS, a fim de compreender e prever a dinâmica deste mecanismo localmente. Quatro modelos analíticos foram testados (propostos por CERC, Kamphuis, Bayram e Van Rijn) através da comparação com dados amostrados *in situ* e verificação de desempenho por meio de testes estatísticos (erro médio, erro médio quadrático, índice de espalhamento, correlação linear de Pearson, correlação de postos de Spearman e teste de hipóteses). Foram aplicadas regressões lineares entre parâmetros de onda (altura significativa, período de pico e direção de propagação), vento (direção e velocidade) – variáveis independentes -, correntes longitudinais (direção e velocidade) e taxas de transporte – variáveis dependentes -, avaliando a influência destes sobre o TLS. As coletas de sedimentos não-coesivos transportados longitudinalmente na zona de surfe foram realizadas na Querência, Praia do Cassino (Rio Grande, RS), com o uso de armadilhas portáteis. As CL foram determinadas através de medição lagrangeana com derivador. Foram coletados dados de perfil praiar e velocidade e direção do vento local. Os parâmetros de ondas foram disponibilizados pelo Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira (SiMCosta). Os resultados indicaram que Van Rijn é o modelo mais adequado para estimar as taxas de TLS na Praia do Cassino, considerando sua resposta satisfatória a todos testes aplicados. Contudo, em cenários altamente energéticos, esta metodologia, bem como as demais, tende a subestimar as taxas que ocorrem *in situ*. CERC também se mostrou satisfatório, mas não apresenta a mesma acurácia que o melhor modelo. Os outros modelos testados são inadequados para a área de estudo, estimando, em alguns cenários, taxas com uma ordem de grandeza abaixo do observado. As subestimativas em situações de alta energia são atribuídas, parcialmente, à falta de dados coletados durante a passagem de eventos energéticos (dificuldade imposta pela alta hidrodinâmica), e à negligência do vento nas equações propostas pelos modelos, uma vez que este agente demonstrou correlação altamente significativa com o TLS tanto por observação *in situ*, quanto pela correlação linear ( $r = 0.74$ ,  $r = 0.70$  relacionados, respectivamente, à direção e velocidade da CL). Não obstante, as ondas são o principal agente influenciador do TLS ( $r = 0.84$ ,  $r = 0.73$ ,  $r = 0.89$ , respectivos à direção e velocidade da CL e taxa de TLS).

Palavras-chave: Transporte longitudinal. Ondas. Modelagem analítica. Balanço sedimentar.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### PREDIÇÃO DO TRANSPORTE LONGITUDINAL DE SEDIMENTOS NÃO-COESIVOS: ESTUDO DE CASO NA PRAIA DO CASSINO, RS



Gabrielle Pereira Quadrado<sup>1</sup>, Elaine Siqueira Goulart<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociências (IGEO), Programa de Pós-Graduação em Geociências (PPGGEO) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

<sup>2</sup>Laboratório de Oceanografia Geológica (LOG), Instituto de Oceanografia (IO) - Universidade Federal do Rio Grande - FURG

#### INTRODUÇÃO

O transporte longitudinal de sedimentos (TLS) atua na morfodinâmica de praias arenosas em escalas temporais de curto a longo prazo, exercendo papel fundamental no balanço sedimentar. Este estudo **determinou a metodologia mais adequada para estimar taxas o transporte longitudinal de sedimentos não-coesivos**, na zona de surfe, sob condições meteoceanográficas distintas na Praia do Cassino, RS, a fim de compreender e prever a dinâmica deste mecanismo localmente.

#### MATERIAIS e MÉTODOS

Quatro modelos analíticos foram testados através da comparação com dados amostrados *in situ* e verificação de desempenho por meio de testes estatísticos. Além disso, foram aplicadas regressões lineares entre parâmetros de onda, vento – variáveis independentes – e correntes longitudinais, taxas de transporte – variáveis dependentes –, avaliando a influência destes agentes meteoceanográficos sobre o TLS. Os modelos analíticos consideram parâmetros de onda (altura significativa, período de pico e direção de incidência), morfométricos (declividade da praia, profundidade no ponto de quebra), além de características do fluido e dos sedimentos em análise (densidade, mediana do tamanho de grão, velocidade de assentamento das partículas). No entanto, estes variam em cada equação proposta pelos diferentes autores.

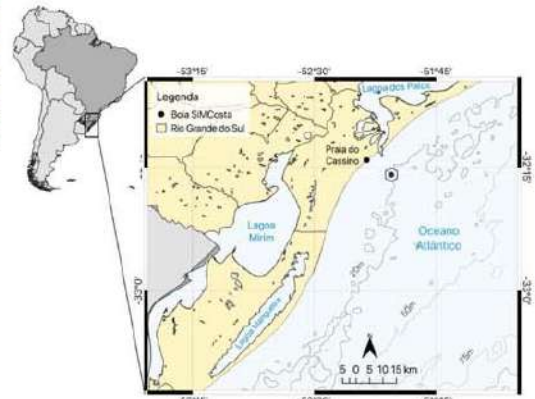
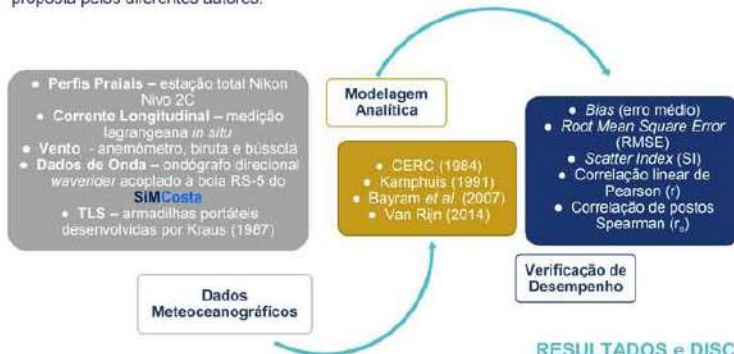


Figura 1. Localização da área de estudo demonstrando o ponto de coleta amostrado entre julho de 2003 e agosto de 2018 pelas presentes autoras e por Fontoura (2004).

#### RESULTADOS e DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que **Van Rijn é o modelo mais adequado para estimar as taxas de TLS na Praia do Cassino**, considerando sua resposta satisfatória a todos testes aplicados. Contudo, em cenários altamente energéticos, esta metodologia, bem como as demais, tende a subestimar as taxas que ocorrem *in situ*. CERC também se mostrou satisfatório, mas não apresenta a mesma acurácia que o melhor modelo. Os outros modelos testados são inadequados para a área de estudo, estimando, em alguns cenários, taxas com uma ordem de grandeza abaixo do observado.

Tabela 1. Parâmetros estatísticos referentes ao desempenho dos modelos analíticos de CERC (1984), Kamphuis (1991), Bayram et al. (2007) e Van Rijn (2014).

Modelo Analítico	Bias	RMSE	SI	Correlação de Pearson		Correlação de Spearman	
				r <sub>5%</sub>	r <sup>2</sup>	r <sub>95%</sub>	valor-P
CERC (1984)	0.03	0.33	0.0010	0.70	0.49	0.81	0.0001
Kamphuis (1991)	-0.27	1.55	0.0049	0.83	0.68	0.45	0.0744
Bayram et al. (2007)	0.18	0.85	0.0027	0.45	0.21	0.77	0.0004
Van Rijn (2014)	0.05	0.09	0.0003	0.78	0.60	0.85	0

As subestimativas em situações de alta energia são atribuídas, parcialmente, à falta de dados coletados durante a passagem de eventos energéticos e à negligência do vento nas equações propostas pelos modelos, uma vez que este agente demonstrou correlação altamente significativa com o TLS tanto por observação *in situ*, quanto pela correlação linear. Não obstante, as ondas são o principal agente influenciador do TLS e, além disso, quando combinadas com a forçante vento explicam mais de 96% do mecanismo.

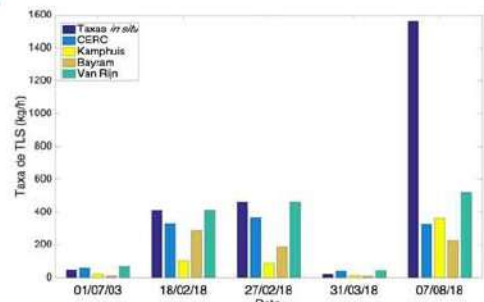


Figura 2. Comparação entre as taxas de TLS observadas *in situ* e as taxas estimadas de acordo com os modelos analíticos. Atenção-se que a taxa observada em campo referente ao dia 1 de julho de 2003 foi coletada por Fontoura (2004) e as demais são autorais.

Tabela 2. Coeficientes de regressão linear múltipla associando a velocidade das correntes longitudinais e as taxas de TLS com os parâmetros meteoceanográficos. Em que H<sub>s</sub>, T<sub>p</sub>, D<sub>p</sub> são altura significativa, período de pico e direção de incidência de onda, respectivamente.

Variável Dependente	Variáveis Predictoras	r	r <sup>2</sup>
Velocidade da Corrente Longitudinal (m.s <sup>-1</sup> )	Onda - H <sub>s</sub> , T <sub>p</sub> , D <sub>p</sub>	0.73	0.53
	Vento - velocidade e direção	0.70	0.49
Direção da Corrente Longitudinal (°)	Onda - H <sub>s</sub> , T <sub>p</sub>	0.99	0.98
	Vento - velocidade e direção	0.84	0.71
Taxa de TLS (kg.h <sup>-1</sup> )	Onda - H <sub>s</sub> , T <sub>p</sub>	1.00	1.00
	Vento - velocidade	0.89	0.79
	Onda - H <sub>s</sub> , T <sub>p</sub> , D <sub>p</sub>	0.89	0.79
	Vento - velocidade e direção	0.40	0.16
	Onda - H <sub>s</sub> , T <sub>p</sub>	0.96	0.93
	Vento - velocidade		

REFERÊNCIAS





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ANÁLISE DA INTERFERÊNCIA ANTRÓPICA NOS PROCESSOS EROSIVOS DA PRAIA DO IGUAPE, AQUIRAZ, CEARÁ

SOUSA, M. F<sup>1</sup>; GASTÃO, F.G.C<sup>2</sup>

Universidade de São Paulo<sup>1</sup> (Mariany Ferreira de Sousa, [marianysousa@outlook.com](mailto:marianysousa@outlook.com));  
Universidade Federal do Ceará<sup>2</sup>

A zona costeira é uma área bastante dinâmica e vulnerável às alterações meteoceanográficas e ao crescente uso e ocupação antrópica. Esses ambientes necessitam de uma maior atenção, pois as modificações geradas pelo seu mau uso podem ocasionar severas consequências como a erosão costeira que é um problema causado por fortes meteoceanográficas, mas é também reflexo do crescimento da ocupação em locais impróprios. Estudos que busquem o entendimento dessas modificações são imprescindíveis a fim de obter-se melhores planos e normas de gerenciamento costeiro. Devido à grande extensão da costa cearense as atividades econômicas são principalmente voltadas ao uso do litoral, como na praia do Iguape, localizada a 30 km de Fortaleza, no município de Aquiraz, litoral leste do Estado do Ceará. A ocupação e urbanização por meio do turismo e da construção de casas de veraneio causaram alterações na dinâmica do transporte de sedimentos provenientes do campo de dunas. À vista disso, o presente trabalho tem como objetivo quantificar a ocupação dessa região, por meio de imagens de satélite, entre os anos de 2011 e 2017, para analisar a contribuição da mesma nos processos erosivos verificados na Praia do Iguape. A metodologia consistiu no levantamento bibliográfico, saídas de campo e análise de imagens de satélite do Google Earth Pro com o auxílio do programa Quantum Gis. A análise da ocupação foi feita por meio do programa Quantum Gis a partir da delimitação de polígonos das áreas das casas observadas nas imagens de satélite, pôde-se verificar que a mancha da ocupação se concentra principalmente próximo a região de dunas frontais e do promontório. Essas alterações aceleram a erosão, pois impede o by-pass de sedimentos através do transporte eólico tornando essa área bastante vulnerável. Também foi verificado que a área ocupada diminuiu 8,5% de 2011 a 2017. A partir das observações de campo foram contabilizadas 28 casas destruídas na região pós-praia e duna frontal, também foi possível visualizar que a atual localização da berma já ultrapassou o limite das casas construídas, isso mostra até onde ondas atuam variando de acordo com a subida e descida da maré diária. Ao longo da área de estudo também foi constatado que moradores e proprietários de imóveis estavam realizando ações com finalidade de conter o avanço do mar por meio da construção de gabiões e enrocamentos. A partir dos resultados obtidos foi possível constatar que o recuo da linha de costa não está associado apenas ao aumento do nível do mar, mas também ao aumento da ocupação indevida que possui influência direta na dinâmica costeira do local.

Palavras-chave: Erosão Costeira. SIG. Ocupação.

### ANÁLISE DA INTERFERÊNCIA ANTRÓPICA NOS PROCESSOS EROSIVOS DA PRAIA DO IGUAPE, AQUIRAZ, CEARÁ

Mariany Ferreira de Sousa<sup>1</sup>, Lidriana Pinheiro de Souza<sup>2</sup>, Gleidson da Costa Gastão<sup>3</sup>  
 Universidade Federal do Ceará<sup>1,2,3</sup>



UFC

#### INTRODUÇÃO

A zona costeira é uma área bastante dinâmica e vulnerável às alterações meteorológicas e ao crescente uso e ocupação antrópica. A erosão costeira é um reflexo do crescimento da ocupação em locais impróprios, entre outros fatores. Estudos que busquem o entendimento dessas modificações são imprescindíveis a fim de obter-se melhores planos e normas de gerenciamento costeiro.

Devido à grande extensão da costa cearense as atividades econômicas são principalmente voltadas ao uso do litoral, como na praia do Iguape, localizada a 30 km de Fortaleza, no município de Aquiraz, litoral leste do Estado do Ceará. A ocupação e urbanização por meio do turismo e da construção de casas de veraneio causaram alterações na dinâmica do transporte de sedimentos provenientes do campo de dunas.

MAPA DE LOCALIZAÇÃO, PRAIA DO IGUAPE, CEARÁ

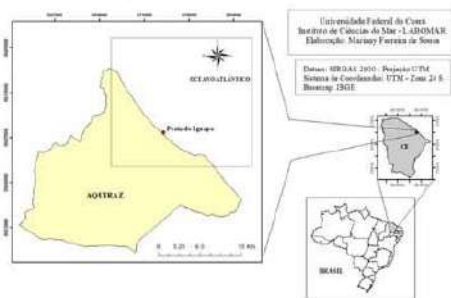


Figura 1: Mapa de Localização da área de Estudo. Fonte: Autores (2018)

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia consistiu no levantamento bibliográfico, saídas de campo e análise de imagens de satélite do Google Earth Pro com o auxílio do programa Quantum Gis. A análise da ocupação foi feita por meio do programa Quantum Gis a partir da delimitação de polígonos das áreas das casas observadas nas imagens de satélite.

#### RESULTADOS

Pôde-se verificar que a mancha da ocupação se concentra principalmente próximo a região de dunas frontais e do promontório. Essas alterações aceleram a erosão, pois impede o by-pass de sedimentos através do transporte eólico tornando essa área bastante vulnerável. Também foi verificado que a área ocupada diminuiu 8,5% de 2011 a 2017. A partir das observações de campo foram contabilizadas 28 casas destruídas na região pós-praia e duna frontal, também foi possível visualizar que a atual localização da bermã já ultrapassou o limite das casas construídas, isso mostra até onde ondas atuam variando de acordo com a subida e descida da maré diária. Ao longo da área de estudo também foi constatado que moradores e proprietários de imóveis estavam realizando ações com finalidade de conter o avanço do mar por meio da construção de gabiões e enrocamentos.



Figura 2,3: Indicativos de erosão na praia do Iguape/CE. Fonte: Autores (2018)



Figura 4: Mapa de uso e ocupação da Praia do Iguape-CE em 2011



Figura 5: Mapa de uso e ocupação da Praia do Iguape-CE em 2017

#### CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos foi possível constatar que o recuo da linha de costa não está associado apenas ao aumento do nível do mar, mas também ao aumento da ocupação indevida que possui influência direta na dinâmica costeira do local.

#### AGRADECIMENTOS







## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ALTERAÇÕES DA POSIÇÃO DE LINHA DE COSTA DEVIDO A CAMPO DE QUEBRA-MARES NA PRAIA DO JANGA (PE), BRASIL

CERQUEIRA, A. C.1; MILANI, I. C. B.2; GUIMARÃES, T. M. H.1

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Arthur Costa Cerqueira, [arthurcosta.c@gmail.com](mailto:arthurcosta.c@gmail.com));  
Universidade Federal de Pelotas<sup>2</sup>

A Praia do Janga, localizada no município de Paulista (região metropolitana de Recife), em Pernambuco, possui extensão de 4 km, estando inserida em uma região densamente povoada, de relevância turística e social. A praia possui um campo de quebra-mares composto por nove estruturas posicionadas em sequência e em paralelo à linha de costa. Na extremidade sul deste trecho litorâneo há uma desembocadura fluvial estabilizada por estruturas do tipo guia-corrente. O funcionamento de um quebra-mar pode ocorrer de forma isolada ou em campo, em ambos os casos a refração da onda oceânica produz correntes de fluxo que favorecem a formação de cordões arenosos que ligam a praia à estrutura, configurando feições geomorfológicas análogas aos tómbolos e a incorporação da estrutura à linha de costa. O objetivo deste estudo é identificar as alterações, ao longo do tempo, no desenho da linha de costa ocasionadas pela existência de um campo de quebra-mares, na praia do Janga. A metodologia contempla a coleta de dados na plataforma de visualização de imagens de satélite *Google Earth*<sup>TM</sup> e interpretação dos mesmos em ambiente de sistema de informações geográficas. As imagens de satélite consultadas foram selecionadas com base no critério de qualidade de visualização e ocorrência de linha de preamar, o que correspondem às imagens dos anos de 2003, 2011, 2014 e 2017. Em cada imagem foi delimitado o desenho da linha de costa, que foi determinado pela marca da água em situação de preamar, sendo possível a verificação deste indicador a partir de consulta à tábua de maré da praia do Janga relativa ao dia e horário do registro da imagem de satélite. Além disso, a identificação dos quebra-mares ocorreu a partir de técnicas de geoprocessamento, os quais foram vetorizados e numerados de 1 a 9 e identificados pela sigla "QM". Os resultados identificaram que os quebra-mares possuem comprimento variável entre 120 m e 650 m, e as respectivas distâncias à linha de costa variam de 120m a 200m. A linha de costa em 7/01/2003 se delimitava suavemente defronte às estruturas quebra-mares, em segmentos côncavos e convexos. Em 02/12/2011 houve a formação de um tómbolo que ligou a estrutura QM2 à linha de costa, bem como a divisão de um banco arenoso posicionado adjacente ao QM9. Notou-se, também, que em 24/04/2014 o QM8 foi aderido à linha de costa. No registro seguinte, de 16/07/2017, o banco arenoso defronte ao QM9 sofreu um novo acúmulo que resultou no seu deslocamento na direção sul em relação ao registro de 2003, ademais, o QM1 foi conectado a linha de costa. Conclui-se que a dinâmica costeira da praia do Janga está em adaptação à presença do campo de quebra-mares adjacente, a refração das ondas favorece a formação de tómbolos que incorporam as estruturas à linha de costa. Esta complexa conjuntura se agrava quando se percebe, pela visualização das imagens de satélite, que a urbanização e as estruturas de orla da cidade (calçadões e barracas de praia) avançam sobre esta área progradada da zona de praia.

Palavras-chave: Erosão. Quebra-mar. Sedimentos.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 06 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### ALTERAÇÕES DA POSIÇÃO DE LINHA DE COSTA DEVIDO A CAMPO DE QUEBRAS-MARES NA PRAIA DO JANGA (PE), BRASIL

CERQUEIRA, A. C. 1; MILANI, I. C. B. 2; GUIMARÃES, T. M. H. 1; FIGUEIREDO, B.M. 2; FERREIRA, E. S. 2

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup>; Universidade Federal de Pelotas<sup>2</sup>



UFPEL

#### INTRODUÇÃO

A Praia do Janga está localizada no município de Paulista, região metropolitana de Recife, em Pernambuco (PE), e possui extensão de 4 km. Nela se dispõe um campo de quebra-mares composto por nove estruturas posicionadas em seqüência e em paralelo à linha de costa. Na extremidade sul deste trecho litorâneo há uma desembocadura fluvial estabilizada por estruturas do tipo guia-corrente.

O funcionamento de um quebra-mar pode ocorrer de forma isolada ou em campo, em ambos os casos a refração da onda oceânica produz correntes de fluxo que favorecem a formação de corções arenosos que ligam a praia à estrutura, configurando feições geomorfológicas análogas aos tombolos e a incorporação da estrutura à linha de costa (ALFREDINI e ARASAKI, 2009; DAVIDSON-ARNOTT, 2010).

O objetivo deste estudo é identificar as alterações, ao longo do tempo, no desenho da linha de costa ocasionadas pela existência de um campo de quebra-mares, na praia do Janga, litoral do município de Paulista (PE).

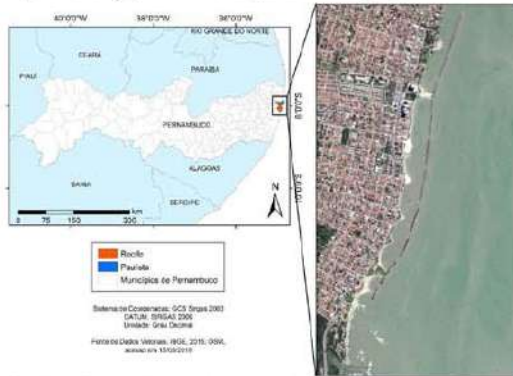


Figura 1. Localização da praia do Janga, no município de Paulista (PE).

#### MATERIAIS E MÉTODOS



As imagens de satélite consultadas foram selecionadas com base no critério de qualidade de visualização para ser identificada a linha de preamar, o que correspondem às imagens registradas em 07/01/2003, 02/12/2011, 24/04/2014 e 16/07/2017.



Figura 2. Recortes temporais amostrais de 07/01/2003 (A); 02/12/2011 (B), e 24/04/2014 (C), 16/07/2017 (D) (Fonte: GOOGLE EARTH PRO, 2018).

A identificação dos quebra-mares ocorreu a partir de técnicas de geoprocessamento, os quais foram vetorizados e numerados de 1 a 9 e identificados pela sigla "QM". A linha de costa foi definida pela marca da linha d'água de preamar, sendo este indicador validado pela tábua de maré da praia do Janga correspondente ao recorte temporal da imagem de satélite.

Tabela 1. Tábua de maré das imagens B; C; D. (Fonte: modificado de DIRETORIA HIDROGRÁFICA NACIONAL, 2018).

Maré	02/12/2011		24/04/2014		16/07/2017	
	Horário	Nível (m)	Horário	Nível (m)	Horário	Nível (m)
1ª	03:36	0,7	06:09	0,6	02:38	0,7
2ª	09:36	1,7	12:13	2,1	09:00	2
3ª	15:56	0,8	18:49	0,4	15:21	0,6
4ª	22:00	1,8	-	-	21:38	1,9

#### RESULTADOS

Os quebra-mares possuem comprimento variável entre 120 m e 650 m, e as respectivas distâncias à linha de costa variam de 120 m a 200 m. A linha de costa em 7/01/2003 se delimitava suavemente defronte às estruturas quebra-mares, em segmentos côncavos e convexos. Em 02/12/2011 houve a formação de tombolo que conectou a estrutura identificada como QM2 à linha de costa, neste registro há a indicação que tenha ocorrido a divisão de um banco de areia posicionado adjacente ao QM9.

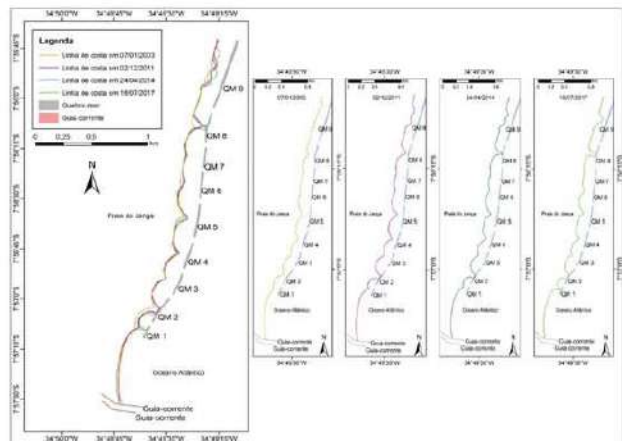


Figura 3. Evolução da formação de tombolos devido a presença de campo de quebra-mares na praia do Janga, Paulista (PE).

Em 24/04/2014 ocorreu a formação de mais um tombolo que conectou o QM8 à linha de costa. No registro seguinte, de 16/07/2017, o banco arenoso adjacente ao QM9 sofreu um novo acúmulo que resultou no seu deslocamento na direção sul em relação ao registro de 2003, ademais, houve a formação de outro tombolo que ligou a estrutura QM1 a linha de costa.

A evolução temporal da variabilidade da linha de costa sob efeito de campo de quebra-mares evidencia a formação de tombolos que aderiram às estruturas QM 1, QM 2 e QM 8. Ademais, houveram variações da posição de linha de costa nos trechos de praia de influência das estruturas QM 9 e QM 5, sendo fundamentalmente deslocamento e engorde de banco de areia.

#### CONCLUSÕES

A dinâmica costeira da praia do Janga está em processo de adaptação ao campo de quebra-mares adjacente, uma vez que a refração das ondas favorece a formação de tombolos que incorporam as estruturas à linha de costa. Esta complexa conjuntura se agrava quando se percebe, pela visualização das imagens de satélite, que a urbanização e as estruturas de orla da cidade (calçadões e barracas de praia) avançam sobre esta área progradada da zona de pós-praia.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFREDINI, Paolo; ARASAKI, Emília. *Obras e gestão de portos e costas: a técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental*. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009, 778 p.  
 ANTUNES, Luís Correia. *Google Earth™ na sala de aula: uma ferramenta útil, divertida e didática*. Porto: Areal Edições, 2013, 95 p.  
 DAVIDSON-ARNOTT, Robin. *An introduction to coastal processes and geomorphology*. New York: Cambridge University Press, 2010, 456 p.  
 DIRETORIA DE HIDROGRÁFICA NACIONAL, 2018. *Marinha do Brasil*. Apud INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. *Tábua de maré*. Rio de Janeiro.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EFEITO DE ESPIGÃO NA POSIÇÃO DE LINHA DE COSTA DA PRAIA DA PONTA D'AREIA, NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS (MA), BRASIL

CERQUEIRA, A. C.<sup>1</sup>; MILANI, I. C. B.<sup>2</sup>; GUIMARÃES, T. M. H.<sup>1</sup>, FIGUEIREDO, B.M.<sup>2</sup>;  
FERREIRA, E. S.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Arthur Costa Cerqueira, [arthurcosta.c@gmail.com](mailto:arthurcosta.c@gmail.com));  
Universidade Federal de Pelotas<sup>2</sup>

A praia da Ponta D'Areia está localizada a noroeste do município de São Luís, no estado do Maranhão, no bairro de Ponta D'Areia, entre os bairros de São Marcos e São Francisco, sendo delimitada pela Lagoa da Jansen e pela Baía de São Marcos. Este trecho litorâneo possui uma extensão de aproximadamente 2,5 km sofrendo a atuação de regime de macromarés. A instalação de uma obra de proteção costeira, como os espigões, visa evitar e mitigar problemas decorrentes de processos erosivos. A região da praia da Ponta D'Areia vinha historicamente sofrendo com processos erosivos, tendo sido necessária a instalação de um espigão, em 2011, como forma a mitigar os problemas decorrentes destes processos e promover o acúmulo de sedimento na direção barlar das correntes longitudinais de deriva litorânea, podendo também ocasionar processos erosivos em áreas distais a sotamar da estrutura. A partir de visualização de imagens de satélite e de ortofotomapas, o objetivo deste trabalho é verificar os diferentes delineamentos da linha de costa da praia da Ponta D'Areia ao longo do tempo (sendo 3 registros de imagens de satélites em 2004, 2013 e 2017), em condições antes da construção do espigão e em situações após a sua construção. A linha de costa em cada recorte temporal foi delimitada pela marca da posição média na linha de preamar, a qual foi verificada pelos registros da tábua de maré correspondente a praia da Ponta D'Areia e ao dia da imagem de satélite. Os resultados deste trabalho retratam que a situação da linha de costa em 16/11/2004 da Ponta D'Areia possuía estreita faixa de praia que delimitava o pontal arenoso, a urbanização era composta por casas e havia loteamentos inabitados. O recorte temporal de 24/12/2013, cerca de 2 anos após a instalação do espigão, evidencia que a morfologia praial já estava em adaptação ao espigão. A situação em 11/06/2017 mostra que a dinâmica litorânea na linha de costa da praia da Ponta D'Areia segue em ritmo de acreção de sedimentos, havendo inclusive intensificação da urbanização em virtude da construção de empreendimentos imobiliários na região. O espigão costeiro da praia da Ponta D'Areia desempenhou sua função de acreção de areia e aumento da área da zona de praia, configurando mudanças perceptíveis na geomorfologia costeira. O aumento da zona de praia configura um efeito desejável quando se constrói um espigão costeiro, considerando a necessidade de se estabilizar a linha de costa que estava acometida por retrogradação devido a processos erosivos. O espigão passa a barrar este sedimento perdido e intercepta parcialmente os sedimentos transportados pela deriva litorânea, e, portanto, suas modificações na linha de costa proporcionaram novas áreas de lazer para a comunidade local, acentuando a urbanização nas áreas adjacentes da praia da Ponta D'Areia.

Palavras-chave: Erosão. Espigão. Sedimentos.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### EFEITO DE ESPIÇÃO NA POSIÇÃO DE LINHA DE COSTA DA PRAIA DA PONTA D'AREIA, NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS (MA), BRASIL

CERQUEIRA, A. C.<sup>1</sup>; MILANI, I. C. B.<sup>2</sup>; GUIMARÃES, T. M. H.<sup>1</sup>; FIGUEIREDO, B. M.<sup>2</sup>; FERREIRA, E. S.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup>; Universidade Federal de Pelotas<sup>2</sup>



UFPEL

#### INTRODUÇÃO

A praia da Ponta D'Areia está localizada a noroeste do município de São Luís, no estado do Maranhão, no bairro de Ponta D'Areia, entre os bairros de São Marcos e São Francisco, sendo delimitada pela Lagoa da Jansen e pela Baía de São Marcos. Este trecho litorâneo possui uma extensão de aproximadamente 2,5 km sofrendo a atuação de regime de macromarés (CORREIA et al., 2006). A instalação de uma obra de proteção costeira do tipo estrutural, como os espigões, visa mitigar problemas decorrentes de processos erosivos. No entanto, o dimensionamento equivocado destas estruturas podem ocasionar processos erosivos em áreas distais a sotamar da estrutura, resultando em ineficiência funcional da obra (ALFREDINI E ARASAKI, 2009). O objetivo deste trabalho é verificar, a partir de visualização de imagens de satélite e de ortofotomapas, a variabilidade espaço-temporal linha de costa da praia da Ponta D'Areia ao longo do tempo devido a construção do espigão costeiro.

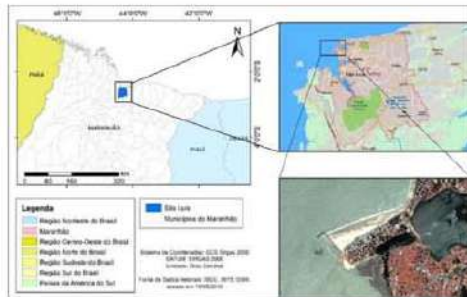


Figura 1. Localização da praia da Ponta D'Areia, em São Luís (MA).

#### MATERIAIS E MÉTODOS



Figura 2. Recortes temporais amostrais de 16/11/2004 (A); 24/12/2013 (B); e 11/06/2017 (C).

A linha de costa em cada recorte temporal foi delimitada pela marca da posição média na linha de preamar, a qual foi validada pelos registros da tábua de maré correspondente a praia da Ponta D'Areia nos dias da imagem de satélite.

Tabela 1 - Tábua de maré do município de São Luís (MA). (Fonte: modificado de DIRETORIA HIDROGRÁFICO NACIONAL, 2013).

Maré	24/12/2013		11/06/2017	
	Horário	Nível (m)	Horário	Nível (m)
1ª	04:58	1,3	01:53	1,1
2ª	11:19	4,9	07:53	5,3
3ª	17:34	1,4	14:21	0,9
4ª	23:36	5,0	20:24	5,3

#### RESULTADOS

Os resultados deste trabalho retratam que a situação da linha de costa em 16/11/2004 da Ponta D'Areia possuía estreita faixa de praia que delimitava o portal arenoso, a urbanização era composta por casas e havia loteamentos inabitados. O recorte temporal de 24/12/2013, cerca de 2 anos após a instalação do espigão, evidencia que a morfologia praial já estava em adaptação ao espigão. Em 11/06/2017 é indicado que dinâmica litorânea na linha de costa da praia da Ponta D'Areia segue em ritmo de acreção de sedimentos na pós-praia, havendo também a intensificação da na ocupação urbana com a construção de empreendimentos imobiliários.

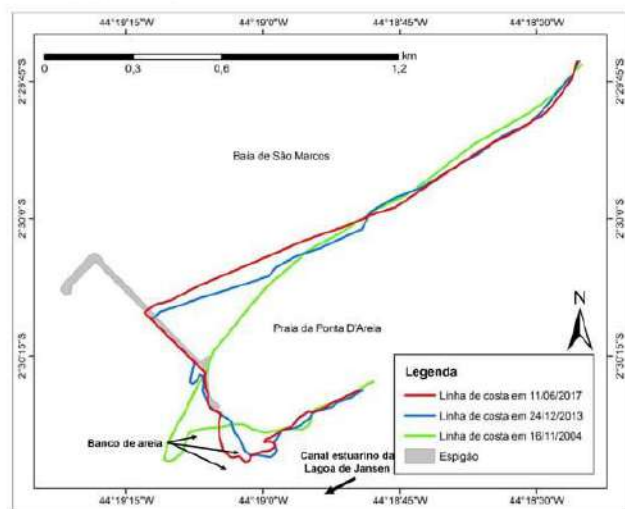


Figura 3. Variações da linha de costa na praia da Ponta D'Areia, São Luís (MA) devido a efeitos de espigão costeiro.

Silva e Sales (2009) indicam que a ocupação urbana em margens de rios que depositam sedimentos no Golfo Maranhense ocasiona menos aporte na circulação sedimentar nas correntes litorâneas, levando a problemas erosivos na Praia da Ponta D'Areia. A morfologia da praia após a construção do espigão costeiro indica que se desenvolveu um processo de acreção de areia e aumento da área do pós-praia, configurando em progradação da linha de costa e na geomorfologia costeira local.

O aumento do volume de areia no pós-praia indica que o espigão desempenha a sua função de proteção da costa no sentido de barlamar do espigão, ou seja, a montante da estrutura. No entanto, processos erosivos podem ocorrer no sentido sotamar do espigão, como pode ser observado no banco de areia que passa por um processo erosivos entre os anos 2004 e 2013, se deslocando para Leste, e sofrendo acúmulo entre 2013 e 2017.

#### CONCLUSÕES

Até as imagens de satélite foi possível identificar uma área urbanizada, em 2004, ocupada basicamente por casas, sendo este registro anterior a construção do espigão quando a faixa de praia era estreita. As imagens de satélite recentes mostram que os efeitos na linha de costa do espigão indicam a progradação do pós-praia devido aos seus efeitos na interceptação parcial dos sedimentos da deriva litorânea. Esta nova morfologia praial é acompanhada pela intensificação da ocupação urbana com o surgimento de grandes empreendimentos imobiliários.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFREDINI, Paulo; ARASAKI, Emilia. *Obras e gestão de portos e costas: a técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental*. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2009, 776 p.
- CORREIA, F. F. et al. Caracterização da paisagem da faixa costeira do norte da ilha do Maranhão: o caso da praia da Ponta D'Areia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 8., 2006, Goiânia. *Anais eletrônicos*. Disponível em: <http://siic.unb.br/ugb/sinago6/11012.pdf>. Acesso em: 20 de agosto de 2018.
- SILVA, S. C. O.; SALES, V. C. C. Processos morfodinâmicos na praia da ponta d'areia: uso de espaços litorâneos e impactos ambientais. In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 8., 2009, Viçosa. *Anais eletrônicos*: Viçosa: UFV, 2009. Disponível em: <http://www.geomorfologia.ufv.br/simpósio/simpósio/trabalhos/resumos\_expandidos/eixo\_12/0205.pdf>. Acesso em: 22 de setembro de 2018.

#### Agradecimentos

Ao grupo de pesquisa de Gerenciamento da Costa Brasileira e a Universidade Federal de Pelotas pelo incentivo a pesquisa.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ECOFÁCIES E PROCESSOS DE SEDIMENTAÇÃO HOLOCÊNICO EM ESTUÁRIO: ESTUDO DE CASO NA BAÍA DE TODOS OS SANTOS, BA-BRASIL

MEIRELES, R.P.; DIAS, L.P.; PAZ, U.A. de O.

Universidade Federal da Bahia (Ricardo Piazza Meireles, [ricardo.meireles@ufba.br](mailto:ricardo.meireles@ufba.br)).

A Baía de Todos os Santos (BTS) é considerada uma das maiores baías do Brasil, tem sua origem relacionada com o aulacógeno que formou da Bacia do Recôncavo, durante o Cretáceo Inferior. A BTS é receptora de sedimentos retrabalhados das formações desta bacia, além de produtora de sedimentos carbonáticos, devido a bioconstrução cíclica de recifes de corais em seu interior. Nos vales incisos, sua profundidade chega a -60 metros, que são atribuídos a baixos níveis relativos do mar durante o Quaternário e a própria tectônica local. O objetivo desta pesquisa é o de individualizar os diferentes refletores sísmicos, para compreender a arquitetura deposicional em subsuperfície e identificar variações faciológicas em superfície para gerar modelos que reflitam como os processos deposicionais atuam em ambiente estuarino/marinho raso e afetam a sedimentação em regiões tropicais com regime de meso-maré, como o caso da BTS. Para o estudo foram utilizadas ~150km de linhas de sísmica rasa, adquiridas por perfilador tipo CHIRP (18 kHz), coletadas entre os anos de 1984 e 1985. As fácies sedimentares foram observadas a partir do reprocessamento de dados pré-existentes nos mapeamentos de fundo da BTS realizados nos últimos 50 anos e especializados em ambiente SIG. Foram reconhecidas 6 (seis) ecofácies: Fácies I - associada à camada de topo do registro sísmico, correspondendo a lamias; Fácies II - apresenta estratificações plano-paralelas e é caracterizada como uma camada predominantemente arenosa; Fácies III - corresponde às superfícies erosivas e paleo-canais; Fácies IV - correlacionada às cortinas de gás do tipo cobertura acústica; Fácies V - corresponde ao embasamento cristalino; Fácies VI - correspondem aos depósitos carbonáticos de estromatólitos (biohermas). Em termos de fácies sedimentares, os principais resultados encontrados são: na Baía de Iguape houve diminuição expressiva das fácies de cascalho, aumento de areia média provenientes do rio Paraguaçu, maior acúmulo de areia fina no interior da baía e predomínio de lama ao longo das margens; na desembocadura do canal do rio Paraguaçu foi observado a diminuição expressiva das fácies de cascalho e areias, concentradas atualmente nas barras de canais; predomínio das lamias ao longo de todo o canal; no interior da BTS as fácies de cascalho são esparsas e localizadas entre a ilha dos Frades e Itaparica sempre acima da cota -20 metros, observa-se, também diminuição das fácies de areia média no canal de Itaparica, sendo que as maiores diminuições foram observadas nas fácies de areia fina, atualmente concentradas no canal de Itaparica, na porção norte desta ilha e nas proximidades do bairro de Paripe (Salvador). Observa-se também grandes quantidades de lamias em toda a porção norte com aumento na concentração atual no centro da baía.

**Palavras-Chave:** Quaternário. Ecofácies. Fácies Sedimentares.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ANÁLISE DE PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR E EVOLUÇÃO HOLOCÊNICA DO DELTA DO PARNAÍBA ATRAVÉS DE TESTEMUNHO POR VIBRAÇÃO

SMITH, F.S.G.<sup>1</sup>; VITAL, H.<sup>1</sup>; SILVA, A.G.A.<sup>1</sup>; PEREZ, Y.A.R.<sup>1</sup>; STATTEGGER, K.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1</sup> (Fernando Sérgio Gois Smith, [fsg.smith@yhao.com.br](mailto:fsg.smith@yhao.com.br)), Christian Albrecht University Kiel, Alemanha<sup>2</sup>

O presente trabalho compreende a descrição de testemunhos coletados em sedimentos holocênicos recentes do delta do rio Parnaíba, inserido na Margem Equatorial Brasileira, localizado na divisa entre os estados do Piauí e Maranhão, Bacia de Barreirinhas. Trata-se de um delta assimétrico dominado por ondas e influenciado por marés com cerca de 100 km de largura que recebe sedimentos erodidos das bacias de Parnaíba e de Barreirinhas. Devido as poucas alterações antropogênicas (baixo número de habitantes e ao baixo nível de desenvolvimento socioeconômico) desta região do Nordeste brasileiro, o delta do rio Parnaíba é um raro exemplo de sistema deposicional deltaico que ainda apresenta grande parte de suas feições naturais com poucas intervenções humanas. Neste contexto foram coletados 9 testemunhos rasos em sedimentos inconsolidados através do método de vibração (*vibra-core*) resultando num total de 14,86 metros. Os testemunhos foram descritos visualmente e totalmente amostrados para realizar análises granulométrica, composicional, microfscópica e mineralógica em um total de 295 amostras de intervalos transversais regulares. Datações pelo método radiocarbono e perfis de emissão de radiação gamma foram feitos em 4 testemunhos visando realizar estudos de proveniência sedimentar no delta e identificar as mudanças de ambiente deposicional as quais devem estar relacionadas à migração lateral do canal principal do rio Parnaíba e ao isolamento da porção oeste do delta durante o Holoceno. Nas descrições realizadas foi observado granodecrescência ascendente nos cinco testemunhos, os topos apresentem areias muito finas ou lama com altos teores de matéria orgânica (M.O.) e carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). Na seção intermediária ocorrem areias variando entre muito finas e médias com rápida queda nos teores de M.O. e CaCO<sub>3</sub>. Enquanto, na base ocorre areia fina com baixos teores de M.O. e CaCO<sub>3</sub>. A transição entre os ambientes lamoso e arenoso ocorre de forma abrupta, porém concordante, entre as profundidades de 42 e 72 cm. A mineralogia na base dos testemunhos na porção oeste do delta, próximos a Tutoia MA apresenta grandes semelhanças com a mineralogia do testemunho localizado no canal principal do Parnaíba. Porém, os topos apresentam variações significativas, indicando que no passado o rio Parnaíba depositou sedimentos diretamente na porção oeste do delta e em algum momento esta realidade mudou. Indicando que, neste período o canal principal corresse através da porção oeste e os grandes canais de maré do delta são na realidade antigos canais principais que foram abandonados com a migração lateral do rio.

Palavras-chave: Delta. Sedimentologia. Evolução Holocênica. Vibra-core.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### ANÁLISE DE PROVENIÊNCIA SEDIMENTAR E EVOLUÇÃO HOLOCÊNICA DO DELTA DO PARNAÍBA ATRAVÉS DE TESTEMUNHO POR VIBRAÇÃO

FERNANDO S. G. SMITH<sup>1</sup>; HELENICE VITAL<sup>1</sup>; ANDRÉ G AQUINO DA SILVA<sup>1</sup>; YOE A. R. PEREZ<sup>1</sup>; KARL STATEGGER<sup>2</sup>

UFRN, GGEMMA<sup>3</sup>; CHRISTIAN ALBRECHT<sup>2</sup>



#### INTRODUÇÃO

O delta do Parnaíba, localizado nos estados do Piauí e Maranhão, Bacia de Barreirinhas é um delta assimétrico dominado por onças e influenciado por marés que ocupa cerca de 100 km de linha de costa. Sua porção oeste é composta por um sistema de grandes canais de maré isolados do Rio Parnaíba.

Este trabalho compreende a descrição de 9 testemunhos coletados em sedimentos recentes do delta para realizar um estudo de proveniência sedimentar com o objetivo de checar a hipótese de que, durante o Holoceno, os grandes canais de maré da porção oeste estiveram diretamente conectados ao Rio Parnaíba e uma intensa migração lateral do rio para leste isolou toda a porção oeste, tornando o delta assimétrico.

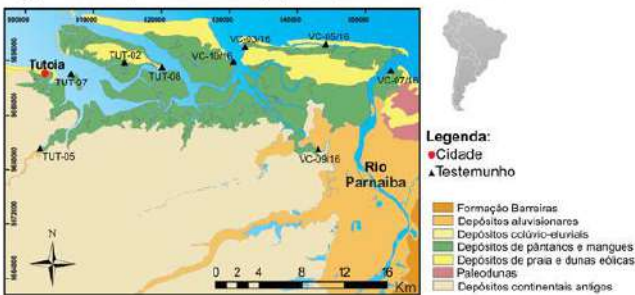


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

#### MATERIAIS E MÉTODO

Os testemunhos foram coletados pelo método de vibração (vibra-cores) totalizando 14,86 metros de material dividido em 295 amostras de intervalos transversais regulares. Análises granulométrica, composicional, morfológica e mineralógica foram realizadas em todas as amostras. Em 4 destes testemunhos foram feitas análises químicas (EDS) com microscópio eletrônico, datações pelo método radiocarbono e perfis de emissão de radiação gamma.

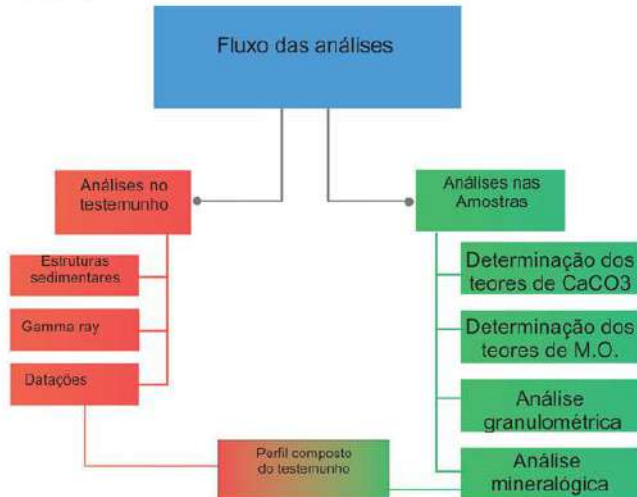


Figura 2. Fluxograma da metodologia do trabalho.

#### RESULTADOS

Na base dos 4 testemunhos mais a oeste do delta foi identificado uma camada de areia fina com baixos teores de M.O. e CaCO<sub>3</sub> indicando origem continental dos sedimentos. Nesta camada foi identificada mineralogia muito semelhante à encontrada no Rio Parnaíba. Entre 1 metro de profundidade e o topo destes testemunhos é identificada uma tendência de afinamento para o topo acompanhada de mudança na mineralogia e aumento nos teores de M.O. e CaCO<sub>3</sub>, indicando uma mudança na fonte sedimentar e uma maior influência de sedimentos marinhos na deposição.

Nos testemunhos mais a leste no delta a mineralogia é a mesma em todo o intervalo e as curvas granulométricas apontam um leve engrossamento para o topo acompanhada de queda nos teores de M.O. e CaCO<sub>3</sub> indicando um aumento na influência do rio nesta área. Todas as datações apontaram idades inferiores à 6500 AP.

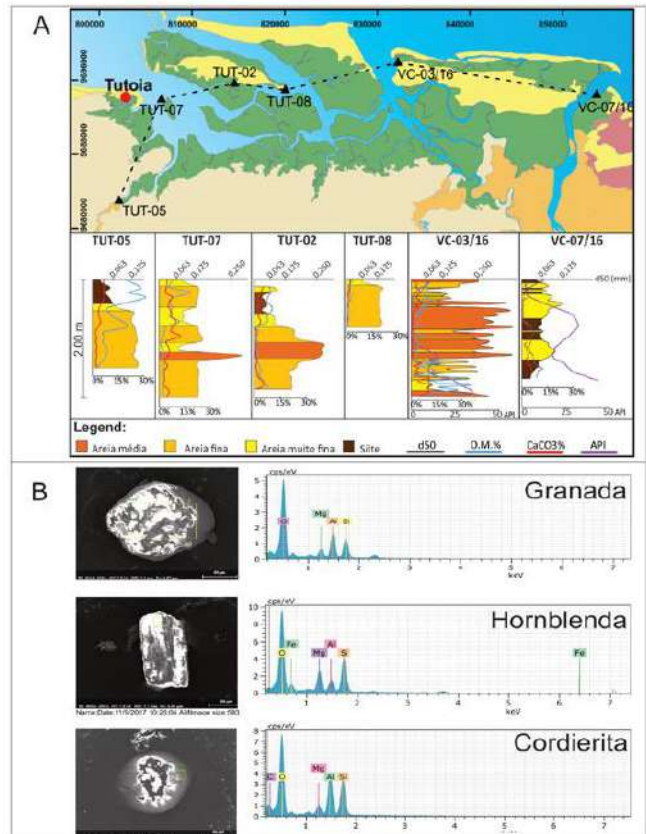


Figura 3. A) Perfil composto dos testemunhos. B) Identificação mineral com MEV

#### DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A presença de uma camada de areia de origem continental na base dos testemunhos mais a oeste que apresenta a mesma mineralogia encontrada no Rio Parnaíba atual indica que no passado, o canal principal era conectado a esta porção. A mudança na mineralogia e nos perfis corrobora com a ideia de que durante o Holoceno ocorreu o isolamento da porção oeste e a deposição passou a ser controlada principalmente pelas marés com material mais fino de origem marinha, indicando que, os grandes canais de maré do delta são na realidade antigos canais principais do Rio Parnaíba que foram abandonados com a migração lateral do rio.

Por fim, este trabalho contribui para com o 14º Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 visando enriquecer a informação científica disponível para conservar as zonas costeiras e marinhas.

#### AGRADECIMENTOS

Ao PRH-229 (Petrobras). À CAPES (processo nº 88861.088034/2014-01). Ao CNPQ - (Processo nº 311413/2016-1, chamada CNPQ nº. 12/2016). Ao INCT AmTropic - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia "Ambientes Marinhos Tropicais" (Heterogeneidade Espaço-Temporal e Respostas a Mudanças Climáticas (CNPQ-CAPES-FAPESE).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aquino da Silva, A., Stategger, K., Schwarzar, K., Vital, H., 2015. Seismic stratigraphy as indicator of late Pleistocene and Holocene sea level changes on the NE Brazilian continental shelf. *Castro, J.C. & Castro, M.R., 2008. Ambiente Silioclastico do Brasil, 2008. 170-193.*  
 Collazos, L. Q., Pámlis, R. F., Vidal, A. S., Guillén, J., Duran, R., Cebello, P. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 189, 267-280.  
 Galloway, W. E., 1975. Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems. In: Broussard, M. L. (ed.), *Deltas Models for Exploration*. Houston Geological Society, 87-98.  
 Goes, A.M.O. & Feijó, J.F., 1994. Bacia do Parnaíba. *Bol. Geociências da Petrobras* 6, 57-67.  
 Szczygielski, A., Stategger, K., Schwarzar, K., Vital, H., Aquino da Silva, A., Koeng, J., 2015. Evolution of the Parnaíba Delta (NE Brazil) during the late Holocene. *Geo-Mar Lett* 35, 105-117. doi:10.1007/s00367-014-0395-x.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO ESTUDO DO COMPORTAMENTO MORFODINÂMICO DO DELTA DO PARNAÍBA NOS ÚLTIMOS 30 ANOS

FERREIRA, T.A.B; AQUINO DA SILVA, A.G; PEREZ, Y.A.R.; VITAL, H.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Thiago Augusto Bezerra Ferreira, [ferreira.augustus@gmail.com](mailto:ferreira.augustus@gmail.com))

As regiões deltaicas são ambientes transicionais, nos quais ocorrem mudanças ininterruptas em diferentes escalas temporais e espaciais, as quais estão relacionados os processos oceanográficos, fluviais, climáticos e antropogênicos. O monitoramento contínuo desse ambiente pode auxiliar na compreensão da distribuição espacial dos riscos de erosão, predição da sua tendência de desenvolvimento, e assim facilitar a tomada de decisões mitigadoras e adaptadoras. O principal objetivo desta pesquisa, realizada no âmbito do Instituto Nacional em Ciência e Tecnologia em Ambientes Marinhos Tropicais (INCT AmbTropic) e Projeto CSF-PVE-S Evolução Holocênica e dinâmica atual do delta do Parnaíba: resposta de um delta natural às mudanças climáticas e à subida do nível do mar, foi investigar o comportamento da Zona Costeira do Delta do Parnaíba (DP) no período entre 1984 e 2017, de forma a determinar as taxas de recuo e progradação da linha costa a partir do uso de imagens de satélite e métodos estatísticos. O litoral do DP, entre as praias do Arrombado (PI) e do Caju (MA), tem aproximadamente 100 km de extensão e foi dividido em quatro setores (I - IV) para este estudo. A partir da utilização métodos estatísticos provenientes do software Digital Shoreline Analysis (DSAS), tais como o Weighted Linear Regression (WLR e WRL<sup>2</sup>) e End Point Rate (EPR), foi possível determinar as taxas da linha de costa em cinco (5) classes: erosão intensa, erosão moderada, estabilidade, acreção moderada e acreção intensa. Os resultados revelaram que, em uma escala intermediária de tempo (1984 a 2017), 21% das praias no delta exibiram erosão intensa dos transectos de praia exibiram erosão intensa, 30% erosão moderada, 4% são estáveis, 29% acreção moderada e 15% acreção intensa. Individualmente, o setor IV, setor que compreende a praia do Caju, foi o que apresentou uma maior erosão costeira enquanto o setor II, que abrange as praias Eólica, Pedra do Sal, Cotia e Barra das Canárias, teve uma maior acreção de sedimentos. Considerando os valores médios (-0,44 m / ano) e medianos(-0,49 m / ano), todo o delta pode ser classificado como uma região relativamente estável. Em curtos intervalos de tempo, variações da linha de costa estão diretamente relacionados com a influência hidro climática na bacia de drenagem, especificadamente com os efeitos El Niño e La Niña. Diferentemente da maioria dos litorais deltaicos em todo o mundo, o DP não é gravemente afetado pela ação antropogênica, sugerindo que a condição de desenvolvimento natural seja o fator responsável pela estabilidade a curto/intermediário prazo da linha de costa.

Palavras-chave: Delta do Rio Parnaíba. Sensoriamento remoto. Digital Shoreline Analysis. Erosão costeira.





## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### GEOTECNOLOGIAS APLICADAS AO ESTUDO DO COMPORTAMENTO MORFODINÂMICO DO DELTA DO PARNAIBA NOS ÚLTIMOS 30 ANOS

FERREIRA, T.A.B.<sup>1,2</sup>; AQUINO DA SILVA, A.G.<sup>1,2</sup>; PEREZ, Y.A.R.<sup>1,2</sup>; VITAL, H.<sup>1,2,3</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental<sup>1</sup>  
Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brazil<sup>2</sup>  
Departamento de Geologia<sup>3</sup>



#### INTRODUÇÃO

As regiões deltaicas são ambientes transicionais, nos quais ocorrem mudanças ininterruptas em diferentes escalas temporais e espaciais, relacionados tanto aos processos antropogênicos quanto naturais (ondas, marés, correntes, ventos, descarga fluvial, clima, eventos tropicais, etc.). O monitoramento desse ambiente pode auxiliar na compreensão da distribuição espacial dos tipos de erosão, facilitando assim, a tomada de decisões adaptadoras contra as mudanças globais e contribuindo para o crescimento urbano sustentável, ambas propostas estabelecidas pela plataforma de agenda 2030 (ODS 11, 13 e 14).

O principal objetivo do trabalho foi analisar a evolução temporal das praias situadas no delta do Parnaíba (figura 1), em curtas (anos) e intermediárias (décadas) escalas temporais, e discutir as principais mudanças, por meio da utilização de imagens de satélites e Sistema de informações geográficas.

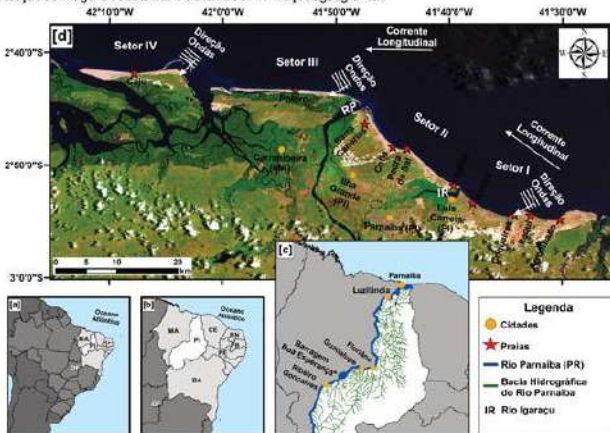


Figura 1. Mapa de Localização do Delta do Parnaíba (área de estudo)

#### MATERIAIS E MÉTODO

A metodologia proposta desse estudo pode ser dividida em: (a) Aquisição de dados hidroclimáticos (vazão e precipitação), (b) Aquisição e pré-processamento (Correção atmosférica [Chavez, 1986] e geométrica) de imagens Landsat; (c) Delimitação automática da linha de costa (Xu, 2006) e análise das incertezas e (d) a quantificação das mudanças da linha de costa a partir do Digital Shoreline Analysis System (DSAS) – método Weighted Linear Regression (WLR) e End Point Rate (EPR).

As taxas da linha de costa foram divididas em cinco (5) classes: erosão intensa, erosão moderada, estabilidade, acreção moderada e acreção intensa.

#### RESULTADOS

Os resultados revelaram que, em uma escala intermediária temporal (1984 a 2017), 21% do delta exibiu erosão intensa, 30% erosão moderada, 4% são estáveis, 29% acreção moderada e 15% acreção intensa (figura 2). Majoritariamente a erosão ocorre a oeste da desembocadura do Rio Parnaíba (setores III e IV), enquanto que a deposição e estabilidade, prevalecem no lado leste (setores I e II).

Em uma curta escala temporal (anos), o delta experimentou 6 períodos de erosão e 5 de progradação (figura 3). As maiores taxas erosivas (1995 - 1999; 2009 - 2012) e progradações (2007-2009) estão diretamente relacionados, respectivamente, com os períodos de menor e maior vazão no rio Parnaíba (figura 4). Nos demais períodos, houve um equilíbrio entre as taxas de erosão e acreção sedimentar.

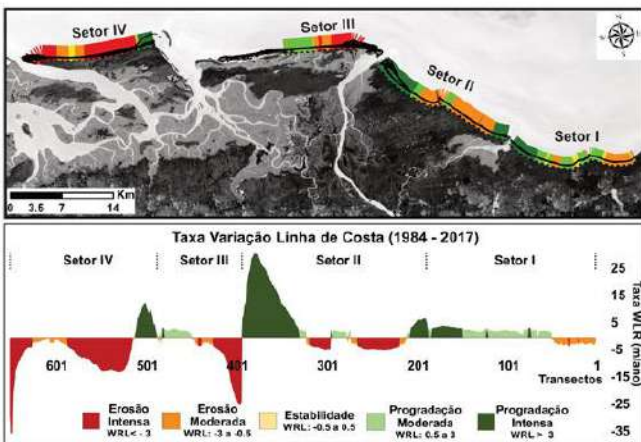


Figura 2. Variação da Linha de Costa numa escala intermediária de tempo (1984 - 1987)

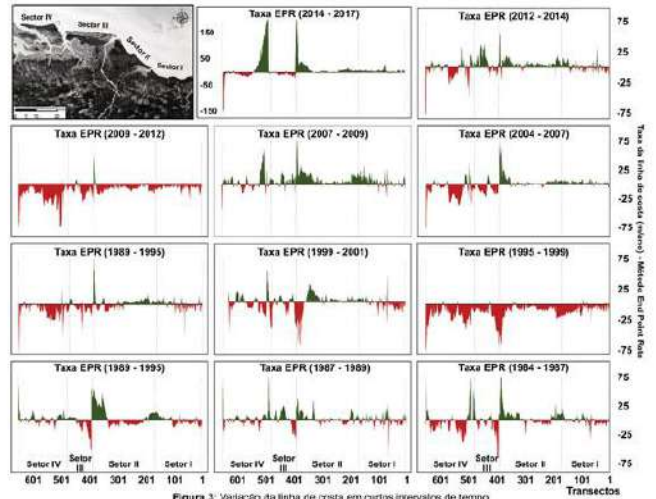


Figura 3. Variação da linha de costa em curtos intervalos de tempo

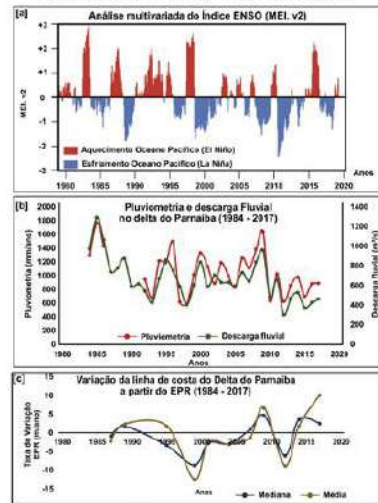


Figura 4. Comparação entre pluviometria, descarga fluvial e variação da Linha de costa

#### CONCLUSÕES

Devido a pequena influência antrópica na região, ilustrado pela baixa densidade populacional na sua zona costeira (Paula et al 2016), crescimento da área de manguezais (Lacorda et al 2006), pouca extração de areia e argila (CEPRO, 2008) no delta e apenas a construção de uma barragem em todo curso fluvial do seu rio (Aquino et al 2015, 2019), sugere-se que a condição de desenvolvimento natural seja o fator responsável pela estabilidade a curto/intermediário prazo da linha de costa.

#### AGRADECIMENTOS

Aos órgãos financiadores CAPES(86881.068/034/2014-01, CAPES CSF-PVE 2014 3ª chamada) e CNPq (nº311413/2016-1, Chamada CNPq nº. 12/2016) Esta é uma contribuição INCT AmbTropic.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aquino da Silva AG, Staligger K, Schwarzer R, et al (2016) The Influence of Climatic Variations on River Delta Hydrodynamics and Morphodynamics in the Parnaíba Delta Basin. J Coast Res 314:930-940.  
Chavez P.S.(1998) Image-based atmospheric corrections - revisited and improved. Photogramm Eng Remote Sensing 62:1025-1036.  
Paula, J. E. A. De Moraes, & O. Pinheiro. L.S. Gomes, M.L. Piau Beach Systems. Brazilian Beach Systems. 1ed. Flórida, USA: SPRINGER, 2016, v. 17, p. 0-311.  
Thieler, E.R., Himmelstoss, G.A., Zichichi, J.L., and Ergul, Ayhan, 2017. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 4.0 – An ArcGIS extension for calculating shoreline changes (ver.1.4, July 2017). U.S. Geological Survey Open-File Report 2009-1278  
Xu H(2005) Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **OCUPAÇÃO URBANA E PLANO DE MANEJO DA APA DA BALEIA FRANCA NO ENTORNO DO SAMBAQUI GAROPABA DO SUL – JAGUARUNA (SC, BRASIL)**

BARTH, H. G.; GRUBER, N. L. S

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Hiago Godoi Barth, [hiagobarth@gmail.com](mailto:hiagobarth@gmail.com))

O presente trabalho analisa o Plano de Manejo da APA da Baleia Franca (APABF) com o crescimento urbano de 2014 a 2019 no entorno do Sambaqui Garopaba do Sul – sítio e patrimônio arqueológico de importância incomensurável –, município de Jaguaruna (SC, Brasil). Parte da área (28°37'89"S; 48°53'34"O), loteamento irregular Maria Terezinha, está sob ação civil pública por diversas irregularidades e é foco da atenção do Ministério Público Federal. Porém, a APABF põe áreas urbanas legais sob irregularidade temporária, a ser resolvida judicial ou administrativamente. Os objetivos principais são de analisar o zoneamento da APABF com a área urbanizada e seu crescimento no período. Para tanto, utilizo de imagens de satélite dos anos de 2014 e 2019 obtidas no software Google Earth Pro© para mapear a área urbana; faço o georreferenciamento das imagens e do mapa do Plano de Manejo da APABF no ArcMap 10.5.1; analiso os produtos gerados no QGIS 3.6.3. Por fim, concluo que toda a área urbanizada do entorno do Sambaqui está sob alguma irregularidade conforme a APABF, e não apenas o loteamento Maria Terezinha, e destas, algumas são passíveis de processos judiciais e administrativos que possam fazê-los permanecer na área. Também identifico a localidade de Garopaba do Sul como maior perigo ao Sambaqui, sítio e patrimônio arqueológico ameaçado. A área, portanto, precisa urgentemente de atenção das autoridades responsáveis e da população local.

Palavras-chave: Gerenciamento Costeiro. SIG. Plano de manejo. Sambaqui.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### OCUPAÇÃO URBANA E PLANO DE MANEJO DA APA DA BALEIA FRANCA NO ENTORNO DO SAMBAQUI GAROPABA DO SUL – JAGUARUNA (SC, BRASIL)

BARTH, Hiago G.<sup>1</sup>; GRUBER, Nelson L. S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO)/UFRGS



#### INTRODUÇÃO

O presente trabalho analisa o Plano de Manejo da APA da Baleia Franca (APABF) (ICMBio, 2018) com o crescimento urbano de 2014 a 2019 no entorno do Sambaqui Garopaba do Sul (28°37'39"S; 48°53'34"W) – sítio e patrimônio arqueológico de importância incomensurável –, no município de Jaguaruna (SC, Brasil). Parte da área, Loteamento Maria Terezinha, está sob Ação Civil Pública (ACP) por irregularidades fundiárias e ambientais e é foco da atenção do Ministério Público Federal (MPF), do contrário da localidade de Garopaba do Sul, que não está sob ACP. Porém, a APABF põe áreas urbanas legais sob irregularidade temporária a ser resolvida judicial ou administrativamente. Em dezembro de 2018, o Ministério do Meio Ambiente instituiu o Plano de Manejo da APABF (BRASIL, 2018), modificando as características legais de ocupação da área. Os objetivos principais, então, são de analisar o zoneamento da APABF com a área urbanizada e seu crescimento no período 2014-2019. Também, este trabalho compõe a 3ª fase do *Projeto Diagnóstico e Plano de Manejo das Dunas Frontais de Jaguaruna: Implementação*.



Figura 1: Localização da área de estudo.

Núcleo urbano	2014	2014-2019	2019	Aumento
Garopaba do Sul	218.661 m <sup>2</sup>	66.895 m <sup>2</sup>	285.556 m <sup>2</sup>	23,4 %
L. Maria Terezinha	24.303 m <sup>2</sup>	14.883 m <sup>2</sup>	39.186 m <sup>2</sup>	37,9 %
Total	242.964 m <sup>2</sup>	81.778 m <sup>2</sup>	324.742 m <sup>2</sup>	25,1 %

Tabela 1: Área urbanizada por núcleo urbano.

Núcleo urbano	2014	2014-2019	2019	Aumento
Garopaba do Sul (50m)	3.519 m <sup>2</sup>	785 m <sup>2</sup>	4.304 m <sup>2</sup>	18,2 %
L. Maria Terezinha (200m)	729 m <sup>2</sup>	5.597 m <sup>2</sup>	6.326 m <sup>2</sup>	86,4 %
Garopaba do Sul (200m)	22.200 m <sup>2</sup>	18.617 m <sup>2</sup>	40.817 m <sup>2</sup>	45,6 %
Total (200m)	22.929 m <sup>2</sup>	24.214 m <sup>2</sup>	47.143 m <sup>2</sup>	51,3 %

Tabela 2: Área urbanizada dentro dos limites do Sambaqui.

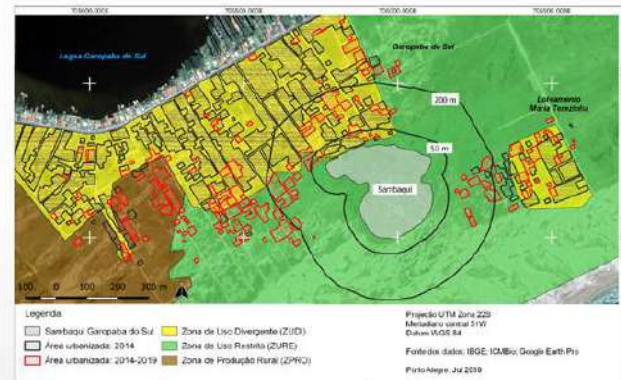


Figura 2: Entorno do Sambaqui Garopaba do Sul.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa usa de imagens de satélite do software Google Earth Pro® de 06/01/2014 e 22/01/2019, com mapeamento realizado nos softwares ArcMap 10.5 e QGIS 3.6 após georreferenciamento das mesmas. Também, consistiu na revisão bibliográfica do Plano de Manejo da APABF para o conhecimento do zoneamento. O mapa do Plano de Manejo da APABF, por não estar disponível online, foi digitalizado para que se pudesse realizar a análise espacial entre as áreas urbanizadas e as zonas da APABF. Portanto, a metodologia consiste na análise espacial do zoneamento da APABF com a área urbanizada de 2014 e 2019 e o aumento da mesma verificado no período.

#### RESULTADOS

A APABF altera significativamente a configuração do manejo no município de Jaguaruna, incluindo o entorno do Sambaqui Garopaba do Sul, esta, que passa a ser destinada a usos não urbanos, como os de uso rural e de preservação ambiental.

Também, altera a área de preservação permanente dos Sambaquis situados dentro dos limites da APABF, que passa de 50m (JAGUARUNA, 2010) para 200m.

A Zona de Uso Divergente (ZUDI) é a classe que modifica significativamente o manejo no entorno do Sambaqui, pois dá caráter contraditório às áreas urbanizadas que compreende, que devem ter sua permanência resolvida judicial ou administrativamente. Considerando o embargo do MPF no L. Maria Terezinha, a inclusão de novas áreas para o embargo torna-se possível, incluindo não apenas o Loteamento Maria Terezinha e a Localidade de Garopaba do Sul.

Sobre o crescimento da área urbanizada, as tabelas ao lado descrevem o as situações de 2014 e 2019 e a taxa de crescimento no período. Estão descritos os valores totais e parciais para cada núcleo urbano (Loteamento Maria Terezinha e Localidade de Garopaba do Sul) e no recorte para a área urbanizada dentro da área de preservação do Sambaqui Garopaba do Sul de 50m e 200m. Todas as avaliações da evolução temporal da área urbanizada demonstram o crescimento das mesmas, avançando sob áreas destinadas à preservação ambiental e arqueológica, conforme análise de cartografia gerada (Fig. 2).

#### CONCLUSÕES

Com o caráter oficial vigente da APABF outorgado pela Portaria 1.123/2018 (BRASIL, 2018), este instrumento de ordenamento territorial costeiro e marinho passa a se tornar mais um ator na Governança Costeira de Santa Catarina, modificando radicalmente a tomada de decisão no gerenciamento costeiro daquele Estado.

Para a área de estudo, fica clara a intenção do órgão gestor da APABF de ordenar o território para fins de preservação com o mínimo de ocupação urbana, o que certamente gerará conflitos entre os atores costeiros de Jaguaruna, que desde meados de 2010 reivindicam maior liberdade para empreendimentos à beira mar.

Também, o aumento da área urbanizada no entorno do Sambaqui segue a tendência observada por Cristiano *et al.* (2015) e Gruber *et al.* (2017), de avanço sob a área de proteção do mesmo, comprometendo a integridade deste patrimônio arqueológico ímpar para estudos das populações sambaquieiras e para a preservação do patrimônio histórico, arqueológico e cultural nacional.

Espera-se, portanto, que os atores que compõe o órgão gestor da APABF integrem o processo de gerenciamento costeiro empreitado pela Prefeitura de Jaguaruna e a equipe pesquisadora do CECO/UFRGS no *Projeto Diagnóstico e Plano de Manejo das Dunas Frontais de Jaguaruna*, planejando soluções para o Desenvolvimento Sustentável daquele município.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 1.123, de 18 de dezembro de 2018. *Aprova o plano de manejo da área de proteção ambiental da baleia franca, santa catarina (processo nº 02070.003505/2011-99)*. Brasília, DF, dez 2018.
- CRISTIANO, S. C. *et al.* Avaliação do processo de ocupação irregular na zona costeira: caso da "invasão maria terezinha", município de jaguaruna/sc. In *Gravel* ISBN 1678-5975, Agosto – 2015, V.13 – nº 1. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/gravel/portugues/publica.htm>. Acesso em: 9 jun 2019
- GRUBER, N. L. S. *et al.* *Projeto diagnóstico e plano de manejo das dunas frontais de jaguaruna: balneário camacho, dunas interiores*. 2ª etapa, Vol. 2. Porto Alegre, 2017. Ed. UFRGS. 68 p.
- ICMBio. *Plano de manejo área de proteção ambiental baleia franca*. 2016. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portaria/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/marinho/unidades-de-conservacao-marinho/2236-apa-da-baleia-franca>. Acesso em: 16 mai 2019.
- JAGUARUNA. Lei nº 1385/2010. *Altera a Redação da Lei Nº 909/2001 que considera Área De Preservação Permanente a área do sambaqui de Garopaba do Sul e dá outras providências*. Jaguaruna, SC, dez 2010. Disponível em: <https://eemunicipais.com.br/a/1/ecj/jaguaruna/lei-ordinaria/2010/1385/lei-ordinaria-n-1385-2010-altera-a-redacao-da-lei-n-909-2001-que-considera-area-de-preservacao-permanente-a-area-do-sambaqui-de-garopaba-do-sul-e-das-outras-providencias?q=LEI%20N%BA%201385%2F2010>. Acesso em: 26 jun 2016.

Agradecimentos à Profa. Dra. Tatiana Silva da Silva (PPGSR/UFRGS) e à PROPESQ/UFRGS/Brasil.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### DINÂMICA EVOLUTIVA DOS CINTURÕES LAMOSOS DA COSTA SUL E SUDESTE DO BRASIL

NASCIMENTO, J.L.<sup>1</sup>; LOBO F.J.<sup>2</sup>; DE MAHIQUES, M.M.<sup>1</sup>

Universidade de São Paulo<sup>1</sup> (Jorge Luiz dos Passos Miranda Nascimento, [jorge.luiz.nascimento@usp.br](mailto:jorge.luiz.nascimento@usp.br)); Instituto Andaluz de Ciencias de La Tierra<sup>2</sup>

Plataformas continentais (PC) são cenário de deposição de diferentes corpos lamosos, cujo sedimento tem origem majoritariamente fluvial e as frações finas se acumulam em regiões de profundidades tais que as intensidades das correntes de fundo são menos intensas. Esses corpos são sensíveis a fatores diversos: variações do nível do mar, volume de sedimento aportado e distância de rios, geometria da PC, clima de ondas, e o regime de marés. Plataformas siliciclásticas sob o domínio da dispersão marinha de correntes de fundo paralelas às isóbatas têm predisposição à formação de depósitos lamosos alongados denominados cinturões lamosos, que em geral encontram-se dispostos ao longo de isóbatas preferenciais e têm estrutura interna subparalela. Depósitos deste tipo têm sido detalhadamente estudados no NE do Oceano Atlântico (Golfo de Biscaia e Oceano Atlântico Ibérico), e na Ásia oriental (leste do Mar da China, Mar Amarelo, PC Coreana), e apesar de presentes na costa sul e sudeste brasileira, são recentes os esforços para entender a dinâmica evolutiva destes corpos sedimentares na região. A PC sul e sudeste do Brasil têm amplitude de maré <2 metros, assim como a altura significativa de ondas <2 metros e está sob a ação da Corrente Costeira do Brasil fluindo para norte com velocidades na ordem de 10 cm/s em subsuperfície. Estas características favorecem a formação de cinturões lamosos, depósitos que vêm sendo descritos e estudados a despeito da ausência de grandes descargas fluviais nas imediações da costa brasileira, tendo o Rio da Prata, como uma potencial fonte principal de sedimento. Então, baseado na hipótese de que é possível remontar paleoprocessos e características oceanográficas pretéritas a partir da morfologia dos cinturões de lama e da arquitetura de seus refletores acústicos internos, o estudo em questão tem o objetivo de investigar os fatores que condicionam a formação e a evolução dos cinturões lamosos, incluindo as diferentes características fisiográficas da PC (declividade, presença de terraços, depressões submarinas, assim como a hidrodinâmica, fontes de sedimento, etc.). Em posse de dados de perfilador de subfundo do tipo CHIRP 3,5kHz adquiridos ao longo de duas campanhas oceanográficas realizadas na área de estudo verifica-se que os depósitos lamosos têm larguras que variam na ordem de dezenas de quilômetros, e espessuras que variam na ordem de dezenas de metros. Resumidamente, na porção sul há 2 fácies lamosas, localizadas entre as isóbatas de 60 e 90 metros (acomodadas sobre paleo-depressões), e outra de quebra de plataforma (feições topográficas positivas). O maior desses pacotes têm continuidade lateral e estratificação interna subparalela. Na porção norte as fácies lamosas são mais espalhadas, têm menor continuidade lateral, estando localizadas desde a isóbata de 30 metros, até a quebra da PC, sem expressões topográficas positivas, com menores espessuras, e pacotes lamosos sem estratificação interna notável, tendo preenchimento transparente uniforme, ou caótico. Esses são os primeiros passos para a formulação de um modelo evolutivo para os cinturões lamosos da área de estudo que seguirão sendo estudados à luz de dados geoacústicos e também de análises geoquímicas.

Palavras-chave: Oceanografia. Cinturões lamosos. Dispersão de sedimentos. Sísmica.

#### INTRODUÇÃO

Plataformas continentais (PC) são cenário de deposição de diferentes corpos lamosos, cujos sedimentos têm origem majoritariamente fluvial e as frações finas se acumulam em regiões de profundidades tais que as intensidades das correntes de fundo são menos intensas. Esses corpos são sensíveis a fatores diversos: variações do nível do mar, volume de sedimento aportado e distância de rios, geometria da PC, clima de ondas, e o regime de marés. PC's siliciclásticas sob o domínio da dispersão marinha de correntes de fundo paralelas às isóbatas têm predisposição à formação de depósitos lamosos alongados denominados cinturões lamosos. Depósitos deste tipo têm sido estudados no NE do Oceano Atlântico (Golfo de Biscaia e Oceano Atlântico Ibérico), e na Ásia oriental (leste do Mar da China, Mer Amarelo, PC Coreana), e, apesar de presentes na costa sul e sudeste brasileira (Fig. 1), são recentes os esforços para entender a dinâmica evolutiva destes corpos sedimentares na região.

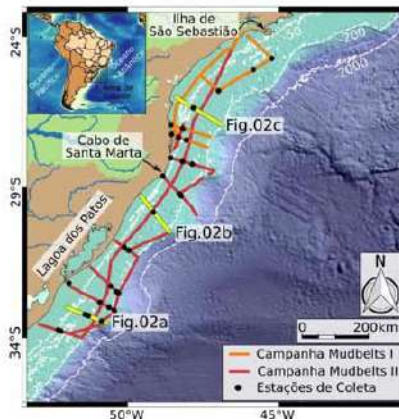


Figura 1. Área da Estudo. Em vermelho e laranja os perfis de Chirp 3,5 kHz; os pontos pretos representam a localização das estações de coleta.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O levantamento sísmico, hidrográfico (via utilização de ADCP - *Acoustic Doppler Current Profiler*), e coletas de sedimentos foram realizadas a bordo do N.Oc. Alpha Crucis, adquirido com recursos da FAPESP (Processo 2010/06147-5).

O levantamento batimétrico e sísmico ocorreu utilizando-se de perfiladores de 38, 12 e 3,5 kHz (Fig. 1). Cada perfil abrange aproximadamente o intervalo entre as isóbatas de 20 e a quebra da PC e outros dois perfis paralelos à linha de costa, que acompanham as isóbatas de 30 e 90m. Em todos estes perfis foram identificadas fácies lamosas com diferentes padrões de distribuição. Na porção sul da área de estudo há 2 fácies lamosas que chamam a atenção, localizadas entre as isóbatas de 60 e 90m (feição topográfica positiva), e outra de quebra de plataforma (acomodada sobre paleo-depressões) (Fig. 2a). Na porção central da área de estudo (Fig. 2b) verifica-se que entre o limite norte da Lagoa dos Patos (LdP) e o Cabo de Santa Marta (CdSM) há um corpo lamoso com grande continuidade lateral que tem seu limite norte marcado pela mudança do alinhamento da linha de costa que ocorre no CdSM. Ao norte as fácies lamosas são mais esparsas e delgadas, têm menor continuidade lateral, e se distribuem desde a isóбата de 35 metros, até a quebra da PC, não ocorrem na forma de expressões topográficas positivas, sem estratificação interna notável, isto é, apresentam reflexão homogênea transparente ou caótica. Tais resultados vão ao encontro do que é observado em trabalhos sobre a região que identificam um gap de lama onde há mudança da orientação da linha de costa na região, em relação as regiões adjacentes (Nagai et al., 2014). A compartimentação destes depósitos na porção norte da área de estudo corrobora observações de trabalhos já publicados sobre cinturões lamosos na região (Mahiques et al., 2016). Nossos primeiros esforços para entender a estratigrafia destes depósitos levaram à identificação, em um primeiro momento, de 4 unidades estratigráficas (Fig. 3). Ainda são escassos os trabalhos sísmo-estratigráficos para esses tipos de depósitos na região, mas à luz do já descrito na literatura (Lantzsch et al., 2014) e com o aporte de dados geoquímicos, inicia-se a investigação da dinâmica evolutiva desses cinturões lamosos.

#### RESULTADOS

Até o presente momento, no âmbito do projeto, foram aquiridos 13 perfis geoacústicos perpendiculares à costa, que em geral se estendem da isóбата de 20 metros até a quebra da PC e outros dois perfis paralelos à linha de costa, que acompanham as isóbatas de 30 e 90m. Em todos estes perfis foram identificadas fácies lamosas com diferentes padrões de distribuição. Na porção sul da área de estudo há 2 fácies lamosas que chamam a atenção, localizadas entre as isóbatas de 60 e 90m (feição topográfica positiva), e outra de quebra de plataforma (acomodada sobre paleo-depressões) (Fig. 2a). Na porção central da área de estudo (Fig. 2b) verifica-se que entre o limite norte da Lagoa dos Patos (LdP) e o Cabo de Santa Marta (CdSM) há um corpo lamoso com grande continuidade lateral que tem seu limite norte marcado pela mudança do alinhamento da linha de costa que ocorre no CdSM. Ao norte as fácies lamosas são mais esparsas e delgadas, têm menor continuidade lateral, e se distribuem desde a isóбата de 35 metros, até a quebra da PC, não ocorrem na forma de expressões topográficas positivas, sem estratificação interna notável, isto é, apresentam reflexão homogênea transparente ou caótica. Tais resultados vão ao encontro do que é observado em trabalhos sobre a região que identificam um gap de lama onde há mudança da orientação da linha de costa na região, em relação as regiões adjacentes (Nagai et al., 2014). A compartimentação destes depósitos na porção norte da área de estudo corrobora observações de trabalhos já publicados sobre cinturões lamosos na região (Mahiques et al., 2016). Nossos primeiros esforços para entender a estratigrafia destes depósitos levaram à identificação, em um primeiro momento, de 4 unidades estratigráficas (Fig. 3). Ainda são escassos os trabalhos sísmo-estratigráficos para esses tipos de depósitos na região, mas à luz do já descrito na literatura (Lantzsch et al., 2014) e com o aporte de dados geoquímicos, inicia-se a investigação da dinâmica evolutiva desses cinturões lamosos.

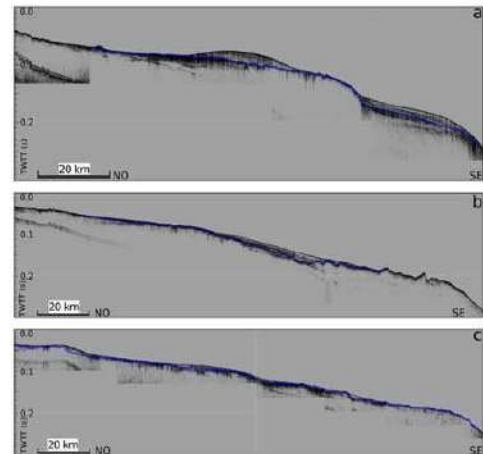


Figura 2. Exemplos da morfologia geral de diferentes depósitos de lama ao longo da área de estudo. Localização dos perfis na Fig. 1. Os perfis 2a, 2b e 2c, mostram diferentes padrões de distribuição, de sul para norte, respectivamente. Em azul o refletor H4, representando a superfície de máxima erosão

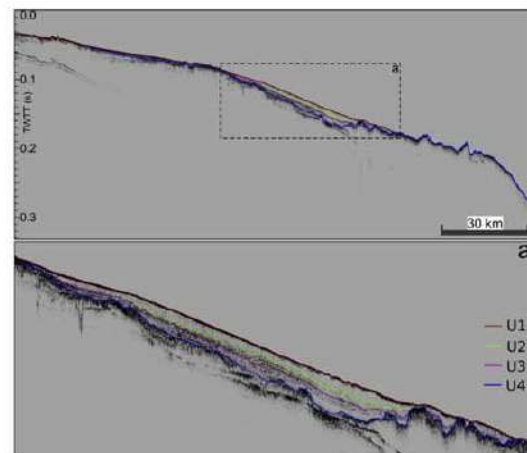


Figura 3. Principais refletores do cinturão lamoso exemplificado na Fig. 2b.

#### CONCLUSÕES

- Os cinturões lamosos da Plataforma Continental Sul-Sudeste do Brasil configuram-se como depósitos que armazenam informações sobre a dinâmica deposicional dessa região.
- Os processos que controlam a gênese e evolução deste depósitos fazem com que suas características e distribuição sejam distintos ao longo da área de estudo.
- A fisiografia da Margem Continental Sul-Sudeste do Brasil mostra-se como importante agente na configuração desses depósitos de Plataforma Continental, estando por sua vez associados à hidrodinâmica da região e ao controle da dispersão de sedimentos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LANTZSCH, Hendrik et al. The high-supply, current-dominated continental margin of southeastern South America during the late Quaternary. *Quaternary research*, v. 81, n. 2, p. 339-354, 2014.
- DE MAHIQUES, Michel Michaelovitch et al. Mud depo-centres on the continental shelf: a neglected sink for anthropogenic contaminants from the coastal zone. *Environmental Earth Sciences*, v. 75, n. 1, p. 44, 2016.
- MACAI, Renata Faria et al. Hydrodynamic controls on the distribution of surface sediments from the southeast South American continental shelf between 23 S and 38 S. *Continental shelf research*, v. 89, p. 51-60, 2014.
- LANTZSCH, Hendrik et al. The high-supply, current-dominated continental margin of southeastern South America during the late Quaternary. *Quaternary research*, v. 81, n. 2, p. 339-354, 2014.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO MOLHE DO RIO MAMPITUBA SOBRE A PRAIA GRANDE E SUAS ADJACÊNCIAS (TORRES-RS)

FERREIRA, E. S.<sup>1</sup>; FIGUEIREDO, B.M.<sup>1</sup>; MILANI, I.C.B.<sup>1</sup>, CERQUEIRA, A. C.

Universidade Federal de Pelotas<sup>1</sup> (Eduardo Sganzerla Ferreira, [Eduardo.sganzerla.ferreira@gmail.com](mailto:Eduardo.sganzerla.ferreira@gmail.com)); Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>2</sup>

O litoral do Rio Grande do Sul (RS) possui 615 km de extensão de linha de costa, com orientação predominantemente NE-SW à frente de sucessivos cordões litorâneos, que estão inseridos no Sistema Laguna-Barreira da Planície Costeira gaúcha, estando em muitos pontos recobertos por extensos campos de dunas, os quais progradam sobre banhados e um sistema lagunar costeiro. A zona costeira do RS abrange aproximadamente 43.000 km<sup>2</sup>, na qual estão inseridos 46 municípios e tem como característica de sua orla a presença de praias arenosas. A associação entre a morfologia da plataforma continental, altura significativa de ondas em torno de 1,5 m e o regime de micromaré proporcionam um bom exemplo de uma barreira dominada por ondas. Com exceção do litoral do município de Torres onde as formações rochosas constituídas de basaltos, arenitos, e sequências vulcano-clásticas, conferem um pequeno grau de proteção à dinâmica costeira, as praias ao longo da costa do RS são totalmente expostas, sendo classificadas como intermediárias à dissipativas. Nesta região, observa-se a presença de dunas frontais bem desenvolvidas e pouco desenvolvidas, respectivamente nas partes norte e sul da linha de costa. O presente estudo apresenta a variação da linha de costa na região de Praia Grande em Torres (RS), localizada ao sul do rio Mampituba, através das imagens de alta resolução espacial disponíveis na plataforma *Google Earth*, abrangendo o período de 1984 até 2019, e de registros históricos disponíveis na literatura. Percebe-se que após a construção de um molhe na década de 70, houve uma intensa taxa de acreção na faixa praiial até 1989. De 1989 até 2019 verifica-se a estabilização dessa faixa de areia, representando um ajuste morfológico da linha de costa associado a retenção de sedimentos no molhe. Observa-se que a linha de costa adjacente a esse município, na porção catarinense, sofreu regressão entre o período de construção dos molhes até o final da década de 80. Indicando haver uma interferência nesta região por parte da obra, causando uma interrupção do transporte líquido de sedimentos na região e gerando características geomorfológicas distintas entre as praias ao sul e ao norte do molhe. A ação antrópica, representada pela construção dos molhes quebrou o balanço sedimentar natural da região. Na parte catarinense, a redução da linha de costa teve impactos negativos, tanto do ponto de vista turístico quanto econômico. Por outro lado, conforme já indicado por alguns autores e evidenciado neste estudo, a extensão da região praiial, a largura da praia e o campo de dunas no município de Torres aumentou, sendo estes aspectos bastante positivos. Considerando os impactos expostos acima, conclui-se que a avaliação da variação da linha de costa de uma determinada região deve ser interpretada de forma integrada às demais regiões do entorno e quando necessária a adoção de construções de proteção costeira, estas devem ser gerenciadas integradamente.

Palavras-chave: Molhes. Rio Mampituba. Erosão Costeira.

### AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO MOLHE DO RIO MAMPITUBA SOBRE A PRAIA GRANDE E SUAS ADJACÊNCIAS (TORRES-RS)

FERREIRA, E. S.<sup>1</sup>; FIGUEIREDO, B.M.<sup>1</sup>; MILANI, I.C.B.<sup>1</sup>; CERQUEIRA, A. C.<sup>2</sup>

Universidade Federal de Pelotas<sup>1</sup> (Eduardo Sganzerla Ferreira, [Eduardo.sganzerla.ferreira@gmail.com](mailto:Eduardo.sganzerla.ferreira@gmail.com)); Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>2</sup>



#### INTRODUÇÃO

O litoral do Rio Grande do Sul (RS) possui 615 km de extensão de linha de costa, com orientação predominantemente NE-SW à frente de sucessivos cordões litorâneos, que estão inseridos no Sistema Laguna-Barreira da Planície Costeira gaúcha, estando em muitos pontos recobertos por extensos campos de dunas, os quais progradam sobre banhados e um sistema lagunar costeiro. A zona costeira do RS abrange aproximadamente 43.000 km<sup>2</sup>, na qual estão inseridos 46 municípios e tem como característica de sua orla a presença de praias arenosas.

A associação entre a morfologia da plataforma continental, altura significativa de ondas em torno de 1,5 m e o regime de micromaré proporcionam um bom exemplo de uma barreira dominada por ondas.

Com exceção do litoral do município de Torres onde as formações rochosas constituídas de basaltos, arenitos, e seqüências vulcano-clásticas, conferem um pequeno grau de proteção à dinâmica costeira, as praias ao longo da costa do RS são totalmente expostas, sendo classificadas como intermediárias à dissipativas. Nesta região, observa-se a presença de dunas frontais bem desenvolvidas e pouco desenvolvidas, respectivamente nas partes norte e sul da linha de costa.

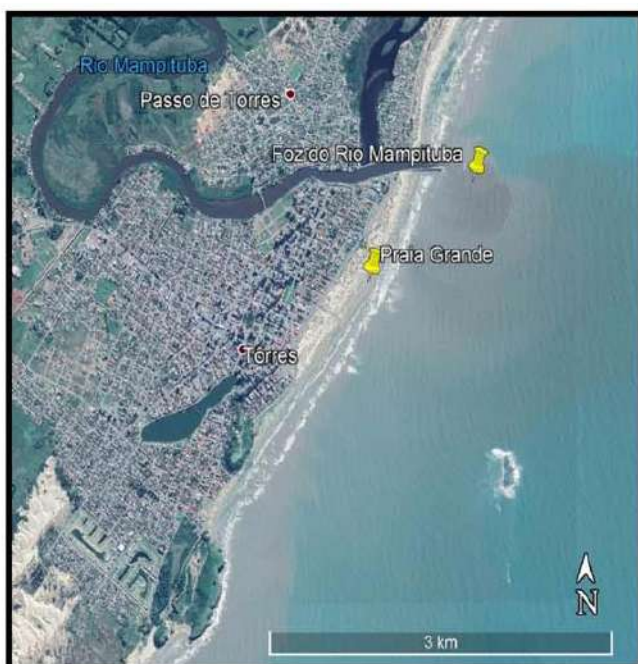


Figura 1. Localização da área de estudo

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo apresenta a variação da linha de costa na região de Praia Grande em Torres (RS), localizada ao sul do rio Mampituba, através das imagens de alta resolução espacial disponíveis na plataforma Google Earth, abrangendo o período de 1984 até 2019, e de registros históricos disponíveis na literatura.

#### RESULTADOS

Após a construção de um molhe na década de 70, houve uma intensa taxa de acreção na faixa praial até 1989. De 1989 até 2019 verifica-se a estabilização dessa faixa de areia, representando um ajuste morfológico da linha de costa associado a retenção de sedimentos no molhe.

Observa-se que a linha de costa adjacente a esse município, na porção catarinense, sofreu regressão entre o período de construção dos molhes até o final da década de 80. Indicando haver uma interferência nesta região por parte da obra, causando uma interrupção do transporte líquido de sedimentos na região e gerando características geomorfológicas distintas entre as praias ao sul e ao norte do molhe.

A ação antrópica, representada pela construção dos molhes quebrou o balanço sedimentar natural da região. Na parte catarinense, a redução da linha de costa teve impactos negativos, tanto do ponto de vista turístico quanto econômico.

Por outro lado, a extensão da região praial, a largura da praia e o campo de dunas no município de Torres aumentou, sendo estes aspectos bastante positivos.

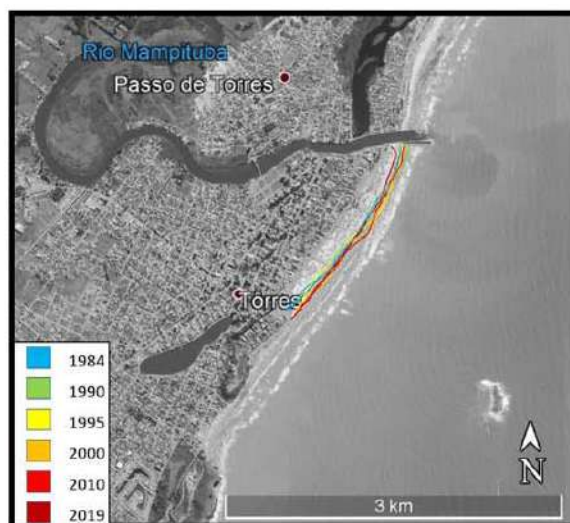


Figura 2. Evolução da linha de costa da praia Grande durante o período 1984-2019

#### CONCLUSÕES

Considerando os impactos expostos acima, conclui-se que a avaliação da variação da linha de costa de uma determinada região deve ser interpretada de forma integrada às demais regiões do entorno e quando necessária a adoção de construções de proteção costeira, estas devem ser gerenciadas integralmente.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CERQUEIRA, Arthur. COSTA. OBRAS DE PROTEÇÃO COSTEIRA: panorama geral do Brasil e estudos de caso de espigão e campo de quebra-mares em praias nordestinas. 2018. 133 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Hidráulica) – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- LÉLIS, R. J. F.; CALLIARI, L. J. Variabilidade da linha de costa oceânica adjacente às principais desembocaduras do rio grande do sul, Brasil. In: IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos Quaternários, 2003. Recife: II Congresso do Quaternário de Países da Língua Ibérica e II Congresso sobre Planejamento e Gestão da Zona Costeira dos Países da Expressão Portuguesa. Recife: ABEQUA, 2003. v. 1.
- MUEHE, Dieter (org.). Panorama da erosão costeira no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2018.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### VARIAÇÃO TÉRMICA DAS CAMADAS DE CARVÃO DA PORÇÃO SUL DA BACIA DO PARANÁ CONDICIONADA POR ESTRUTURAS REGIONAIS E MAGMATISMO

BICCA, M.M.; KALKREUTH, W.D.; SILVA, T.F.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Marcos Müller Bicca, [marcos.mb83@gmail.com](mailto:marcos.mb83@gmail.com))

A planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul, desde Osório, até o sul de Santa Catarina, possui camadas de carvão pertencentes a sequência Permiana da Bacia do Paraná (BP), correspondente a Formação Rio Bonito. As camadas ocorrem a profundidades diferentes, podendo variar entre 100 e 1000m, controladas por processos tectônicos pós-deposicionais que segmentaram as camadas de carvão em blocos distintos, configurando um sistema de estruturas escalonadas ao longo da costa gaúcha e catarinense. As principais estruturas da BP possuem direções noroeste e nordeste e representam a forte contribuição da estruturação do embasamento Pré-Cambriano ao seu desenvolvimento. Estas estruturas permitiram a entrada de diversos diques, soleiras e lacólitos de diabásio de idade Cretácica pertencentes a Formação Serra Geral. As estruturas possuem uma longa história de atividade durante e após a deposição das sequências da bacia em resposta aos estágios evolutivos da separação entre as placas da América do Sul e da África. A principal estrutura é a “Sinclinal de Torres”, pois sobre ela a espessura das sequências da BP é maior (até 1000m) em comparação com outras áreas marginais da bacia. Neste trabalho são apresentadas interpretações realizadas a partir de uma compilação de mais de 500 análises de refletância da vitrinita desenvolvidas no Núcleo de Estudos de Carvão e Rochas Geradoras de Petróleo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Esta análise fornece evidências quanto ao grau de maturação da matéria orgânica que gerou o carvão da BP. A principal característica observada regionalmente é um aumento gradual no valor das refletâncias a partir da região de Candiota e Butiá ( $R_r$  0.3-0.6%) em direção ao centro da Sinclinal de Torres ( $R_r$  0,6-1,0%). Este padrão se estende ao sul de Santa Catarina, mas diminui ( $R_r$  0,4-0,6%) em direção ao norte do Estado do Paraná. Os valores de refletância entre 1,0 e 5,0%, são o produto do aumento da temperatura gerado por intrusões de diabásio entre as camadas da BP. Os valores de refletância se elevam abruptamente em direção ao contato entre as camadas sedimentares com a rocha vulcânica, sendo a distância máxima de influência térmica induzida diretamente proporcional a espessura da intrusão. As amostras de carvão dos poços de Santa Teresinha, Chico-Lomã e Morungava, apresentam padrões térmicos semelhantes entre si, onde os valores de refletâncias diminuem de aproximadamente 4,0% para  $0,7 \pm 0,1\%$ , com o afastamento progressivo do contato. Dependendo da espessura das intrusões, toda a sequência portadora de carvões ( $50 \pm 10\text{m}$ ) pode ser sobreaquecida, intensificando a geração de gás natural a partir do carvão. A maioria dos dados se encontra dentro da zona de geração de gás úmido ( $\geq 0,7\%$ ) e seco ( $> 2,5\%$ ). A presença de um ponto térmico de origem, a partir do qual a maturação aumenta, caracteriza que sejam o produto de maturação desenvolvida pela relação entre soterramento e tempo de maturação, ou brevemente influenciadas por um aumento regional do gradiente da bacia. Na região costeira estes valores estão em torno de 0,6 a 0,8% geradas por uma sequência vulcânica e sedimentar com espessuras próximas a 2000m.

Palavras-chave: Bacia do Paraná. Estrutural. Carvão. Refletância da vitrinita.





## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### VARIAÇÃO TÉRMICA DAS CAMADAS DE CARVÃO DA PORÇÃO SUL DA BACIA DO PARANÁ CONDICIONADA POR ESTRUTURAS REGIONAIS E MAGMATISMO

BICCA, M.M.<sup>1</sup>; KALKREUTH, W.D.<sup>1</sup>; SILVA, T.F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

\*Marcos Müller Bicca, marcos.mb83@gmail.com



#### INTRODUÇÃO

A planície costeira dos Estados do Rio Grande do Sul, desde Osório, até o sul de Santa Catarina, possui camadas de carvão pertencentes a seqüência Permiana da Bacia do Paraná (BP), correspondente a Formação Rio Bonito (Fig. 1). As camadas ocorrem a profundidades entre 100 e 1000m, controladas por processos tectônicos pós-deposicionais que segmentaram as camadas de carvão em blocos distintos, configurando um sistema de estruturas escalonadas ao longo da costa gaúcha e catanense. As principais estruturas da BP possuem direções noroeste e nordeste e representam a forte contribuição da estruturação do embasamento Pré-Cambriano ao seu desenvolvimento. Estas estruturas permitiram a entença de diversos diques e soleiras de idade Cretácea pertencentes a Formação Serra Geral. As estruturas possuem uma longa história de atividade durante e após a deposição das seqüências da bacia em resposta aos estágios evolutivos da separação entre as placas da América do Sul e da África. A principal estrutura é a "Sinclinal de Torres", pois sobre ela a espessura das seqüências da BP é maior (até 1000m) em comparação com outras áreas marginais da bacia (Fig. 1).

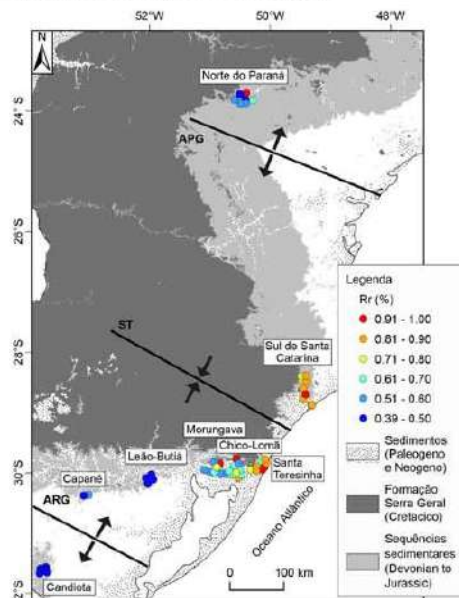


Figura 1. Mapa regional da área de estudo apresentando as variações de temperatura atingidas pela amostragem durante sua maturação.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho são apresentadas interpretações realizadas a partir de uma compilação de mais de 500 análises de refletância da vitrinite desenvolvidas no Núcleo de Estudos de Carvão e Rochas Geradoras de Petróleo da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Esta análise fornece evidências quanto ao grau de maturação da matéria orgânica que gerou o carvão da BP.

#### RESULTADOS

A principal característica observada regionalmente é um aumento gradual no valor das refletâncias a partir da região de Candolita e Butá (Rr 0,3-0,6%) em direção ao centro da Sinclinal de Torres (Rr 0,6-1,0%) (Fig. 1 e 2). Este padrão se estende ao sul de Santa Catarina, mas diminui (Rr 0,4-0,6%) em direção ao norte do Estado do Paraná (Fig. 1). Os valores de refletância entre 1,0 e 5,0%, são o produto do aumento da temperatura gerado por intrusões de diabásio entre as camadas da BP. Os valores de refletância se elevam abruptamente em direção ao contato entre as camadas sedimentares com a rocha vulcânica, sendo a distância máxima de influência térmica induzida diretamente proporcional a espessura da intrusão (Fig. 2). As amostras de carvão dos poços de Santa Teresinha, Chico-Lomã e Morungava, apresentam padrões térmicos semelhantes entre si, onde os valores de refletâncias diminuem de aproximadamente 4,0% para  $0,7 \pm 0,1\%$ , com o afastamento progressivo do contato (Fig. 2). Dependendo da espessura das intrusões, toda a seqüência portadora de carvões (50 ± 10m) pode ser sobreaquecida, intensificando a geração de gás natural a partir do carvão (Fig. 3).

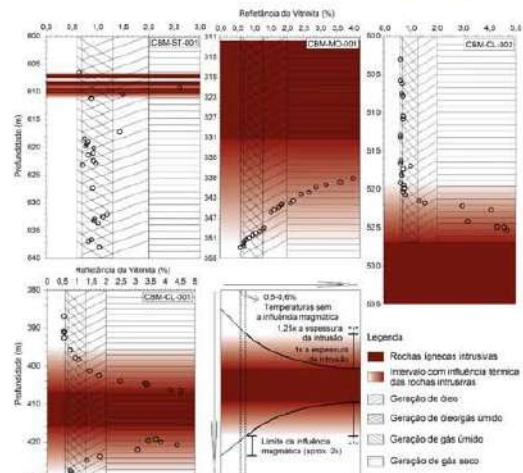


Figura 2. Influência térmica das soleiras de diabásio na temperatura de maturação das camadas de carvão da Fm. Rio Bonito nos poços de Chico Lomã (Levandowski, 2014; Airan, 2015), Morungava (Simão e Kalkreuth, 2017) e Santa Teresinha (Kalkreuth et al., 2006).

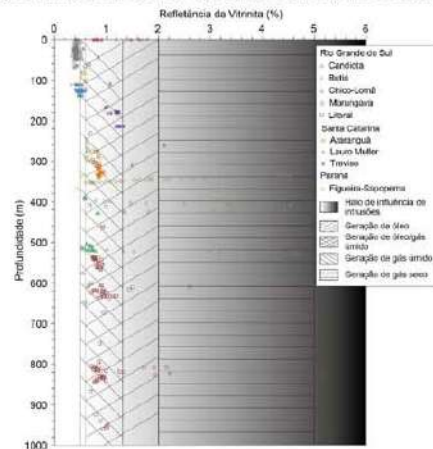


Figura 3. Síntese dos dados e refletância da vitrinite para as áreas estudadas relacionando as temperaturas/refletâncias obtidas com as profundidades das amostras e comparando com as fases de maturação da matéria orgânica.

#### CONCLUSÕES

A maioria dos dados se encontra dentro da zona de geração de gás úmido ( $\geq 0,7\%$ ) e seco ( $>2,5\%$ ). A presença de um ponto térmico de origem, a partir do qual a maturação aumenta, caracteriza que sejam o produto de maturação desenvolvida pela relação entre soterramento e tempo de maturação, ou brevemente influenciadas por um aumento regional do gradiente da bacia. Na região costeira estes valores estão em torno de 0,6 a 0,8% geradas por uma seqüência vulcânica e sedimentar com espessuras próximas a 2000m.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kalkreuth, W., Holz, M., Kern, M., Machado, G., Meissas, A., Silva, M.B., Willett, J., Finckelstein, R., Burger, H. 2006. Petrology and chemistry of Permian coals from the Paraná Basin: I. Santa Teresinha, Leão-Butá and Candolita Coalfields, Rio Grande do Sul, Brazil. *International Journal of Coal Geology* 69:79-116.
- Levandowski, J.H. 2013. Características Petrográficas e Geoquímicas das Camadas de Carvão do Poço CBM 001 - CL - RS, Bacia do Paraná. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, pp. 92.
- Levandowski, J., Kalkreuth, W. 2009. Chemical and petrographical characterization of feed coals, fly ash and bottom ash from the Figueira Power Plant, Paraná, Brazil. *International Journal of Coal Geology* 77: 269-281.
- Levandowski, J.D., Kalkreuth, W. 2014. O potencial de geração CBM (Coalbed Methane) na jazida Sul Catarinense. 1. Características petrográficas e químicas das camadas de carvão da Formação Rio Bonito, Permiano da Bacia do Paraná. *Brazilian Journal of Geology* 44(3):471-491.
- Rosa, A.L. 2015. Avaliação das Camadas de Carvão da Jazida Chico Lomã, RS Como Fonte de Energia Para Extração do Coalbed Methane (Gás Natural) Monografia de Graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, 96 pp.
- Silva, M.B., Kalkreuth, W., Holz, M. 2006. Coal petrology of coal seams from the Leão-Butá Coalfield, Lower Permian of the Paraná Basin, Brazil - implications for coal facies interpretations. *International Journal of Coal Geology* 73:331-358.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### AJUSTE DAS EQUAÇÕES EMPÍRICAS DO CERC E KAMPHIUS-91 PARA O TRANSPORTE LONGITUDINAL NAS PRAIAS OCEÂNICAS DO ENTORNO DA DESEMBOCADURA DA LAGOA DOS PATOS

FONTOURA, B.S.<sup>1</sup>; FREITAS, L.P.S.<sup>2</sup>; FONTOURA, J.A.S.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Bruno Silva da Fontoura, [brunosfontoura@hotmail.com](mailto:brunosfontoura@hotmail.com)); Universidade Federal do Rio Grande<sup>2</sup>

O conhecimento dos processos naturais é de extrema importância para um gerenciamento costeiro adequado. Em geral, as praias naturais se mantêm em equilíbrio dinâmico, o que não impede a ocorrência de modificações sazonais ao longo do ano, transgressão ou regressão da linha de costa, conforme a alternância dos forçantes maregráficos locais. Isso tanto pode ocorrer por causas naturais como pode ser gerado por ação antrópica, como no caso da construção dos molhes oceânicos na desembocadura da Lagoa dos Patos, no extremo sul do Brasil. O objetivo deste estudo é quantificar o transporte longitudinal de sedimentos não coesivos na zona de surfe do entorno da referida desembocadura, bem como, ao longo das praias adjacentes a mesma, a SW (Praia do Cassino) e NE (Praia do Mar Grosso). Para isso, foram utilizadas as equações empíricas do CERC e Kamphuis-91, as quais foram calibradas com dados medidos localmente. Os dados de ventos foram obtidos em medições locais utilizando anemômetro portátil e bússola, complementados por consultas ao banco de dados meteorológicos da FURG. A intensidade média e a direção das correntes longitudinais foram obtidas através de medições locais com uso de derivadores. As características das ondas na zona de quebra foram obtidas através de medições locais com o auxílio de filmagens dos campos de ondas e posterior utilização do *software* AutoCad. O transporte sedimentar foi medido na zona de surfe, com o auxílio de trapeadores portáteis. Tais medições foram realizadas em seis perfis transversais distribuídos ao longo de 20 km de costa, sendo 10 km a nordeste do molhe leste e 10 km a sudoeste do molhe sul. Foram coletadas em média 34 amostras de sedimentos por campanha realizada, totalizando 272 amostras em oito campanhas distribuídas ao longo das quatro estações do ano. Os valores das grandezas medidas nas diferentes campanhas foram utilizados para emular as equações empíricas escolhidas e determinar o valor médio do K local de cada uma delas. Estes valores apresentaram várias ordens de grandeza menores que os consagrados pela literatura para as equações originais. Para a equação do CERC  $K_{cas} \approx 0,0015$  (Condições atmosféricas normais) e para equação de Kamphuis-91  $K_{cas} \approx 1,3 \times 10^{-5}$  (Condições atmosféricas normais). Posteriormente, os valores do transporte sedimentar longitudinal obtidos das equações assim ajustadas foram comparados com os valores do transporte longitudinal medido utilizando-se o teste de hipótese para um nível de significância de 5%. Concluiu-se que as equações ajustadas descrevem com razoável precisão o transporte longitudinal local, mas que a equação de Kamphuis-91 apresentou resultados mais compatíveis com as medições realizadas.

Palavras-chave: Transporte longitudinal. Equações empíricas. Trapeadores. Lagoa dos Patos.

### AJUSTE DAS EQUAÇÕES EMPÍRICAS DO CERC E KAMPHUIS-91 PARA O TRANSPORTE LONGITUDINAL NAS PRAIAS OCEÂNICAS DO ENTORNO DA DESEMBOCADURA DA LAGOA DOS PATOS

FONTOURA, B.S. 1; FREITAS, L.P.S. 2; FONTOURA, J.A.S. 2

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Bruno Silva da Fontoura, [brunosfontoura@hotmail.com](mailto:brunosfontoura@hotmail.com)); Universidade Federal do Rio Grande<sup>2</sup>

#### INTRODUÇÃO

O conhecimento dos processos naturais é de extrema importância para um gerenciamento costeiro adequado. Em geral, as praias naturais se mantêm em equilíbrio dinâmico, o que não impede a ocorrência de modificações sazonais ao longo do ano, transgressão ou regressão da linha de costa, conforme a alternância dos forçantes maregráficos locais. Isso tanto pode ocorrer por causas naturais como pode ser gerado por ação antrópica, como no caso da construção dos molhes oceânicos na desembocadura da Lagoa dos Patos, no extremo sul do Brasil.

O objetivo deste estudo é quantificar o transporte longitudinal de sedimentos não coesivos na zona de surfe do entorno da referida desembocadura, bem como, ao longo das praias adjacentes a mesma, a SW (Praia do Cassino) e NE (Praia do Mar Grosso) (Figura 1).

Para isso, foram utilizadas as equações empíricas do CERC e Kamphuis-91, as quais foram calibradas com dados medidos localmente (Figura 2).



Figura 3. Metodologia.

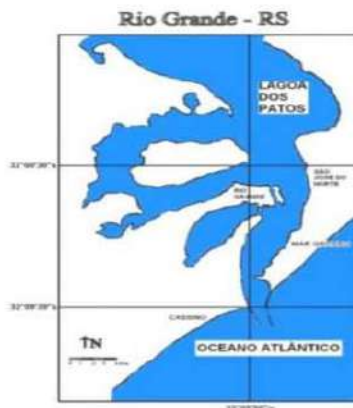


Figura 1. Localização da área de estudo.

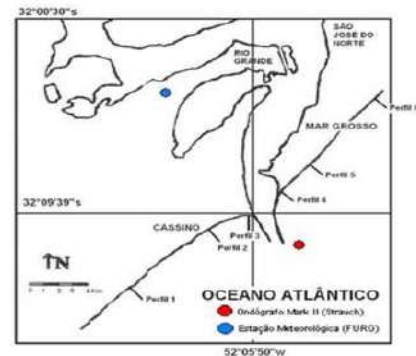


Figura 4. Localização dos perfis na área de estudo.

CERC (1973)	$Q_s = \frac{K}{16(s-1)(1-p)} \sqrt{\frac{g}{\gamma}} H_b^{3/2} \sin 2\alpha_s (m^3/s)$ <p> <math>K = 0,77</math>  <math>s = 2,58</math>  <math>p = 0,4</math> </p>
Kamphuis (1991)	$Q_s = 1,3 \cdot 10^{-3} \frac{\rho H_b^3}{T_p} \left( \frac{H_b}{L_o} \right)^{-1,25} m_b^{0,75} \left( \frac{H_b}{D_{50}} \right)^{0,25} (\sin 2\alpha_s)^{0,5} (Kg/s)$ <p> <math>T_p</math> = período de pico  <math>L_o</math> = comprimento em águas profundas                 </p>

Figura 2. Equações empíricas.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de ventos foram obtidos em medições locais utilizando anemômetro portátil e bússola e, complementados por consultas ao banco de dados meteorológicos da FURG (Figura 3a). A intensidade média e a direção das correntes longitudinais foram obtidas através de medições locais com uso de derivadores (Figura 3b). As características das ondas na zona de quebra foram obtidas através de medições locais com o auxílio de filmagens dos campos de ondas e posterior utilização do software AutoCad (Figura 3c). O transporte sedimentar foi medido na zona de surfe, com o auxílio de trapeadores portáteis (Figura 3d). Tais medições foram realizadas em seis perfis transversais (Figura 3e) distribuídos ao longo de 20 km de costa, sendo 10 km a nordeste do molhe leste e 10 km a sudoeste do molhe sul (Figura 4).

Foram coletadas em média 34 amostras de sedimentos por campanha realizada, totalizando 272 amostras em oito campanhas distribuídas ao longo das quatro estações do ano. Os valores das grandezas medidas nas diferentes campanhas foram utilizados para emular as equações empíricas escolhidas e determinar o valor médio do K local de cada uma delas.

#### RESULTADOS

Estes valores apresentaram várias ordens de grandeza menores que os consagrados pela literatura para as equações originais. Para a equação do CERC  $K_{cas} \approx 0,0015$  (Condições atmosféricas normais) e para equação de Kamphuis-91  $K_{cas} \approx 1,3 \times 10^{-5}$  (Condições atmosféricas normais).

Posteriormente, os valores do transporte sedimentar longitudinal obtidos das equações assim ajustadas foram comparados com os valores do transporte longitudinal medido utilizando-se o teste de hipótese para um nível de significância de 5%.

#### CONCLUSÕES

Concluiu-se que as equações ajustadas descrevem com razoável precisão o transporte longitudinal local, mas que a equação de Kamphuis-91 apresentou resultados mais compatíveis com as medições realizadas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fontoura, J.A.S., Almeida, L.E., Calliani, L.J., Cavalcanti, A.M., Möller, Jr., O., Romeu, M.A.R., Christóvão, B.R. 2013. Coastal Hydrodynamics and Longshore Transport of Sand on Cassino Beach and on Mar Grosso Beach, Southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, Volume 29, Issue 4, pp. 655-669.
- Wang, P.; Kraus, N.C. & Davis Jr., R.A. 1998. Total longshore sediment transport rate in the surf zone: field measurements and empirical predictions. *Journal Coastal Research*, 14(1):269-292.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### INDÍCIOS DE ATIVIDADE NEOTECTÔNICA E SUA INFLUÊNCIA NA CONSTRUÇÃO GEOMORFOLÓGICA COSTEIRA DA REGIÃO DO EXTREMO SUL DA BAHIA - BRASIL

ALVES, T.N.; MESQUITA, A.F.

Universidade Federal de Pelotas (Thayna Nunes Alves, [thaynunesalves@hotmail.com](mailto:thaynunesalves@hotmail.com))

Apesar de ser um importante fator na evolução costeira, os processos tectônicos em margem passivas geralmente não são considerados nos modelos evolutivos dentro desses compartimentos. O principal objetivo desse trabalho foi identificar possíveis feições tectônicas responsáveis por movimentos verticais de blocos na interface da Formação Barreiras e sua possível influência na formação da linha de costa do extremo sul da Bahia. Para compreender esses mecanismos fez-se necessário a interpretação de feições espaciais do relevo a partir de modelos digitais de elevação (MDE) em duas principais interfaces: i) análise morfométrica das redes de drenagem e ii) análise da geometria de lineamentos estruturais. A análise morfométrica utilizou-se do fator de assimetria da bacia de drenagem (FABD) e o fator de simetria topográfica transversal (FSTT). Os valores de FABD muito acima ou abaixo de 50 indicam basculamento das superfícies para direita ou esquerda, respectivamente. Em condições de alto basculamento tectônico, o FSTT tende a permanecer próximo a 1. Na área em estudo, os valores obtidos de FABD variam desde 84,7 até 16,8 e os valores de FSTT desde 0,61 até 0,89. Desse modo, a maior parte dos índices morfométricos sugerem um forte controle tectônico sob a superfície topográfica dos tabuleiros litorâneos. Esse deslocamento se processa com sentido preferencial para NE e geralmente é limitado por rios com vales retilíneos e com alto grau de entalhamento. Esses vales possuem direção preferencial para ENE-WSW e E-W, o que coincidem, em maior grau, com parte das direções obtidas pelos lineamentos do embasamento cristalino. Famílias secundárias posicionadas nas direções NNE e ENE também são observadas, mas sem significativa distribuição no embasamento. Ao considerarmos a geometria e distribuição dos lineamentos entre os domínios cristalino e sedimentar, o campo de esforço horizontal regional (NE-SE) e o modelo de fraturas de Riedel, é possível indicar que lineamentos de direção NNE e ENE sejam estruturas neoformadas, resultantes da deformação rúptil da cobertura miocênica a partir da geometria de estruturas antigas. Os indícios de basculamento dos depósitos da superfície dos tabuleiros em conjunto com a geometria e distribuição de lineamentos estruturais, também sugerem o controle de estruturas do embasamento sobre os depósitos sedimentares subjacentes a partir do Mioceno, no mínimo. Dessa forma, áreas muito elevadas estão associadas a movimentos verticais acentuados e, portanto, ao alto rejeito entre blocos na margem continental. Estas áreas podem estar associadas à sistemas de praias progradantes e sítios deposicionais, como *strand plains*. O cenário inverso apresenta feições de costa retrogradantes e sítios erosivos compostos, por exemplo, pelo desenvolvimento de sistemas de falésias ativas ou escarpas erosivas. A partir desse estudo, foi então proposto um modelo morfoestrutural que auxilie a justificar as feições de linha de costas originadas durante as flutuações do nível marinho, ao longo do Quaternário na região.

Palavras-chave: Evolução costeira. Neotectônica. Geomorfologia.

#### INTRODUÇÃO

A neotectônica consiste no estudo de movimentos na crosta terrestre que ocorrem nos tempos geológicos recentes. Apesar de ser um importante fator na evolução costeira, os processos tectônicos em margens passivas geralmente não são considerados nos modelos evolutivos dentro desses compartimentos.

A neotectônica vem sendo difundida como uma forte variável no controle das alterações de taxas de sedimentação e das flutuações do nível marinho durante o Quaternário, o que resulta na modificação e geração de feições geomorfológicas costeiras (Kennedy, 2011 e Feagin *et al.*, 2013). Nesse contexto, identificar a relação entre a morfologia das regiões emersas e a neotectônica, principalmente a deformação que se manifesta na porção mais superficial da crosta, pode ser obtida a partir de modelos de representação da superfície terrestre.

Logo, este trabalho tem como objetivo a identificação de possíveis feições tectônicas responsáveis por movimentos verticais de blocos na interface da Formação Barreiras e sua possível influência na formatação da linha de costa do extremo sul da Bahia.

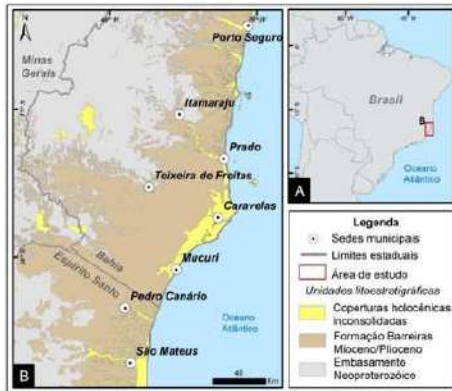


Figura 1. Mapa geológico simplificado e de localização da área de concentração do estudo.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia consiste na interpretação de feições espaciais do relevo a partir de modelos digitais de elevação (MDE) em duas principais interfaces: i) análise morfométrica das redes de drenagem e ii) análise da geometria de lineamentos estruturais.

A análise morfométrica utilizou-se do fator de assimetria da bacia de drenagem (FABD) e o fator de simetria topográfica transversal (FSTT). Os valores de FABD muito acima ou abaixo de 50 indicam basculamento das superfícies para direita ou esquerda, respectivamente. Em condições de alto basculamento tectônico, o FSTT tende a permanecer próximo a 1. E para realizar a análise da geometria de lineamentos estruturais, foram extraídas as drenagens de uma imagem SRTM e em seguida, traçou-se os lineamentos sobre estas feições.

#### RESULTADOS

A maior parte dos índices morfométricos sugerem um forte controle tectônico sob a superfície topográfica dos tabuleiros litorâneos. Esse deslocamento se processa com sentido preferencial para NE e geralmente é limitado por rios com vales retilíneos e com alto grau de entalhamento. Esses vales possuem direção preferencial para ENE-WSW e E-W, o que coincidem, em maior grau, com parte das direções obliqüas pelos lineamentos do embasamento cristalino. Ao considerarmos a geometria e distribuição dos lineamentos entre os domínios cristalino e sedimentar, o campo de esforço horizontal regional (NE-SE) e o modelo de fraturas de Riedel, é possível indicar que lineamentos de *trend* NNE e ENE sejam estruturas neoformadas, resultantes da deformação rúptil da cobertura miocênica a partir da geometria de estruturas antigas.

Tabela 01 – Fator de assimetria da rede de drenagem (FABD) e fator de simetria topográfica transversal (FSTT) das sub-bacias de topo dos Tabuleiros Pré-litorâneos.

ID	Sub-bacia	FABD	FSTT	Efeito da tectônica	Direção de basculamento
1	Rio Caraíva	44,5	0,84	Alto	Não há indicativo de basculamento significativo
2	Rio Corumbau	15,9	0,37	Moderado/Baixo	Basculamento para a Esquerda
3	Rio do Queimado	84,7	0,89	Alto	Basculamento para a direita
4	Rio Itanhentinga	51,3	0,65	Moderado/Alto	Não há indicativo de basculamento significativo
5	Rio Peruíbe	3,6	0,61	Moderado/Alto	Basculamento para a esquerda
6	Rio Mucurizinho	21,3	0,73	Alto	Basculamento para a Esquerda
7	Rio Ituínas	16,8	0,40	Moderado/Baixo	Basculamento para a Esquerda
8	Rio São Mateus	7,4	0,61	Moderado/Alto	Basculamento para a Esquerda

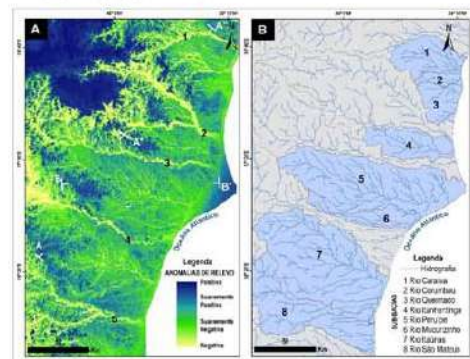


Figura 2. A) Modelo digital de elevação (MDE) de anomalias de relevo resultante da extração a partir da subtração das altitudes da superfície teórica somital do modelo digital de terreno SRTM. B) Sub-bacias no domínio da Formação Barreiras

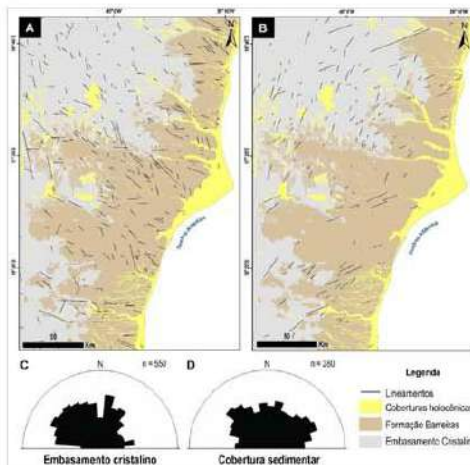


Figura 3. A) Distribuição de lineamentos com predomínio direções WNW, NW, NNW e EW. B) Lineamentos nas direções NNE, NE e ENE, muitos desses não contínuos rumo às porções mais internas do continente. C) Diagrama de roseta de frequência acumulada para os lineamentos levantados no domínio cristalino. D) Diagrama de roseta de frequência acumulada para os lineamentos extraídos no topo dos tabuleiros.

#### CONCLUSÕES

Os indícios de basculamento da superfície dos tabuleiros litorâneos em conjunto com a geometria e distribuição de lineamentos estruturais, sugerem o controle de estruturas do embasamento sobre os depósitos sedimentares subjacentes a partir do Mioceno, no mínimo. Dessa forma, áreas muito elevadas estão associadas a movimentos verticais acentuados e, portanto, ao alto rejeito entre blocos na margem continental. Estas áreas podem estar associadas a sistemas de praias progradantes e sítios deposicionais, como *strand plains* (Planície de Caravelas). O cenário inverso apresenta feições de costa retrogradantes e sítios erosivos compostos, por exemplo, pelo desenvolvimento de sistemas de falésias ativas ou escarpas erosivas (Praia de Costa Dourada – Mucuri e Planície Costeira de Prado).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FEAGIN R. A., YEAGER, K. M., BRUNNER, C. A., PAINE, J. G. 2013. Active fault motion in a coastal wetland, Matagorda, Texas. *Geomorphology*, v.199, p. 150–159, 2013. DOI: 10.1016/j.geomorph.2012.08.013
- KELLER, E. A.; PINTER, N. Active tectonics: Earthquakes, uplift and landscape. Second ed. New Jersey: Prentice Hall, 1990. 362 p.
- KENNEDY, D. M. (2011) Tectonic and geomorphic evolution of estuaries and coasts. In WOLANSKI, E. and MCLUSKY, D. (Org.) Treatise on Estuarine and Coastal Science. Elsevier, London: p.37-59.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ARQUITETURA SÍSMICA DO SISTEMA DE CANAIS DE MARÉ GALINHOS-GUAMARÉ (NE DO BRASIL) COMO EVIDÊNCIA ÀS VARIAÇÕES DO NÍVEL DO MAR HOLOCÊNICO

FERREIRA, A.L.; VITAL, H.; GOMES, M.P.; AQUINO DA SILVA, A, G.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Andressa Lima Ferreira, [andressalimaferreira@gmail.com](mailto:andressalimaferreira@gmail.com))

Esse trabalho tem como principal objetivo estudar a evolução geológica do complexo estuarino lagunar Galinhos-Guamaré como resposta as variações do nível do mar holocênico. Referido complexo é composto por um sistema de canais de maré e ilhas barreira – pontal arenoso, localizado na margem equatorial brasileira, Estado do Rio Grande do Norte. A análise e interpretação dos dados provenientes da sísmica rasa (sismoestratigrafia rasa) possibilitam a identificação de feições subsuperficiais, que por sua vez, contribuem para o entendimento da evolução geológica de determinada região. Para tanto é necessário o mapeamento de uma sequência de informações como, os limites cronoestratigráficos, os padrões de terminações dos refletores sísmicos, a análise das fácies sísmicas e o reconhecimento da geometria externa dos pacotes. Os dados foram coletados utilizando o perfilador de Subfundo (*Subbottom Profiler – SBP*) do tipo *chirp* fabricado pela empresa *EdgeTech*, modelo X-Star 3200-XS, as frequências utilizadas variaram entre 0,4-4kHz, 0,5-4,5kHz e 0,5-7kHz. O dado não processado apresentou necessidade de correção tanto para erros advindos da aquisição como, quanto ao tamanho real da linha e as coordenadas, também aos ruídos inerentes ao ambiente de aquisição e limitações do método. Os erros advindos da aquisição foram corrigidos manualmente utilizando o *software Arcgis 10.2*. e *Seisec*. O processamento dos dados visando a eliminação do ruído foi realizado no *software ReflexWin 6.0.5* e consistiu, basicamente, do aumento da razão sinal/ruído e resolução vertical dos traços. As evidências deixadas no registro sísmico revelam cinco horizontes, SF01, SF02, SF03, SF04 e SF05 da base para o topo, representando os limites entre as unidades sísmicas U01, U02, U03, U04 e U05, respectivamente. Os horizontes SF02 e SF03 apresentam características de superfícies erosivas, ao longo das quais nota-se um comportamento irregular e a presença de depressões escavadas. A SF04 também apresenta características de uma superfície erosiva, porém criada a partir de um evento mais local sendo encontradas apenas nas linhas coletadas junto a foz dos canais de maré. A superfície SF05 possui características de uma superfície de inundação máxima e pode estar relacionado com a diminui o gradual do nível do mar durante o Holoceno. De forma geral, esses horizontes e unidades são encontrados em toda região (com exce o do SF04 e da U04), apresentando um importante significado geológico para a forma o da mesma. No registro sísmico também foram identificados paleocanais, dunas subaquosas e fei es análogas aos pontais arenosos presentes na linha de costa atual. As mudanças nos padrões de sedimenta o encontradas no registro sísmico evidenciam os diversos sistemas deposicionais formados na região ao longo do Holoceno.

Palavras-chave: Sísmica rasa. Paleocanais. Holoceno.

#### INTRODUÇÃO

O complexo estuarino lagunar estudado nesse trabalho, se encontra entre os municípios de Galinhos e Guamaré (Figura 1), localizado na porção norte do estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil.

Essa área apresenta grande importância para o estado do Rio Grande do Norte, tanto pelas riquezas geológicas inerentes a sua formação, como também por sua contribuição econômica.

Essa pesquisa compreende a utilização de 20 linhas de sísmica rasa objetivando compreender a evolução geológica do complexo estuarino lagunar como resposta as variações do nível do mar ocorridas durante o Holoceno.



Figura 1 Mapa da Localização da região de estudo.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

##### ETAPA DE CAMPO

Os dados foram adquiridos, nos dias 8 e 9 de maio de 2017, e disponibilizados pelo laboratório GEMA/UFERN. Os dados foram coletados utilizando o perfilador de subfundo do tipo chirp fabricado pela empresa Edge Tech, modelo X-Star 3200-XS, em conjunto com a plataforma computador, utilizada para a aquisição e visualização, armazenamento e pré-processamento dos dados (Figura 2), entre outros acessórios.

As 20 linhas sísmicas totalizam aproximadamente 42 km. Dentre estas, 18 estão distribuídas ao longo dos canais de maré e 2 perpendiculares ao canal principal, de maré Galinhos, com espaçamento médio de 30m entre elas.



Figura 2 Equipamentos utilizados na aquisição: A) Towfish; B) Central de aquisição e acompanhamento dos dados.

##### Processamento dos Dados:



Figura 3 Fluxograma das etapas seguidas durante o processamento dos dados.

Após as devidas correções (Figura 4) os refletores não visualizados no dado não processando, decorrente dos efeitos da perda por atenuação e pela alta quantidade de ruídos, foram em sua maioria suavizados, porém, em algumas linhas, observa-se a distorção dos refletores causada pela influência da múltipla. Sendo necessário a utilização dos de alguns dos recursos fornecidos pelo software Petrel 2009 durante a interpretação dos dados.

##### ETAPA DE PÓS-CAMPO

O processamento dos dados consistiu em 4 etapas (Figura 3) principais. Durante a etapa de Geometria do Dado foram identificados dois erros que, se caso mantidossem correção, comprometeriam diretamente a interpretação final das linhas.

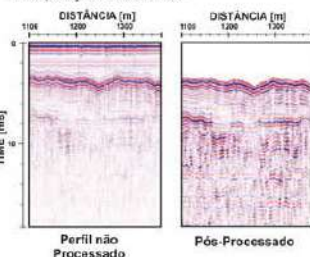


Figura 4 Comparação das linhas, antes e depois do processamento.

#### RESULTADOS

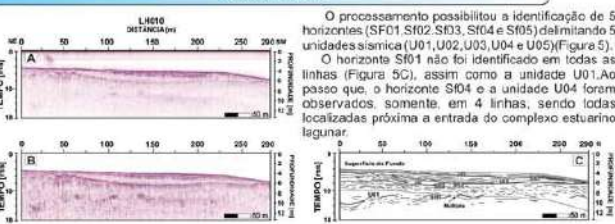


Figura 5 Identificação dos horizontes e refletores como resultado do processamento e interpretação das linhas; A) Linha pré-processada; B) Linha Pós-processada e C) Linha interpretada.

#### RESULTADOS

A superfície SF01 é a superfície mais profunda identificada, sendo também a base da unidade mais antiga (U01). A U01 é marcada por terminações em *onlap* e não foi identificada em toda a área.

A superfície SF02 está presente em todas as linhas. É uma superfície bastante irregular, sendo interpretada como uma superfície erosiva (Figura 6). Em alguns momentos se apresenta escavando a unidade U01 e em outros truncando os refletores da unidade U02.

A superfície SF03 está presente em toda a área. Suas características indicam que sua formação se deu durante um evento contínuo e de grande escala, sendo interpretada como uma superfície erosiva formada por ravinamento de ondas e/ou maré.

A unidade U03 se apresenta preenchendo depressões com terminações concordantes e *onlap* (Figura 07). A superfície SF04 se encontra a 3,2 metros de profundidade e não abrange toda a região do estudo. A SF04 possui características muito similares a superfície SF05, que se apresenta, como um horizonte bem marcado, com características de uma superfície de máxima inundação.

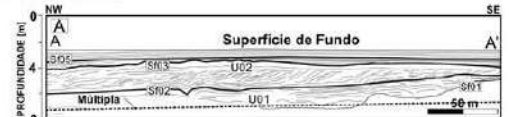
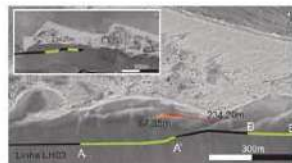


Figura 6 Interpretação da linha Lh001 com detalhamento da superfície SF02. A) SF02 como base de cinofanmassimoidais progradantes; B) SF02 como base de um possível antigo canal



As características observadas na SF04 sugerem que a mesma representa uma fase inicial da máxima inundação.

As depressões encontradas na linha Lh03 (Figura 7) são interpretadas como pequenos *spits* formados pelo transporte de sedimento da maré vazante, uma vez que suas dimensões e características são semelhantes aos formados, hoje, na região.

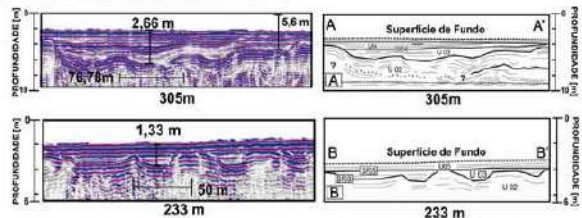


Figura 7 Interpretação da linha Lh03 com detalhamento da superfície SF03. A) Preenchimento de depressões, pela unidade U03, interpretadas com pequenos *spits*; B) Superfície SF03 escavando a unidade U02, características de superfície erosiva.

#### CONCLUSÃO

A metodologia utilizada durante o processamento e interpretação dos dados possibilitou o reconhecimento de 5 horizontes SF01, SF02, SF03, SF04 e SF05, dentre estes apenas dois não se apresentam em toda a área (SF01 e SF04).

O reconhecimento de feições como o paleocanal e os pequenos *spits*, são de extrema importância para entendimento do comportamento da região, uma vez que a mesma é bastante dinâmica. As feições interpretadas evidenciam um comportamento geológico cíclico na região, como, outoro, proposto por Celdas (2002).

As características das unidades e superfícies, aliadas as feições encontradas, juntamente com as alterações presentes na morfologia de fundo são decorrentes das mudanças do nível do mar sofridas durante o Holoceno.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Universidade Federal do Rio Grande do Norte pela infraestrutura necessária ao desenvolvimento desse trabalho e à Schlumberger Ltda pela licença do Petrel E&P software. Este pesquisa teve apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Processo nº 311413/2016-1) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Ensino Superior - CAPES (processos 83887.12/925 / 2015-00 e 83661.038034/2014-01).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALDAS LHO 2002. Late Quaternary coastal evolution of the northern Rio Grande do Norte coast, NE Brazil. Tese de doutorado. Instituto de Geociências da Universidade Christian Albrechts zu Kiel Kiel-Alensthan, 100 p.

CATUNEARU O. 2006. Principles of Sequence Stratigraphy, Elsevier, Amsterdam, Holanda, 275p.

COSTA NETO LX. 2009. Caracterização Geológica, Geomorfológica E Oceanográfica Do Sistema Pias Sal, Galinhos/RN - Nordeste Do Brasil. Com Ênfase À Erosão, Ao Transporte E À Sedimentação. Tese Doutorado em Geodinâmica e Geofísica - Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 291 p.

GOMES MP. 2009. Aquisição, Processamento e Análise de Dados de Alta Resolução na Plataforma Continental Norte do Rio Grande do Norte: Vase Incisão do Rio-Açu. Dissertação de Mestrado. PPGG/UFRRN, 125 p.

LIMA ZMC. 2004. Caracterização da Dinâmica Ambiental da Região Costeira do Município de Galinhos, Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte. Tese de Doutorado. PPGG/UFRRN, 157 p.

ROBER V, ROTZOLL K, STATTEGER K, VITAL H. 2005. Dynamics of the complex coastal system at Galinhos (RN), NE-Brazil. Meimnia, 57:133-150.

ROTZOLL K. 2001. Structure and dynamics of the tidal channel system near Galinhos, Rio Grande do Norte (NE-Brazil). Master Thesis, Christian-Albrechts Universität, Kiel, 79 p.

YILMAZ O. 2001. Seismic Data Analysis: processing, inverse and interpretation of seismic data. Society of Exploration Geophysicists, Vol. 1, Tulsa, 2nd, 2007p.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### DETERMINAÇÃO DE CAMPOS DE ONDAS A PARTIR DE LEVANTAMENTOS COM VANT: ESTUDO DE CASO NA LAGOA DOS PATOS, RS

QUADRADO, G.P.<sup>1</sup>; ARIGONY NETO, J.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Gabrielle Pereira Quadrado, [gabriellepquadrado@gmail.com](mailto:gabriellepquadrado@gmail.com)); Universidade Federal do Rio Grande<sup>2</sup>

A incidência de ondas sobre a costa representa um dos principais componentes influenciadores da geomorfologia costeira. Diante da complexidade atribuída a esses processos, é importante compreender a dinâmica envolvida na propagação de ondas. Este estudo objetivou determinar raios de ondas em imagens obtidas com veículos aéreos não-tripulados (VANT), verificando a viabilidade desses equipamentos na identificação e mapeamento de processos oceanográficos costeiros. O estudo foi desenvolvido nos Molhes da Barra, entre Rio Grande e São José do Norte, RS. Em 17 de maio de 2018, foram realizados dois aerolevantamentos com um VANT PHANTOM 4 da DJI: molhe leste (ML) e molhe oeste (MO). Os vôos foram feitos a uma altura de 60 metros, adquirindo-se 95 imagens com resolução de 2,6cm/pixel para o ML, e 108 imagens com resolução de 1,8cm/pixel para o MO. O processamento das imagens foi feito no *software* Agisoft Photoscan, gerando dois mosaicos georreferenciados como produtos finais. A identificação das feições oceanográficas foi feita através de digitalização no QGIS 3.0. Os parâmetros de ondas foram disponibilizados pelo Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira (SiMCosta), com o auxílio de um ondógrafo direcional *waverider*, fundeado adjacente à Praia do Cassino (boia RS-5). Os ortomosaicos gerados permitiram identificar um campo de difração de ondas bem definido em frente ao ML, em contraste com os raios de onda digitalizados próximos ao MO, os quais não apresentaram padrão comportamental preponderante. A turbulência frente ao MO desfavoreceu a visualização dos processos de transformação de ondas. Sendo assim, as feições digitalizadas foram classificadas como rugosidade da superfície do mar, associadas à interação das ondas com a estrutura rígida e com o vento. A atuação conjunta do swell de SE (altura significativa de onda  $H_s = 1,36\text{m}$ ) e vento SW ocasionou a confluência de vetores dinâmicos sobre a superfície do mar, explicando o cenário encontrado. A partir dos mosaicos foram construídas duas cartas-imagem, servindo como ferramentas práticas e simples para a observação da dinâmica relacionada à presença de estruturas artificiais na costa. Nessas cartas, observou-se que o posicionamento do ML favorece a difração das ondas, sob condições de alta energia (como a do swell observado) e, portanto, uma zona de sombra em termos energéticos no entorno da estrutura. A zona de sombra concede melhoria às condições de navegabilidade, garantindo maior estabilidade ao canal de acesso ao Porto do Rio Grande. Em contraste, o MO apresenta uma zona de alta dinamicidade em sua frente, resultante da interação das ondas (tanto com a estrutura, quanto com as relações onda-onda) combinada com a forçante vento. Este estudo demonstrou a viabilidade e o potencial do uso de VANT no mapeamento de feições oceanográficas, devido a sua rapidez na obtenção de imagens com alta resolução espacial, elevada precisão de informações, e sob baixos custos. As cartas-imagem permitiram visualizar fenômenos como a interação das ondas com os molhes e a vazão da pluma estuarina da Lagoa dos Patos, de forma simples e com boa representatividade. Sugere-se o, assim, seu uso como ferramentas de monitoramento, avaliação e fiscalização ambiental.

Palavras-chave: Monitoramento. Processamento de imagens. Transformação de onda. Geotecnologia.



### INTRODUÇÃO

A incidência de ondas sobre a costa representa um dos principais componentes influenciadores da geomorfologia costeira. Diante da complexidade atribuída a esses processos, é importante compreender a dinâmica envolvida na propagação de ondas. Este estudo objetivou **determinar raios de ondas em imagens obtidas com veículos aéreos não-tripulados (VANT), verificando a viabilidade desses equipamentos na identificação e mapeamento de processos oceanográficos costeiros.**

### MATERIAIS e MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido nos Molhes da Barra, entre Rio Grande e São José do Norte, RS (Figura 1). Em 17 de maio de 2018, foram realizados dois aerolevamentos com um VANT PHANTOM 4 da DJI: molhe leste (ML) e molhe oeste (MO) (Tabela 1 e Figura 2).

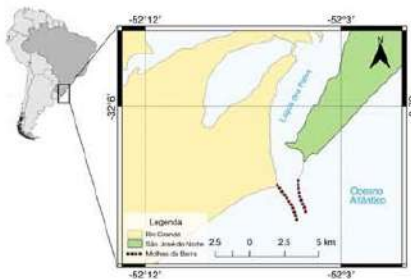


Figura 1. Localização da área de estudo.

Tabela 1. Informações referentes aos aerolevamentos, e ao posterior processamento.

VANT	PHANTOM 4 da DJI
Altura do voo	60m
Resolução de cada ortomosaico	Molhe Leste - 95 imagens com resolução de 2,6cm/pixel Molhe Oeste - 108 imagens com resolução de 1,8cm/pixel
Softwares de processamento	DroneDeploy (planos de voo) Agisoft Photoscan (ortomosaicos) QGIS (digitalização de feições oceanográficas)

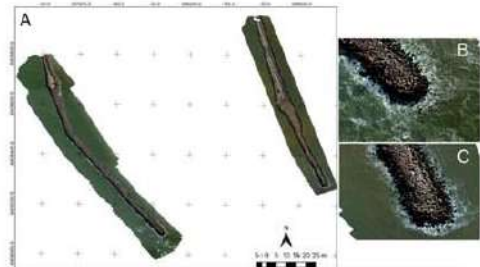
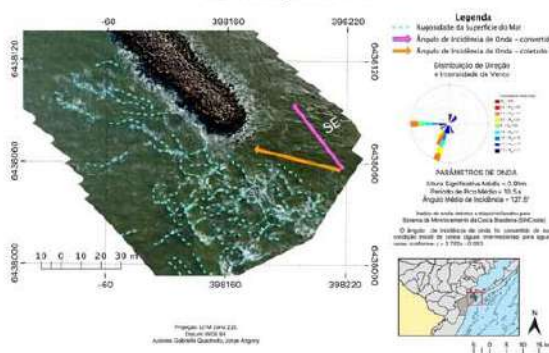


Figura 2. Ortomosaicos gerados no Agisoft Photoscan. (a). As imagens ampliadas em (b) e (c) – molhe oeste e molhe leste, respectivamente - evidenciam a alta resolução espacial proporcionada pelo uso do VANT.

### RESULTADOS e CONCLUSÕES

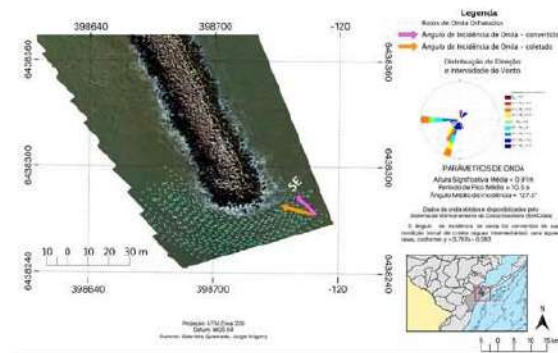
#### Molhe Oeste (MO)

- ✦ Turbulência frente ao MO desfavorece a visualização dos processos de transformação de onda.
- ✦ Feições digitalizadas foram classificadas como rugosidade da superfície livre do mar (SLM).
  - ✦ Atuação conjunta:
    - Swell de SE (altura significativa de onda = 0,91m) + vento SW = influência de vetores dinâmicos sobre a SLM.
  - ✦ Alta dinamicidade atribuída às interações onda-onda, onda-estrutura rígida, além da ação do vento.



#### Molhe Leste (ML)

- ✦ Campo de difração de ondas bem definido em frente ao ML.
- ✦ Posicionamento do ML favorece difração das ondas (como a do swell observado) → formação de zona de sombra em termos energéticos no entorno da estrutura.
- ✦ Zona de sombra concede melhoria às condições de navegabilidade, garantindo maior estabilidade ao canal de acesso ao Porto do Rio Grande, neste cenário meteoceanográfico.



Este estudo demonstrou a viabilidade e o potencial do uso de VANT no mapeamento de feições oceanográficas, devido a sua rapidez na obtenção de imagens com alta resolução espacial, elevada precisão de informações, e sob baixos custos. As cartas-imagem permitiram visualizar fenômenos como a interação das ondas com os molhes e a vazão da pluma estuarina da Lagoa dos Patos, de forma simples e com boa representatividade. Sugere-se o, assim, seu uso como ferramentas de monitoramento, avaliação e fiscalização ambiental.

### REFERÊNCIAS





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO SPIT ARENOSO NA PRAIA DE GARGÁU, SÃO FRANCISCO DO ITABAPOANA (RJ) A PARTIR DA ANÁLISE DE IMAGENS ORBITAIS E LEVANTAMENTOS COM DGPS**

JORGE, M.Q.<sup>1,2</sup>; VASCONCELOS, S.C.<sup>2</sup>; FERNANDES, L.F.R.<sup>1</sup>

Serviço Geológico do Brasil<sup>1</sup> (Marcelo de Queiroz Jorge, [marcelo.jorge@cprm.gov.br](mailto:marcelo.jorge@cprm.gov.br)); Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro<sup>2</sup> (PUC-Rio)

A classificação moderna de deltas considera fatores morfológicos e hidrodinâmicos, os dividindo em três grupos: dominados por marés, por rios e os dominados por ondas. Nesse último, é comum a formação de barreiras arenosas pelo aporte sedimentar fluvial e seu retrabalhamento pelas ondas. Esses sedimentos vão sendo depositados na forma de crista de praia, formando uma planície costeira regressiva. Considerando a formação de barreiras arenosas em deltas dominados por ondas, alguns pesquisadores desenvolveram modelos de evolução responsáveis pela progradação deltaica, em alguns deles também estão associadas a formação de feições secundárias, como lagunas e manguezais. Trabalhos realizados recentemente na planície costeira norte do delta do rio Paraíba do Sul por Vasconcelos e colaboradores em 2016 propuseram um modelo de origem e evolução do sistema barreira-laguna responsável pela progradação deltaica. Tal modelo afirma que os eventos em curso representariam ciclos sucessivos de formação de spits arenosos, inicialmente submersos, que emergem, se desenvolvem longitudinalmente associados à deriva de S-N e são empurrados em direção ao continente pela ação das ondas de nordeste. O constante aporte de sedimentos reiniciaria o processo formando um novo sistema a frente do anterior, estabilizando-o e progredando a planície. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo identificar a continuidade deste processo a partir da caracterização do desenvolvimento de um novo spit arenoso, corroborando assim o modelo proposto por Vasconcelos op. cit. Para isso, foram realizados caminhamentos utilizando DGPS a fim de contornar as formações arenosas em duas ocasiões, uma em 2016 e outra em 2019, quase uma década após o modelo proposto. Os resultados mostram que um novo spit iniciou seu desenvolvimento ancorado a extremidade norte da ilha do Lima e vem se desenvolvendo longitudinalmente, segundo a deriva, à frente do sistema anterior, conforme proposto pelo modelo evolutivo. O momento atual representaria o estágio 3 do referido modelo. No caminhamento de 2016, foi possível observar o início da formação de um spit arenoso próximo a desembocadura da barra. Além disso, todo o atual sistema barreira-laguna apresentava-se deslocado para o interior, em função da retrogradação causada pela transposição de ondas em comparação com o levantamento realizado na época da proposta do modelo. No caminhamento realizado em 2019, feições indicativas de overwash puderam ser bem demarcadas, demonstrando que o spit externo passa a proteger a feição mais interna, como uma barreira a ação das ondas. Em comparação com o caminhamento de 2016, observa-se um expressivo desenvolvimento longitudinal. O presente estudo é parte de uma pesquisa de mestrado realizada na região e os resultados iniciais já apontam para a confirmação da hipótese dos ciclos sucessivos de formação e incorporação de barreiras proposta por Vasconcelos. Novos caminhamentos serão realizados visando acompanhar o desenvolvimento longitudinal do spit e se, de fato, seu posicionamento a frente do anterior cessaria a retrogradação do mais interno ao protegê-lo da ação direta das ondas. Desta forma, espera-se que este trabalho seja mais uma contribuição para o entendimento acerca do comportamento morfodinâmico neste trecho do delta.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### EVOLUÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DO SPIT ARENOSO NA PRAIA DE GARGAÚ, SÃO FRANCISCO DO ITABAPOANA (RJ) A PARTIR DA ANÁLISE DE IMAGENS ORBITAIS E LEVANTAMENTOS COM DGPS

JORGE, M.Q.<sup>1,2</sup>; VASCONCELOS, S.C.<sup>2</sup>; FERNANDES, L.F.R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Serviço Geológico do Brasil – SGB/CPRM marcelo.jorge@cprm.gov.br; <sup>2</sup>Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio);



#### INTRODUÇÃO

A classificação moderna de deltas considera fatores morfológicos e hidrodinâmicos, os dividindo em três grupos: dominados por marés, por rios e os dominados por ondas. Nesse último, é comum a formação de barreiras arenosas pelo aporte sedimentar fluvial e seu retrabalhamento pelas ondas. Esses sedimentos vão sendo depositados na forma de crista de praia, formando uma planície costeira regressiva. Considerando a formação de barreiras arenosas em deltas dominados por ondas, alguns pesquisadores desenvolveram modelos de evolução responsáveis pela progradação deltaica, em alguns deles também estão associadas a formação de feições secundárias, como lagunas e manguezais. Trabalhos realizados recentemente na planície costeira norte do delta do rio Paraíba do Sul por Vasconcelos e colaboradores em 2016 propuseram um modelo de origem e evolução do sistema barreira-laguna responsável pela progradação deltaica. Tal modelo afirma que os eventos em curso representariam ciclos sucessivos de formação de spits arenosos, inicialmente submersos, que emergem, se desenvolvem longitudinalmente associados à deriva de S-N e são empurrados em direção ao continente pela ação das ondas de nordeste. O constante aporte de sedimentos reiniciaria o processo formando um novo sistema a frente do anterior, estabilizando-o e progradando a planície em um sistema barreira-laguna.



Figura 1. Barreira arenosa que se desenvolve na porção norte da planície (Foto original: IBAMA – Campos, 2005).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho tem como objetivo identificar a continuidade deste processo a partir da caracterização do desenvolvimento de um novo spit arenoso, corroborando assim o modelo proposto por Vasconcelos op. cit. Para isso, foram realizados caminhamentos utilizando DGPS a fim de contornar as formações arenosas em duas ocasiões, uma em 2016 e outra em 2019, quase uma década após o modelo proposto.



Figura 2. Caminhamento com DGPS GTR-G2 (TechGeo) em Gargaú.

#### RESULTADOS

Os resultados mostram que um novo spit iniciou seu desenvolvimento ancorado a extremidade norte da ilha do Lima e vem se desenvolvendo longitudinalmente, segundo a deriva, à frente do sistema anterior, conforme proposto pelo modelo evolutivo. O momento atual representaria o estágio 3 do referido modelo. No caminhamento de 2016, foi possível observar o início da formação de um spit arenoso próximo a desembocadura da barra. Além disso, todo o atual sistema barreira-laguna apresentava-se deslocado para o interior, em função da retrogradação causada pela transposição de ondas em comparação com o levantamento realizado na época da proposta do modelo. No caminhamento realizado em 2019, feições indicativas de overwash puderam ser bem demarcadas, demonstrando que o spit externo passa a proteger a feição mais interna, como uma barreira a ação das ondas.

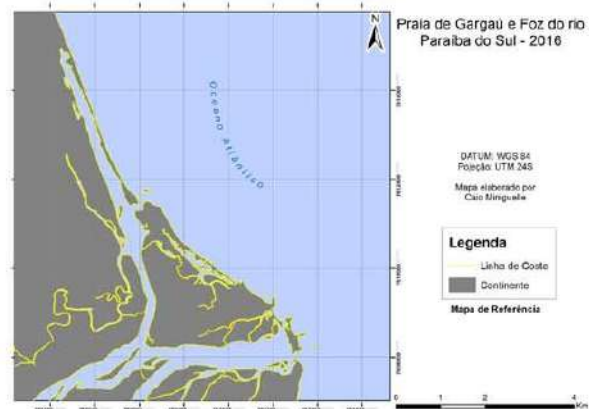


Figura 2. Início da formação de um spit arenoso próximo a desembocadura

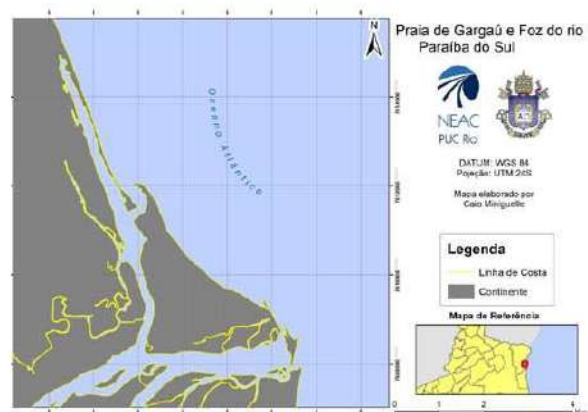


Figura 3. Imagem de 2019. Em comparação com o caminhamento de 2016, observa-se um expressivo desenvolvimento longitudinal do spit.

#### CONCLUSÕES

O presente estudo é parte de uma pesquisa de mestrado realizada na região e os resultados iniciais já apontam para a confirmação da hipótese dos ciclos sucessivos de formação e incorporação de barreiras proposta por Vasconcelos. Novos caminhamentos serão realizados visando acompanhar o desenvolvimento longitudinal do spit e se, de fato, seu posicionamento a frente do anterior cessaria a retrogradação do mais interno ao protegê-lo da ação direta das ondas. Desta forma, espera-se que este trabalho seja mais uma contribuição para o entendimento acerca do comportamento morfodinâmico neste trecho do delta.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIAS, G. T. M. O complexo deltaico do rio Paraíba do sul. In: Simpósio do Quaternário no Brasil, 4, Rio de Janeiro, Publicação Especial nº 2:58-74, 1991.
- LEATHERMAN, S. P. Overwash Processes. Benchmark Papers in Geology/58. Hutchinson Ross Publishing Company, Stroudsburg, Pennsylvania, 1981.
- LEATHERMAN, S. P. Barrier Island Handbook. Eastern National Park & Monument Association, United States, pp. 92. Third Edition, 1988.
- VASCONCELOS, S. C. Evolução Morfológica das Barreiras Arenosas ao Norte da Desembocadura do Rio Paraíba do Sul. RJ. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha da UFF. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2010. w



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### IDENTIFICAÇÃO DE ECOFÁCIES DE PALEOLINHAS DE PRAIAS NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL

NUNES, J.C.R.; CORRÊA, I.C.S.; TOLDO, E.E.J.; LIMA, M.S.S.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (José Carlos Rodrigues Nunes; [Jose.nunes@ufrgs.br](mailto:Jose.nunes@ufrgs.br))

O presente trabalho trata da descrição e análise dos resultados de perfilagem e sondagem, com sonar de varredura lateral de linhas ecobatimétricas na plataforma continental rasa do litoral norte do Rio Grande do Sul, localizada entre os municípios de Cidreira e Tramandaí, através dos registros do Modelo Digital de Elevação Batimétrica Global do banco de dados Topográficos de Multiresolução Global (GMRT) e sismoecobatimétricos, mantidos pelo Observatório Lamont-Doherty da Universidade de Columbia-USA, objetivando identificar a ocorrência de ecofácies relacionadas à existência de resquícios de paleolinhas de praias (*beach ridges*). Os resultados obtidos a partir de 18 km de linhas sonográficas, em uma área de aproximadamente 203 ha, entre as isóbatas de 26 e 42 m, foi possível identificar cicatrizes morfológicas de paleolinhas litorâneas, evidenciadas no Modelo Digital Batimétrico (MDB), e também, associadas às imagens sonográficas e perfis batimétricos do fundo. Os elementos geoindicadores destas feições estão representados por cristas paralelas a subparalelas e descontínuas, posicionadas a uma distância de 20 km da linha de costa. Novos levantamentos geofísicos e testemunhagens do subsfundo, da área do estudo, podem complementar a caracterização sedimentológica e geocronológica das ecofácies.

Palavras-chave: Sonar de varredura lateral. GMRT. Ecofácies. Paleolinhas de praias.

NUNES, J.C.R.<sup>1</sup>; CORRÊA, I.C.S.<sup>1</sup>; TOLDO, E.E.J.<sup>1</sup>; LIMA, M.S.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – CECO-Instituto de Geociências – IGEO.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul–UFRGS.

José Carlos Rodrigues Nunes: e-mail: Jose.nunes@ufrgs.br

#### INTRODUÇÃO

Paleolinhas correspondem a antigas cristas de praias e se apresentam como estruturas lineares alongada, com ocorrências ao longo de todo litoral (Corrêa *et al.*, 2017). O objetivo deste trabalho é identificar a ocorrência de ecofácies relacionadas à existência de paleolinhas de praias (*beach ridges*), na plataforma continental interna do litoral norte do Rio Grande do Sul, entre os municípios de Cidreira e Tramandaí, com coordenadas geográficas: 30°02'45" S, 30°19'31" S e 50°17'38" O e 49°47'17" O.

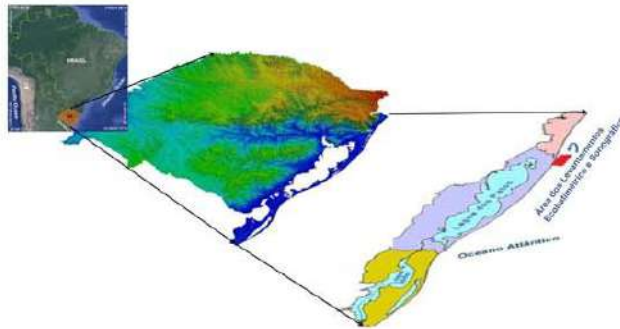


Figura 1: Localização da área de estudo.



Figura 2: Modelos Digitais Batimétricos (MDB's) e posição dos perfis.

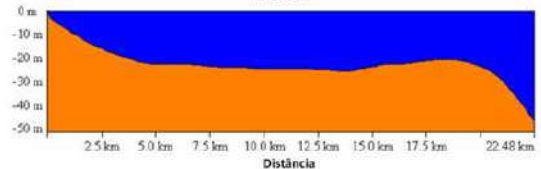
#### MATERIAIS E MÉTODOS

Através da geração de perfis batimétricos do Modelo Digital de Batimétrico (MDB), registros do banco de dados Topográficos de Multiresolução Global (GMRT-Observatório Lamont-Doherty) e sismo-ecobatimétricos (Figuras 2 e 3), levantamento ecobatimétrico e sonografia de varredura lateral (SVL) realizado com sistema ecobatimétrico/sonográfico da *Humminbird* com transdutores de 80/200 kHz para ecobatimetria e transdutores de varredura lateral de 455/800 Khz, foram realizados os levantamentos e modelagem da superfície de fundo da área de estudo.

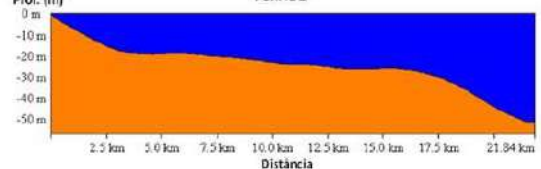
#### RESULTADOS

Com os resultados obtidos a partir de 18 km de linhas sonográficas, em uma área de aproximadamente 203 ha, entre as isóbatas de 26 e 42 m, foi possível identificar cicatrizes morfológicas de paleolinhas litorâneas, evidenciadas no Modelo Digital Batimétrico, e também, associadas às imagens sonográficas e perfis batimétricos do fundo. Os elementos geoindicadores destas feições estão representados por cristas paralelas ou subparalelas e descontínuas, posicionadas a uma distância em torno de 20 km da linha de costa

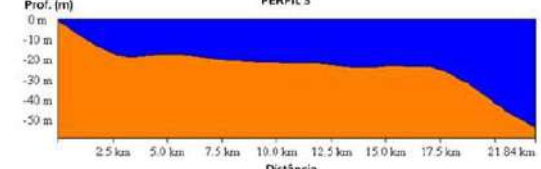
PERFIL 1



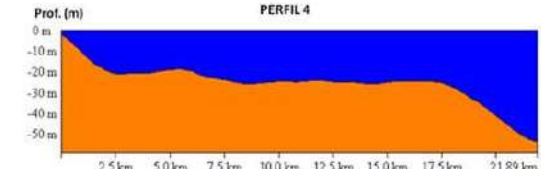
PERFIL 2



PERFIL 3



PERFIL 4



PERFIL 5

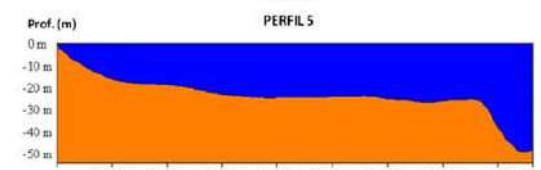


Figura 3: Perfis batimétricos.

#### CONCLUSÕES

A partir dos registros obtidos na campanha oceanográfica, bem como a partir das informações dos Bancos de Dados foi possível mapear a ocorrência de paleolinhas na plataforma interna, que correspondem a antigas cristas de praias.

Novos levantamentos geofísicos e testemunhagens do subfundo da área do estudo, podem complementar a caracterização sedimentológica e geocronológica das ecofácies.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buchmann, F.S.C. & Tomazelli, L.J. 1996. Fósseis da megafauna litorânea colatados na plataforma continental interna, R.S. Brasil e sua relação com a dinâmica costeira passada e atual. In: CONGRESSO DA ABEOQUA, 7. Porto Seguro, Resumos. Porto Seguro, P. 7-9.
- Corrêa, I.C.S. 1986. Evidence of sea level fluctuation in the Rio Grande do Sul do Sul continental Shelf-Brazil. In: QUATERNARY OF SOUTH AMERICAN ANTARCTIC PENINSULA. Holanda, 4:237-247.
- Corrêa, I.C.S.; Wieschenfelder, J.; Nunes, J.C. 2017. Arenitos de Praia Submersos na Plataforma Continental do Rio Grande do Sul. In: X Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, Curitiba.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### INÍCIO DE MOVIMENTO DE CONCHAS DE MOLUSCOS SOB AÇÃO DE FLUXO OSCILATÓRIO

FICK, C.; PUHL, E.; TOLDO, E.E.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Cristiano Fick, [cristiano.fick@ufgrs.br](mailto:cristiano.fick@ufgrs.br))

Pela primeira vez o início de movimento de conchas não-fragmentadas de moluscos foi estudado sob ação de fluxo oscilatório. Para tal, experimentos em canal de geração de ondas foram realizados para investigar o início de movimento de seis espécies de moluscos: três da classe dos bivalves, (i) *Anomalocardia brasiliiana*, (ii) *Diplodonta punctata* e (iii) *Divaricella quadrisulcata*; e três da classe dos gastrópodes, (iv) *Bulla striata*, (v) *Cerithium eburneum* e (vi) *Olivella sp.* As conchas tinham variação granulométrica, pelo diâmetro peneirado (D<sub>sv</sub>), de 2,0 a 15,9 mm. Os experimentos foram realizados em uma configuração de fundo plano sob ondas regulares antes da quebra (*swell / shoaling*) produzidas por um batedor articulado no fundo. Os valores críticos de início de movimento, relacionado ao parâmetro adimensional de Shields, para cada espécie foram calculados em função do D<sub>sv</sub> e do diâmetro nominal (D<sub>n</sub>), este último levando em conta o volume do bioclasto. Além disso, o fator de forma adimensional (*Corey form factor*) das conchas foi avaliado a fim de investigar o efeito das formas dos moluscos no início do movimento. De acordo com o parâmetro crítico de Shields, os dados do limiar de moluscos sob fluxo oscilatório apresentam valores menores que os sedimentos siliciclásticos, considerando D<sub>sv</sub>. Os conjuntos de dados das partículas bioclásticas estão abaixo das curvas empíricas construídas a partir de dados de grãos siliciclásticos sob corrente e ondas. Ao considerar o D<sub>n</sub>, o parâmetro crítico Shields aumenta seus valores e aproximando o conjunto de dados das conchas as curvas clássicas de sedimentos siliciclásticos. No diagrama de Shields, os bivalves de forma plana-côncava (fator de forma: 0,27 - 0,37) apresentam valores do parâmetro crítico de Shields mais elevados, para partículas até 7,93 mm, e um conjunto de dados mais uniforme (melhor correlação) do que os pontos dos gastrópodes, que são de forma mais arredondada (fator de forma: 0,58 - 0,62) e possuem variadas morfologias (elipsoidal, cônica e cúbica). A comparação dos dados obtidos neste trabalho com os de início de movimento para sedimentos bioclásticos sob ação de correntes da literatura apresenta uma boa correlação no diagrama de Shields, no qual todos os conjuntos de dados estão abaixo das curvas empíricas médias para sedimentos siliciclásticos (curva de Shields). Nossos resultados indicam que o efeito da forma no início do transporte ocorreu principalmente em conchas menores (D<sub>sv</sub> < 7,93 mm). O uso do diâmetro nominal foi satisfatório para melhorar a correlação dos dados bioclásticos e siliciclásticos. Os parâmetros críticos de início de movimento mais baixos dos gastrópodes do que os bivalves são discutidos em termos de um processo de transporte seletivo de sedimentos bioclásticos. Isso pode implicar na formação de fácies de coquina dominadas por uma espécie específica de molusco, de acordo com a intensidade do fluxo oscilatório que atua sobre um fundo composto por conchas. Através dos resultados e discussões obtidos, um modelo conceitual para transporte de sedimentos bioclásticos em ambiente de águas rasas dominado por ondas é apresentado.

Palavras-chave: Início de movimento. Diagrama de Shields. Fluxo oscilatório. Conchas de moluscos.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PERFIL DE EQUILÍBRIO PARA PRAIAS DE CONCHAS: MODELAGEM FÍSICA EM CANAL DE ONDAS

MACHADO, L.; FICK, C.; PUHL, E.; TOLDO, E.E.

Universidade do Estado do Rio Grande do Sul (Leonardo Machado, [pereiraleonardomachado@gmail.com](mailto:pereiraleonardomachado@gmail.com))

Em ambiente marinho-raso dominado por ondas a morfologia de fundo é diretamente controlada pela ação do fluxo oscilatório, de modo a construir perfis praias cuja forma pode ser predita por elementos teóricos. A teoria dos perfis de equilíbrio diz que todo perfil praias, principalmente se for composto por sedimentos arenosos, sob a influência de determinadas condições atinge o equilíbrio, que é resultado do balanço entre as forças destrutivas e construtivas atuantes. O perfil de equilíbrio é um conceito dinâmico, já que as ondas incidem continuamente na natureza, fazendo com que ele seja descrito como um perfil médio no tempo. Este perfil então é a representação da parte submersa da praia, entre a linha d'água e a profundidade limite onde não há mais movimentação de sedimento, representada por uma curva exponencial teórica, dada pela expressão  $h = Ax^m$ , a qual descreve a profundidade (h) em função da distância da costa (x) regida por dois parâmetros, A é um parâmetro teórico baseado na granulometria da praia, enquanto que m caracteriza a inclinação e concavidade da praia e varia na natureza em torno do valor de 2/3. Assim, este projeto tem como objetivo compreender o processo de formação das acumulações de conchas em ambiente praias, mais especificamente avaliar como as diferentes condições da praia e das ondas respondem na morfologia e parâmetros do perfil de equilíbrio. A partir de modelagem física em laboratório, experimentos em canal de ondas foram realizados. As ondas são geradas por um batedor regular (placa oscilante) que pode ser ajustado para geração de ondas com diferentes alturas (H) e períodos (T). A metodologia consistiu em criar um perfil de praia artificial composto inteiramente de conchas na extremidade mais afastada do batedor (com dimensões 0,95X1X0,45 m), mantendo-se a mesma declividade inicial (1:2,1) e nível d'água no tanque (0,25 m). Quatro experimentos foram realizados até o momento, onde variou-se a H e T das ondas. Durante cada experimento o processo foi filmado para avaliação da evolução do perfil no tempo até que não houvesse variação da morfologia do perfil praias, ou seja, atingiu o equilíbrio. A partir do tratamento dos dados batimétricos foi realizado um ajuste de curva por mínimos quadrados de acordo com a teoria dos perfis de equilíbrio (curva exponencial). Até o momento pode-se observar que o ajuste do perfil de equilíbrio para o valor teórico de A estimado a partir da granulometria do sedimento utilizado no modelo respondeu bem quanto os valores em torno de 2/3 da potência, mostrando também que maiores ondas geram valores de m maiores, ou seja, praias mais reflexivas. Além disso, os modelos físicos gerados apresentaram feições características de sistemas praias, destacando-se principalmente a crista de praia gerada na zona emersa dos perfis, onde os processos de quebra e *swash* da onda foram identificados. Como previsto pelos resultados, será necessária a elaboração de simulações em maiores escalas para validação do modelo. Para futuras simulações também serão avaliados outros parâmetros como orientação das conchas e a distribuição granulométrica da praia.

Palavras-chave: Perfil de Equilíbrio. Modelagem Física. Conchas de moluscos.

### Perfil de Equilíbrio Para Praias de Conchas: Modelagem Física em Canal de Ondas

Leonardo Pereira Machado<sup>1</sup>; Cristiano Fick<sup>1</sup>; Eduardo Puhl<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Estudos em Correntes de Densidade (NECOD), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).



#### INTRODUÇÃO

Em ambiente marinho-raso dominado por ondas a morfologia de fundo é diretamente controlada pela ação do fluxo oscilatório, de modo a construir perfis praias cuja forma pode ser predita por elementos teóricos. A teoria dos perfis de equilíbrio é um conceito dinâmico que diz que todo perfil praiial sob a influência de determinadas condições atinge o equilíbrio, que é resultado do balanço entre as forças destrutivas e construtivas atuantes. Este perfil então é a representação da parte submersa da praia, entre a linha d'água e a profundidade limite onde não há mais movimentação de sedimento, representada por uma curva exponencial teórica ajustada, dada pelas expressões:

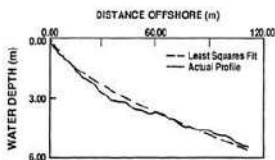


Fig. 1: Esquema representativo e equações utilizadas para o ajuste de curva e definição da equação do perfil de equilíbrio.

$$h(x) = A x^{-m}$$

$$A = 0.067 w^{0.44}$$

$h$  [m]: Profundidade;  
 $x$  [m]: Distância da costa;  
 $w$  [cm/s]: Velocidade de queda;  
 $m$ : Expoente de ajuste;  
 $A$  [ $m^{1/m}$ ]: Fator teórico de escala;

O objetivo do estudo é compreender o processo de formação das acumulações de conchas em ambiente praiial a partir da teoria dos perfis de equilíbrio utilizando da modelagem física em canal de ondas em laboratório.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

- 1) Canal, gerador de ondas e conchas (Fig.2)
- 2) Equipamentos:
  - a) Sondas de Nível;
  - b) Câmeras e Holofotes;
  - c) Mesa laser de levantamento batimétricos;
- 3) Variação dos parâmetros de onda:  $H_s$  e  $T_p$  (Tab.1).

	$H_s$ (cm)	$T_p$ (s)
PE01	7.7863	1.1763
PE02	11.04705	1.1912
PE03	9.05102	1.52522
PE04	9.8877	1.59016

Tab.1: Parâmetros de onda utilizados nos quatro ensaios realizados;  $H_s$ : Altura Significativa de onda;  $T_p$ : Período.



Fig.2: Foi criado um perfil de praia artificial composto inteiramente de conchas na extremidade mais afastada do batador, onde manteve-se a mesma declividade inicial e o nível d'água no tanque para todos os experimentos.

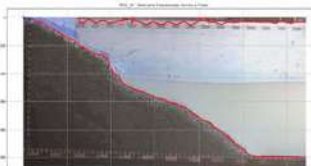


Fig.3: Durante cada experimento, o processo foi gravado em corte para avaliação da evolução do perfil no tempo até que não houvesse variação da morfologia do perfil praiial, ou seja, atingiu o equilíbrio. Estas imagens foram submetidas a uma rotina em Python para a extração do perfil a partir dos contrastes.

- 4) Coleta de dados:
  - a) Imagens e vídeos;
  - b) Levantamento Batimétrico;
- 5) Processamento de imagens: Python (Fig.3);
- 6) Ajustes de curva de acordo com a teoria dos Perfis de Equilíbrio (Fig.4).

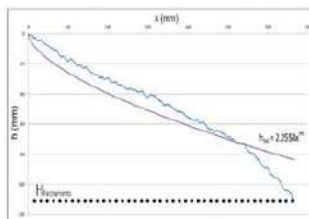


Fig.4: Os dados batimétricos lidos foram tratados de maneira bidimensional (seção média em corte) para um ajuste de curva de acordo com a teoria dos perfis de equilíbrio para a definição da equação de equilíbrio para cada condição de onda (experimento).

#### RESULTADOS

- 1) Diferentes condições de onda resultaram em diferentes morfologias
- 2) Houve geração de crista e cava em todas as simulações
- 3) Declividades de ~ 1:2
  - └ Praias reflectivas



Fig. 5: Perfil final de cada experimento. Linha amarela pontilhada indica posição do perfil inicial.

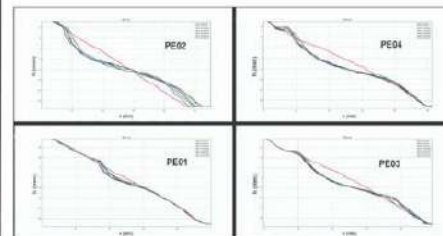


Fig. 6: Evolução do perfil de cada experimento.

- 4) Diferentes tempos de equilíbrio (até que não haja mais mudança na morfologia).

- 5) Cálculo do Fator Teórico de Escala baseado na granulometria das conchas a partir da relação com a velocidade de queda descrita por Rieux et al. (2018):

$$A = 2.2558 \text{ mm}^{1/3}$$

- 6) Ajuste de curva para a exponencial:

$$h(x) = 2.2558 x^{-m}$$

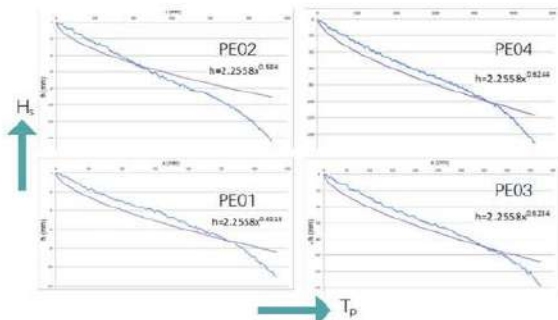


Fig. 7: Perfis teóricos ajustados à curva exponencial de cada experimento.

#### CONCLUSÕES

- Fortes correlações:
  - $H_s \sim m$  }  $\uparrow m$ : Praias reflectivas
  - $T_p \sim 1/m$  }  $\downarrow m$ : Praias dissipativas
- Exponentes ajustados em torno de 2/3 correspondem de acordo com Dean(1990)
- Forte correlação entre tempo de equilíbrio e  $T_p$  da onda
- Forte efeito de reflexão nas ondas

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DEAN, R.G., 1990. Equilibrium beach profiles: characteristics and applications. Journal of Coastal Research, 7(1), 53-84. Fort Lauderdale (Florida). ISSN 0749-0208.
- Rieux A, Weill P, Mouaze D, Poirier C, Nechenache F, Perez L, Tessier B. 2019. Threshold of motion and settling velocities of mollusc shell debris: influence of faunal composition. Sedimentology 66, 895–916. (doi:10.1111/sed.12521) Crossref, ISI





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA EVOLUÇÃO RECENTE DA BAÍA DE SEPETIBA (RIO DE JANEIRO, BRASIL)

SILVA L. C.; MARTINS, M.V.A.; PEREIRA, E.; COSTA, C.F.; OLIVEIRA, T. R. A.; RODRIGUES, M. A. C.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Layla Cristine da Silva, [laylageologiauerj@gmail.com](mailto:laylageologiauerj@gmail.com))

A Baía de Sepetiba é uma das três grandes baías localizadas no Estado do Rio de Janeiro (Brasil), apresentando cerca de 40 km de comprimento e 16 km de largura. Nove rios desembocam no setor nordeste da baía e compõem uma bacia de drenagem de 447 km<sup>2</sup>. O processo de urbanização e, principalmente, a atividade industrial crescente na região de Sepetiba, tem vindo a contribuir para o processo de eutrofização e de contaminação por metais e outros poluentes, alterando as características geológicas e ambientais deste ecossistema. Este trabalho visa contribuir para o estudo da evolução geológica recente da Baía de Sepetiba e contribuir para o entendimento dos eventos geológicos e antrópicos que a influenciaram. O trabalho tem como base o estudo do testemunho de sondagem SP5, coletado na Baía de Sepetiba, próximo do Porto de Sepetiba (22°57,494'S/43°49,088'W), por mergulhadores que usaram o método de sondagem por percussão que permitiu a recuperação de uma coluna sedimentar com aproximadamente 133 cm de comprimento. Foram efetuadas amostragens a cada 2 ou 3 cm, aproximadamente. Para este estudo foram obtidos dados granulométricos e geoquímicos como por exemplo: Carbono Orgânico Total (TOC), Enxofre Total (TS) e concentrações de elementos químicos (tais como As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sn e Zn). A partir dos resultados obtidos foi possível observar que o testemunho SP5 é uma sequência sedimentar granulodecrescente, constituída predominantemente por sedimentos finos. A porção intermédia do testemunho é formada por níveis mais arenosos, indicando provavelmente, modificação de energia do ambiente. O teor de TOC aumenta em direção ao topo do testemunho. Os valores da razão C/S indicam a ocorrência de escassez de oxigênio no topo do testemunho. As concentrações de metais potencialmente tóxicos, como por exemplo, Cd, Cu, Pb, Sn e Zn são menores na base, mas aumentam progressivamente em direção à secção superior do testemunho. Os resultados obtidos sugerem que a área de estudo foi contaminada por metais, principalmente Cd e Zn, na sequência do crescimento populacional e da instalação de polos industriais ao redor da Baía de Sepetiba, principalmente a companhia Ingá Mercantil (atualmente inativa). O aumento da concentração de Sn poderá estar relacionado à atividade pesqueira que ocorre na região. Um dos compostos sintéticos que tem causado grandes problemas nos ecossistemas costeiros com atividade portuária, é o tributílo-*de*-estanho (TBT), um biocida utilizado em tintas para evitar o aparecimento de organismos nas superfícies de barcos e prevenir a corrosão do casco. O TBT é um composto orgânico com estanho, altamente tóxico e letal para vários organismos. A aplicação de TBT em embarcações já se encontra proibida em muitos países, mas continua sendo usada no Brasil. O uso deste produto em embarcações da região poderá ser responsável pelo aumento dos teores deste metal. Idades obtidas por Pb<sup>210</sup> e Cs<sup>137</sup> num testemunho próximo, indicam que o aumento das concentrações de metais, no topo do testemunho SP5, é uma consequência da ação antrópica, na sequência do crescimento populacional e industrial desenfreados, sobretudo a partir de 1970, na região de Sepetiba.

Palavras-chave: Sistema Costeiro. Contaminação por metais. Matéria Orgânica. Influência antrópica.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### CONTRIBUIÇÃO PARA O ESTUDO DA EVOLUÇÃO RECENTE DA BAIÁ DE SEPETIBA (RIO DE JANEIRO, BRASIL)

SILVA L. C.<sup>1</sup>; MARTINS, M.V.A.<sup>1</sup>; PEREIRA, E.<sup>1</sup>; COSTA, C.F.<sup>2</sup>; OLIVEIRA, T. R. A.<sup>2</sup>; RODRIGUES, M. A. C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Faculdade de Geologia, Av. São Francisco Xavier, 524, Maracanã, CEP 20550-013, Rio de Janeiro, Brasil. laylageologiauerj@gmail.com; virginia.martins@ua.pt, egbertogeologia@gmail.com; tutucuerj@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Faculdade de Oceanografia, Av. São Francisco Xavier, 524, Maracanã, CEP 20550-013, Rio de Janeiro, Brasil. carolina.fcosta@gmail.com, thales.oliveira@uerj.br



#### INTRODUÇÃO

A Baía de Sepetiba é uma das três grandes baías localizadas no Estado do Rio de Janeiro. É um corpo elipsoidal, semi-confinado, com área de cerca de 305 km<sup>2</sup>. É a norte pelo continente, a leste pela planície de maré de Guaratiba, a sul pela restinga de Marambaia e a oeste por um cordão de ilhas migmatíticas (Brönnimann et al., 1981) que a isolam da alta energia do Atlântico. A atividade industrial desta região é responsável pelo lançamento de várias substâncias potencialmente tóxicas nos rios que desaguam na Baía, destacando-se os metais pesados, que devido ao movimento das marés e reações químicas com a matéria orgânica são acumulados nos sedimentos na zona interna da baía (Paraquetti et al., 2004)

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho baseia-se no testemunho de sondagem SP5, coletado na Baía de Sepetiba, próximo do Porto de Sepetiba (22°57,494'S/43°49,088'W), por mergulhadores que usaram o método de sondagem por percussão que permitiu a recuperação de uma coluna sedimentar com aproximadamente 133 cm de comprimento. Foram efetuadas amostragens a cada 2 ou 3 cm, aproximadamente com isso, foram obtidas cerca de 60 amostras de sedimentos. Para este estudo foram obtidos dados granulométricos e geoquímicos como por exemplo: Carbono Orgânico Total (TOC), Enxofre Total (TS) e concentrações de elementos químicos.

#### RESULTADOS / DISCUSSÃO

Os resultados obtidos permitem observar que o testemunho SP5 é uma sequência sedimentar, constituída predominantemente por sedimentos finos. Porém, a porção intermediária do testemunho é formada por níveis mais arenosos, indicando provavelmente, alteração de energia do ambiente.

O teor de TOC aumenta em direção ao topo do testemunho (Fig. 2).

Os valores da razão C/S, são inferiores a 3 na maior parte dos testemunho, indicando a ocorrência de escassez de oxigênio na maior parte do testemunho (Fig. 2).

As concentrações de metais potencialmente tóxicos, como por exemplo, Cd, Cu, Pb, Sn e Zn são menores na base, mas aumentam progressivamente em direção à secção superior do testemunho (Fig. 2).

A Análise de Componentes Principais revela que a tendência de aumento das concentrações de metais potencialmente tóxicos é semelhante, não estando necessariamente associada ao aumento da proporção da fração fina dos sedimentos (Fig. 3).

Idades obtidas por Pb<sup>210</sup> e Cs<sup>137</sup> num testemunho próximo, indicam que o aumento das concentrações de metais, no topo do testemunho SP5, é uma consequência da ação antrópica, na sequência do crescimento populacional e industrial desenfreados, sobretudo a partir de 1970, na região de Sepetiba

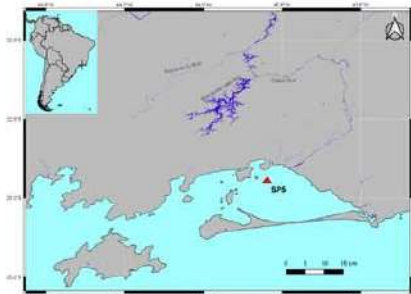


Figura 1. Localização do testemunho SP5.

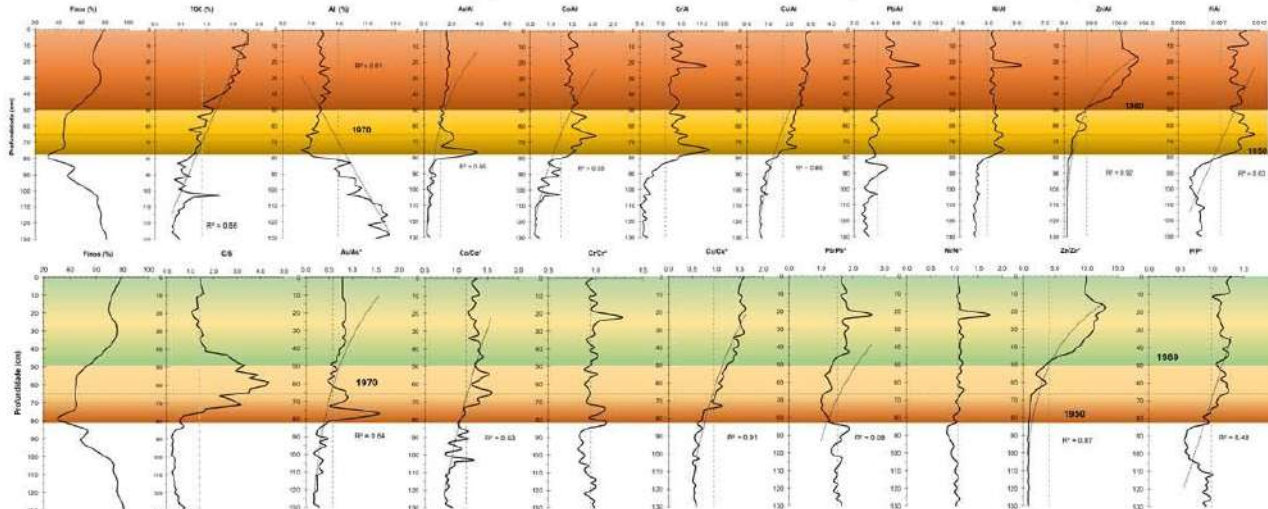


Figura 2. Resultados geoquímicos do testemunho SP5.

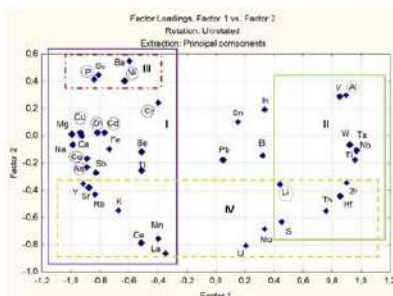


Figura 3. Resultados estatísticos do testemunho SP5.

#### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos sugerem que a área de estudo foi contaminada por metais, principalmente Cd e Zn.

O testemunho SP5 revela também um aumento da eutrofização na região interna da Baía de Sepetiba.

Os referidos impactos ocorreram principalmente desde a década de 50, mas foram mais marcantes a partir de 1970. Poderão estar relacionados com o crescimento populacional e a instalação de polos industriais ao redor da Baía de Sepetiba, principalmente com o funcionamento da companhia Ingá Mercantil (atualmente inativa).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brönnimann, P., Moura, J. A., Dias-Brito, D., 1981. Ecologia dos foraminíferos e microorganismos associados da área de Guaratiba/Sepetiba: Modelo ambiental e sua aplicação na pesquisa de hidrocarbonetos. Relatório 3549. PETROBRAS. 61 pp  
Paraquetti, H. H. M., Gisele A. Ayres, Marcelo Dominguez de Almeida, Mauricio M. Mollari, Luiz Drude de Lacerda, 2004. Mercury distribution, speciation and flux in the Sepetiba Bay tributaries, SE Brazil. Water Research 38, 1439–1448.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CnPQ o financiamento concedido (Processo: 443662/2018-5).



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### VARIABILIDADE ESPACIAL DA DESCARGA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO EXTREMO SUL DO BRASIL

SOUZA, M. F.; ANDRADE, C.F.F.; NIENCHESKI, L. F. H.; PAIVA, M. L.; SUKEKAVA, C. F.;  
SOUZA, G. K.; LIMA, K. C.

Universidade Federal do Rio Grande (Mariana Farias de Souza, [marianasouza362@gmail.com](mailto:marianasouza362@gmail.com))

A descarga de água subterrânea (DAS) é um processo reconhecido como uma importante via de transporte de elementos dissolvidos para os ambientes costeiros, como nutrientes, metais e carbono. Além disso, esse processo pode contribuir com volumes de água doce semelhantes às descargas superficiais para o oceano. O estudo detalhado da DAS é essencial para um bom gerenciamento costeiro, especialmente no atual cenário de mudanças climáticas, em que é imprescindível um conhecimento detalhado da hidrologia local/regional. Na região sul do Brasil, especialmente na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, esse processo vem sendo estudado na última década, em função das características geomorfológicas da região, que podem favorecer esse processo. A região é dominada por sedimentos arenosos permeáveis, que separam uma série de lagoas costeiras do oceano. O objetivo desse estudo foi avaliar a variabilidade espacial da SGD, ao longo da plataforma continental adjacente ao estado do RS-Brasil. A área de estudo foi dividida em três regiões: sul (reentrância), contemplando 120 km de linha de praia, centro (projeção costeira), contemplando 170 km de linha de praia, e norte (reentrância), contemplando 110 km de linha de praia. A quantificação da SGD foi feita a partir de um balanço de massa de radônio ( $^{222}\text{Rn}$ ), no qual são consideradas todas as fontes (entradas) e sumidouros (saídas) desse traçador na área de estudo e após esses valores são convertidos em fluxos. Para isso, foram feitas medidas da atividade desse elemento em transectos perpendiculares à linha de praia, em cada uma das três regiões. As taxas de advecção encontradas variaram, com maiores valores nas regiões sul e norte, ( $5,66 \pm 1,30$  e  $6,63 \pm 1,03$   $\text{cm.dia}^{-1}$  respectivamente), e menor valor na região central ( $2,06 \pm 1,02$   $\text{cm.dia}^{-1}$ ). Atribui-se essa variação às características distintas da arquitetura deposicional da barreira. A literatura indica que na costa do RS, as áreas onde ocorrem projeções costeira (áreas proeminentes) são dominadas por um padrão de empilhamento retrogradacional, ao contrário das reentrâncias, onde o padrão predominante é progradacional. As distintas taxas de advecção encontradas expõem que as regiões costeiras, mesmo quando dominadas por sedimentos permeáveis semelhantes, apresentam variação de fluxos, ou seja, as heterogeneidades da formação geológica da barreira costeira são suficientes para influenciar a DAS.

Palavras-chave: Radônio. Oceano Atlântico Sul. Sedimentos Permeáveis.

### VARIABILIDADE ESPACIAL DAS DESCARGAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO EXTREMO SUL DO BRASIL

SOUZA, M. F.; ANDRADE, C.F.F.; NIENCHESKI, L. F. H.; PAIVA, M. L.; SUKEKAVA, C. F.; SOUZA, G. K.; LIMA, K. C.;

Universidade Federal do Rio Grande – Instituto de Oceanografia, Laboratório de Hidroquímica<sup>1</sup> (Mariana Farias de Souza, marianasouza362@gmail.com).



#### INTRODUÇÃO

A descarga de água subterrânea (DAS) é um processo reconhecido como uma importante via de transporte de elementos dissolvidos para os ambientes costeiros, como nutrientes, metais e carbono. Além disso, esse processo pode contribuir com volumes de água doce semelhantes às descargas superficiais para o oceano (MOORE et al., 2008). O estudo detalhado da DAS é essencial para um bom gerenciamento costeiro, especialmente no atual cenário de mudanças climáticas, em que é imprescindível um conhecimento detalhado da hidrologia local/regional. Na região sul do Brasil, especialmente na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, esse processo vem sendo estudado na última década, em função das características geomorfológicas da região, que podem favorecer esse processo (ATTISANO et al., 2013; NIENCHESKI et al., 2007; WINDOM et al., 2006). A região é dominada por sedimentos arenosos permeáveis, que separam uma série de lagoas costeiras do oceano. O objetivo desse estudo foi avaliar a variabilidade espacial da SGD, ao longo da plataforma continental adjacente ao estado do RS-Brasil.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo (Figura 2) foi dividida em três regiões: sul (reentrância), contemplando 120 km de linha de praia, centro (projeção costeira), contemplando 170 km de linha de praia, e norte (reentrância), contemplando 110 km de linha de praia. A quantificação da SGD foi feita a partir de um balanço de massa de <sup>222</sup>Rn (Eq. 1), no qual são consideradas todas as fontes (entradas) e sumidouros (saídas) desse traçador na área de estudo e após esses valores são convertidos em fluxos (BURNETT e DULAIOVA, 2003), conforme exemplificado na figura 2. Para isso, foram feitas medidas da atividade desse elemento em transectos perpendiculares à linha de praia, em cada uma das três regiões, utilizando o monitor portátil de radônio no ar RAD-7 (Durrige Company Inc.).

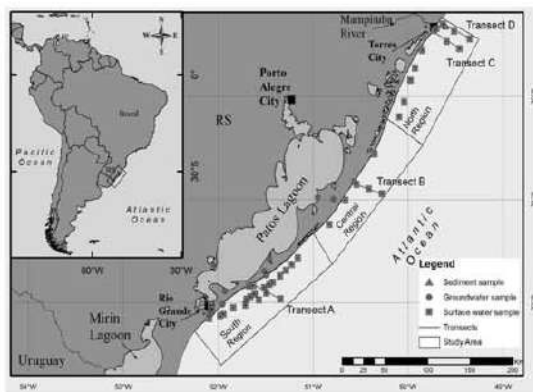


Figura 1. Localização da área de estudo e das estações amostrais

$$F_{dif} + F_{DAS} + (I_{226}\lambda_{222}) - (I_{222}\lambda_{222}) - F_{atm}F_{mix} = 0 \quad (Eq. 1)$$

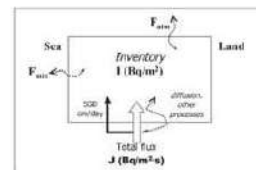


Figura 2. Modelo conceitual do uso do radônio para estimar a DAS.

Fonte: Burnett e Dulaiova (2003).

#### RESULTADOS

As taxas de advecção encontradas variaram, com maiores valores nas regiões sul e norte e menor valor na região central (Tabela 1). Rocha (2018), utilizando <sup>222</sup>Rn, encontraram diferentes taxas em duas regiões do norte do RS (46,15 e 3,62 cm.dia<sup>-1</sup>), concluindo que essa diferença resulta das características distintas da arquitetura deposicional da barreira, em que regiões com padrão de empilhamento prográdacional facilitam o processo de advecção, resultando em maiores volumes de DAS quando comparadas a regiões com padrão retrogradacional. Em um estudo feito por Barboza et al. (2011), na costa do RS, as áreas onde ocorrem projeções costeiras (áreas proeminentes), como é o caso da área do transecto B, a costa é predominante retrogradacional, o que pode explicar a menor taxa (2,06cm.dia<sup>-1</sup>) quando comparada aos outros três transectos.

Tabela 1. Fluxos de <sup>222</sup>Rn e DAS nas regiões avaliadas.

Region	Transect	Total Area (m <sup>2</sup> )	<sup>222</sup> Rn - F <sub>DAS</sub> (dpm.m <sup>2</sup> .day <sup>-1</sup> )	DAS rate (cm.day <sup>-1</sup> )
South	A	1,2 x 10 <sup>9</sup>	1467±338	5,66±1,30
Center	B	1,7 x 10 <sup>9</sup>	534±266	2,06±1,02
North	C	1,1 x 10 <sup>9</sup>	1438±394	5,50±1,50
North	D	1,1 x 10 <sup>9</sup>	1735±271	6,63±1,03

#### CONCLUSÕES

As distintas taxas de DAS encontradas indicam que as regiões costeiras, mesmo quando dominadas por sedimentos permeáveis semelhantes, apresentam variação de fluxos de água subterrânea, ou seja, as heterogeneidades da formação geológica da barreira costeira podem ser suficientes para influenciar quantitativamente a DAS.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTISANO, K. K.; SANTOS, J. R.; ANDRADE, C. F. F.; PAIVA, M. L.; MILANI, J. C. B.; NIENCHESKI, L. F. Submarine Groundwater Discharge Revealed By Radium Isotopes (Ra-223 And Ra-224) Near A Paleochannel on The Southern Brazilian Continental Shelf. *Brazilian Journal of Oceanography*, 61 (3), 189–206, 2013
- BARBOZA, E. G.; ROSA, M. L. C. C.; HEBB, P. A.; DILLENBURG, S. R.; TOMAZELLI, L. J.; AYUP-ZOJAN, R. N. Evolution of the Holocene Coastal Barrier of Pelotas Basin (Southern Brazil) - a new approach with GPR data. *Journal of Coastal Research, Special Issue 64*, 649–656, 2011.
- BURNETT, W. C.; DULAIOVA, H. Estimating the dynamics of groundwater input into the coastal zone via continuous radon-222 measurements. *Journal of Environmental Radioactivity*, 95, 21–35, 2003.
- MOORE, W. S.; SARMIENTO, J. L.; KEY, R. M. Submarine groundwater discharge revealed by <sup>222</sup>Rn distribution in the Upper Atlantic Ocean. *Nature Geoscience*, 1, 309–311, 2008.
- NIENCHESKI, L. F. H.; WINDOM, H. L.; MOORE, W. S.; JAHNKE, R. A. Submarine groundwater discharge of nutrients to the ocean along a coastal lagoon barrier. *Southern Brazil. Marine Chemistry*, 106, 546–561, 2007.
- ROCHA, C. M.; BARBOZA, E. G.; NIENCHESKI, L. F. H. Radon activity and submarine groundwater discharge in different geological regions of a coastal barrier in Southern Brazil. *Environmental Earth Sciences*, 77, 14, 2015.
- WINDOM, H. L.; MOORE, W. S.; NIENCHESKI, L. F. H.; JAHNKE, R. A. Submarine groundwater discharge: A large, previously unrecognized source of dissolved iron to the South Atlantic Ocean. *Marine Chemistry*, 102, 252–266, 2006.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ESTUDO SOBRE A OCUPAÇÃO DA REGIÃO DO PÓS-PRAIA NA PRAIA DE ITACIMIRIM – CAMAÇARI – BA

SILVA Jr., E. B., MENDONÇA, L.F.F., MEIRELES, R.P.

Universidade do Estado da Bahia (Enéas Barbosa da Silva Junior, [eneasbarbosa@hotmail.com](mailto:eneasbarbosa@hotmail.com))

Situada na Cidade de Camaçari – Bahia, entre a Praia de Guarajuba (0602065 L / 8601950 N) e a Praia do Forte (0604936 L / 8606730 N), a Praia de Itacimirim, até a década de 60, era considerada uma pacata vila de pescadores. Com a criação do Polo Petroquímico, nos anos 70, Camaçari passou a representar o carro chefe da política de desenvolvimento industrial da Bahia, mudando significativamente o seu perfil e de suas cercanias. O acesso ao Litoral Norte baiano, antes precário, modificou-se com a construção da BA-099, impulsionando a ocupação de toda a região. A diversidade de serviços ecossistêmicos, a proximidade com a capital baiana, a infraestrutura ofertada e a perda de qualidade no serviço de transporte hidroviário na Baía de Todos os Santos, favoreceram a mudança nos destinos dos veranistas e o conseqüente adensamento da orla de Camaçari. Dentre os impactos ambientais negativos no período, destacam-se a supressão vegetal, a poluição de cursos d'água e a utilização indiscriminada de aquíferos subterrâneos, além da construção desordenada que, em alguns casos, promoveram o enrijecimento da linha de costa, alterando a morfodinâmica local e potencializando o surgimento de episódios de erosão costeira. Para a análise dos efeitos dessa ocupação, o presente trabalho utiliza-se de 7 pontos de controle ao longo da Praia de Itacimirim. Mensalmente, durante a baixa-mar das marés de sizígia, foram levantados os respectivos perfis praias, coletadas amostras para análise granulométrica, observadas as alturas e períodos das ondas incidentes e obtidos os volumes de sedimentos transportados. Em paralelo, foram analisadas as variações da linha de costa e o adensamento das construções utilizando imagens de satélites da série Landsat e do Sentinel-2, contextualizando o estudo com a legislação vigente e o momento econômico vivido pela região. A praia de Itacimirim pode ser classificada como uma região de grande variabilidade em seu perfil praias, apresentando-se numa escala espaço-temporal entre os estágios morfodinâmicos dissipativo e intermediário. A deriva litorânea efetiva possui sentido nordeste-sudoeste. O sedimento predominantemente siliciclástico da praia de Itacimirim tem, basicamente, duas fontes principais: o sedimento relíquia resultado da erosão dos depósitos da Formação Barreiras, acumulados na plataforma durante a regressão Pré-Holocênica e o sedimento proveniente de aportes fluviais, transportados ao longo da costa. O volume de sedimentos transportados é significativo, sendo observada a taxa de transporte sedimentar de, aproximadamente, 468 m<sup>3</sup>/m durante o mês de março no ponto de controle próximo a Barra do Rio Pojuca. O crescimento do mercado imobiliário e os altos preços praticados para os imóveis próximos ao mar levaram a muitos empreendedores a ignorar a legislação vigente e avançar suas construções em áreas de grande variabilidade morfológica. Assim, vários casos de perdas de bens são registrados na região causados pelos episódios de acentuada erosão costeira. A linha de costa, continuamente ocupada, interagindo com a tipologia dos sedimentos, a topografia do fundo marinho e a dinâmica dos fluidos presente, resulta num sistema desequilibrado que poderá, ao longo do tempo, tornar-se o principal fator de déficit sedimentar, alterando os serviços ecossistêmicos, gerando impactos ambientais, econômicos e sociais nas regiões à sotamar.

Palavras-chave: Erosão Costeira. Gerenciamento Costeiro. Ocupação do Pós-Praia. Morfodinâmica Praia.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### ESTUDO SOBRE A OCUPAÇÃO DA REGIÃO DO PÓS-PRAIAS NA PRAIA DE ITACIMIRIM – CAMAÇARI – BA.

ENÉAS BARBOSA DA SILVA Jr.<sup>1,2</sup>, LUÍS FELIPE FERREIRA DE MENDONÇA<sup>1</sup>, RICARDO PIAZZA MEIRELES<sup>1</sup>

Universidade Federal da Bahia - Instituto de Geociências<sup>1</sup>

Universidade Federal da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Geologia<sup>2</sup>



#### INTRODUÇÃO

Situada na Cidade de Camaçari – Bahia, entre a Praia de Guarajuba (0602065 L / 8601950 N) e a Praia do Forte (0604936 L / 8606730 N), a Praia de Itacimirim, até a década de 60, era considerada uma pacata vila de pescadores. Com a criação do Polo Petroquímico, nos anos 70, Camaçari passou a representar o carro chefe da política de desenvolvimento industrial da Bahia, mudando significativamente o seu perfil e de suas cercanias. O acesso ao Litoral Norte baiano, antes precário, modificou-se com a construção da BA-099, impulsionando a ocupação de toda a região. A diversidade de serviços ecossistêmicos, a proximidade com a capital baiana, a infraestrutura ofertada e a perda de qualidade no serviço de transporte hidroviário na Baía de Todos os Santos, favoreceram a mudança nos destinos dos veranistas e o consequente adensamento da orla de Camaçari. Dentre os impactos ambientais negativos no período, destacam-se a supressão vegetal, a poluição de cursos d'água e a utilização indiscriminada de aquíferos subterrâneos, além da construção desordenada que, em alguns casos, promoveram o enrijecimento da linha de costa, alterando a morfodinâmica local e potencializando o surgimento de episódios de erosão costeira.



Figura 1. Localização da Área de Estudo – Povoado de Itacimirim Camaçari - BA

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise dos efeitos dessa ocupação, o presente trabalho utilizou-se de 7 pontos de controle ao longo da Praia de Itacimirim (figura 01). Mensalmente, durante a baixa-mar das marés de sizígia, foram levantados os respectivos perfis praias segundo a metodologia proposta por Emery (1961).

Para o cálculo de volumes transportados, a partir dos dados obtidos no levantamento do perfil praias, considerou-se que as cotas obtidas não sofreriam variações significativas nos 50cm antes e após a linha do transecto. Definido o prisma no Ponto de Controle, foram calculados os volumes de sedimentos transportados durante o mês ao longo dessa seção.

Analisou-se, também, o histórico dos últimos 20 anos de ocupação da zona costeira adjacente em Itacimirim utilizando o software SPRING, efetuando a classificação de acordo com o método MAXVER de imagens das séries Landsat 05 e 07 e do Sentinel 2A, disponibilizadas gratuitamente nos sites do INPE e do Copernicus, contextualizando o estudo com a legislação vigente, com o momento econômico vivido pela região.

#### RESULTADOS

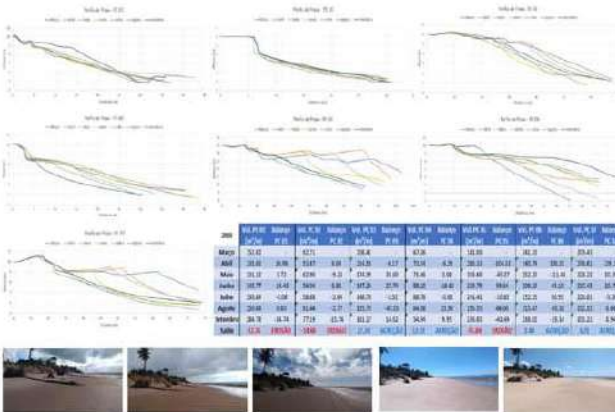


Figura 2 Perfis praias e tabela contendo as taxas mensais do volume de sedimentos transportados através dos Pontos de Controle (PCs). As fotos ilustram um coqueiro caído em função dos processos erosivos atuantes em uma área de baixa energia próxima ao PC 02 e os novos aportes ocorridos em virtude dos processos morfodinâmicos atuantes na região.



Figura 3. Soluções praticadas pelos proprietários dos terrenos em áreas de erosão costeira.

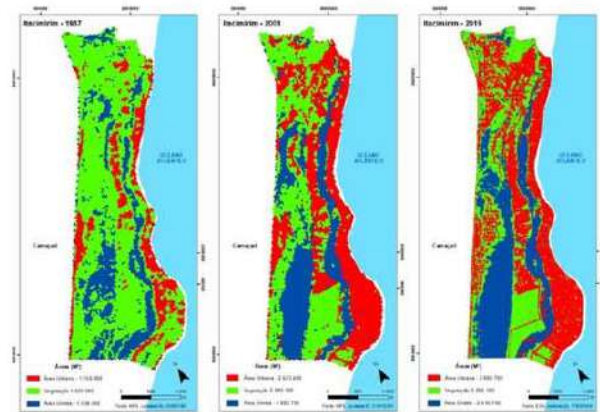


Figura 4. Classificação das áreas a partir das imagens de satélite da série Landsat 05 com resolução de 30m (1987), Landsat 07 com resolução de 30m (2001) e Sentinel 2A com resolução de 10m (2019).

#### CONCLUSÕES

Em Itacimirim, nota-se que em 1987 a área não ocupada perfazia 84% da área total da localidade. Essas áreas não ocupadas, em 2011, após o aumento da disponibilização do crédito no Brasil e a ocorrência do "boom imobiliário", caem significativamente para 63% e, com a orla da localidade já quase totalmente ocupada, em 2019, o percentual de áreas não ocupadas permanece quase inalterado, com 61%. A baixa variação da ocupação entre os dois últimos anos analisados, deve-se ao adensamento dos espaços junto a orla alcançado em 2001 e a redução do crédito no setor imobiliário a partir de 2015. Vale, ainda, ressaltar que Itacimirim está inserida na área da APA Lagoas de Guarajuba e esses valores percentuais de área ocupada sofrem (ou deveriam sofrer) a influência da não ocupação da área de preservação permanente da APA.

Segundo Bittencourt et al (2010), o gerenciamento costeiro requer predições de mudanças no posicionamento da linha de costa em escalas de tempo geológico (acima de 10<sup>3</sup> anos), uma vez que elas controlam as tendências nos movimentos e na morfologia litorânea. Infelizmente, as escalas temporais de tomada de decisão pelos gestores costeiros são muito mais limitadas, restringindo-se a uma escala sazonal, decadal ou, nas melhores práticas brasileiras, uma escala secular. O modelo espacial ora implantado na orla de Itacimirim implica na densificação do território costeiro com mudança de uso e ocupação do solo, transformação dos espaços com potencial turístico destruição de ecossistemas, poluição dos recursos hídricos, degradação ambiental das praias e desvalorização dos atrativos naturais e da cultura local.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BITTENCOURT, A.C.S.P., LIVRAMENTO, F.C., DOMINGUEZ, J.M.L., SILVA, I.R. 2010. *Tendência de longo prazo à erosão costeira num cenário prospectivo de ocupação humana: litoral norte do Estado da Bahia*. Revista Brasileira de Geociências. 40(1), pp 125-137.

EMERY, K.O. A *Simple Method of Measuring Beach Profiles*. Limnology and Oceanography, 6, pp. 90-93, 1961.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EVOLUÇÃO DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA NA BAÍA DE SEPETIBA (RIO DE JANEIRO, BRASIL)

COSTA, C.F.<sup>1</sup>, MARTINS, M.V.A.<sup>1</sup>, OLIVEIRA, T.R.A.<sup>1</sup>, SILVA, L.C.<sup>1</sup>, FIGUEIRA, R.<sup>2</sup>, PEREIRA, E.<sup>1</sup>, RODRIGUES, M.A.C.<sup>1</sup>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro<sup>1</sup> (Carolina Costa; [carolina.fcosta@gmail.com](mailto:carolina.fcosta@gmail.com)),  
Universidade de São Paulo<sup>2</sup>

As regiões costeiras representam importantes ecossistemas aquáticos. Os impactos da ação antrópica nesses sistemas têm-nos transformado, em sua maioria, em ambientes com elevado processo de eutrofização e contaminação por diversos metais e poluentes orgânicos. Neste contexto histórico, os estudos de sequências sedimentares, podem contribuir substancialmente para a compreensão da evolução do efeito natural e antrópico nesses ecossistemas, proporcionando bases de informação úteis para o estabelecimento de planos de conservação e remediação. Este trabalho apresenta dados obtidos na Baía de Sepetiba, localizada no município do Rio de Janeiro (SE Brasil), entre as latitudes 23°00'S-23°03'S e as longitudes 43°40'W-43°37'W. A região é marcada pelo crescente processo de industrialização e urbanização, que têm gerado grandes despejos de resíduos domésticos e industriais. Os principais rios que alimentam a Baía de Sepetiba são o Guandú, Flecha e Guarda, sendo estes os maiores transportadores de sedimentos oriundos da bacia de drenagem. O testemunho SP3, coletado à latitude 22°58,946'S e longitude 43°47,953'W e com 140 cm de comprimento, foi amostrado a cada dois centímetros, com o objetivo de estudar a influência antrópica na região central da Baía de Sepetiba. Neste testemunho, foi estabelecido um modelo de idade com base em dados isotópicos de Pb<sup>210</sup> e Cs<sup>137</sup> e obtidos dados granulométricos e geoquímicos, tais como: carbono orgânico total (TOC), enxofre total (TS) e concentrações de elementos químicos potencialmente tóxicos (como por exemplo As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb e Zn). Os resultados obtidos indicam que o testemunho SP3: i) é uma sequência sedimentar fina granulodecrescente; ii) registra cerca de 100 anos; iii) evidencia uma tendência progressiva para a redução da dimensão do grão dos sedimentos e para o aumento da concentração de TOC e de vários elementos químicos, tais como As, Cr, Cu, Ni e Pb, a partir de 1930; iv) documenta um aumento progressivo acentuado dos teores de Cd e Zn, a partir de 1970. Os valores da razão C/S mostram que, desde 1930 o ambiente sedimentar apresentou, em geral, escassez de oxigênio. Os resultados obtidos sugerem que a rede de drenagem contribui sobretudo com sedimentos finos e que condições de reduzido hidrodinamismo permitem a sua deposição na região central da Baía de Sepetiba. Esta baía foi-se tornando cada vez mais eutrofizada e impactada por metais, a partir de 1930. Para este efeito, poderá ter contribuído o aumento acentuado da ocupação humana na região, sobretudo a partir de 1950, como mostram os registros demográficos. A partir de 1970, aumentaram os investimentos regionais na área industrial. Efluentes líquidos resultantes da atividade antrópica, lançados na Baía de Sepetiba, através dos rios ou de fontes difusas poderão explicar as duas fases (a partir de 1930 e de 1970) bem marcadas de aumento dos teores de matéria orgânica e de metais registrados no testemunho SP3.

Palavras-chave: Contaminação. Metais. Eutrofização. Ecossistemas costeiros.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### EVOLUÇÃO DA INFLUÊNCIA ANTRÓPICA NA BAIÁ DE SEPETIBA

COSTA, C.F.<sup>1</sup>, MARTINS, M.V.A.<sup>2</sup>, OLIVEIRA, T.R.A.<sup>1</sup>, SILVA, L.C.<sup>2</sup>, FIGUEIRA, R.<sup>3</sup>, PEREIRA, E.<sup>2</sup>, RODRIGUES, M.A.C.<sup>2</sup>

1 Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Faculdade de Oceanografia, Av. São Francisco Xavier, 524, Maracanã, CEP 20550-013, Rio de Janeiro, Brasil. E-mails: carolina.fcosta@gmail.com, thales.oliveira@uerj.br

2 Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Faculdade de Geologia, Av. São Francisco Xavier, 524, Maracanã, CEP 20550-013, Rio de Janeiro, Brasil. E-mails: virginia.martins@ua.pt, laylageologiauerj@gmail.com, agbertogeologia@gmail.com, tutucauerj@gmail.com

3 Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, Praça do Oceanográfico, 191, Cidade Universitária, 05508-120 São Paulo, SP, Brasil. E-mail: rfigueira@usp.br



#### INTRODUÇÃO

As regiões costeiras representam importantes ecossistemas aquáticos. Os impactos da ação antrópica nesses sistemas, em sua maioria, resultam em ambientes com elevado processo de eutrofização e contaminação por diversos metais e poluentes orgânicos. Neste contexto histórico, os estudos de seqüências sedimentares, podem contribuir substancialmente para a compreensão da evolução do efeito natural e antrópico nesses ecossistemas, proporcionando bases de informação úteis para o estabelecimento de planos de conservação e remediação.

Este trabalho apresenta dados obtidos na Baía de Sepetiba, localizada no município do Rio de Janeiro (SE Brasil). A região é marcada pelo crescente processo de urbanização e industrialização, que têm gerado grandes despejos de resíduos domésticos e industriais.



Figura 1. Localização do testemunho SP3, na Baía de Sepetiba.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O testemunho SP3, coletado à latitude 22°58,946'S e longitude 43°47,953'W e com 140 cm de comprimento, foi amostrado a cada dois centímetros, com o objetivo de estudar a influência antrópica na região central da Baía de Sepetiba. Neste testemunho, foi estabelecido um modelo de idade com base em dados isotópicos de Pb<sup>210</sup> e Cs<sup>137</sup> e obtidos dados geoquímicos (por ICP-MS) e granulométricos.

#### RESULTADOS

Os resultados obtidos indicam que o testemunho SP3: i) é uma seqüência sedimentar fina granulodrecrescente; ii) registra cerca de 100 anos; iii) evidencia uma tendência para o aumento da concentração de TOC e de vários elementos químicos, tais como As, Cr, Cu, Ni e Pb, a partir de 1930; iv) documenta um aumento progressivo acentuado dos teores de Cd e Zn, a partir de 1970.

Os valores da razão C/S mostram que, desde 1930 o ambiente sedimentar apresentou, em geral, escassez de oxigênio.

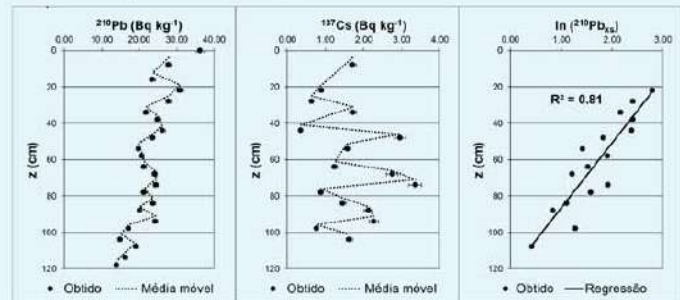


Figura 2. Resultados de Pb<sup>210</sup> e Cs<sup>137</sup> no testemunho SP3.

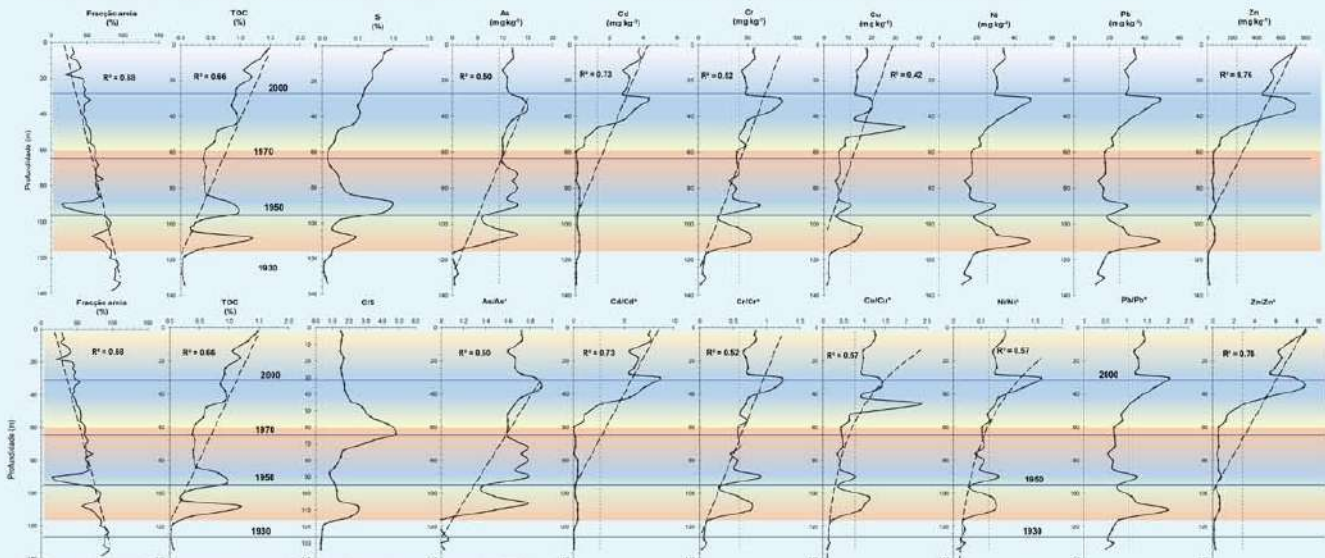


Figura 3. Resultados texturais e geoquímicos ao longo do testemunho SP3.

#### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos sugerem que a rede de drenagem contribui sobretudo com sedimentos finos e que condições de reduzido hidrodinamismo permitem a sua deposição na região central interna da Baía de Sepetiba.

Esta baía foi-se tornando cada vez mais eutrofizada e impactada por metais, a partir de 1930.

A partir de 1970, aumentaram os investimentos regionais na área industrial. Efluentes líquidos resultantes da atividade antrópica, lançados na Baía de Sepetiba, através dos rios ou de fontes difusas poderão explicar as duas fases (a partir de 1930 e de 1970) bem marcadas de aumento dos teores de matéria orgânica e de metais registrados no testemunho SP3. Para este efeito, poderá ter contribuído o aumento acentuado da ocupação humana na região, sobretudo a partir de 1950, como mostram os registros demográficos.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CnPQ o financiamento concedido (Processo: 443662/2018-5). Carolina Ferreira e Thales Oliveira agradece ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (IC) - Fomento CnPq e à SR2 da UERJ, a bolsa atribuída. Thales Oliveira agradece à FAPERJ e à SR2 da UERJ, a bolsa de IC atribuída.







## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **ESTRUTURAS SEDIMENTARES DAS PRAIAS ARENO-GRANULOSAS DA ILHA DE SANTA CATARINA, SC, BRASIL: EXPRESSÃO DOS PROCESSOS NATURAIS E ANTRÓPICOS DURANTE O HOLOCENO**

SILVA, F.E.; HORN FILHO, N.O.; CANHISARES, J.P.; FREITAS, A.F.D.; SUTILI, A.P.C.;  
WOLFF, P.S.; SILVA, T.M.

Universidade Federal de Santa Catarina (Fábio Effting Silva, [fabio.effting@gmail.com](mailto:fabio.effting@gmail.com))

Os depósitos praias são considerados ambientes transicionais que sofrem influência tanto de processos continentais quanto marinhos, tornando-se assim, ambientes dinâmicos e extremamente sensíveis. As estruturas sedimentares traduzem a interação do ambiente praias com os processos formadores, expressando as condições influentes durante o Holoceno. Este trabalho tem como objetivo principal caracterizar, classificar e exemplificar as estruturas sedimentares primárias holocênicas das praias areno-granulosas da ilha de Santa Catarina (ISC). As estruturas descritas neste trabalho possuem sua classificação geral relacionada a sua origem, englobando dois grandes grupos de estruturas: físicas e biológicas. As físicas apresentam origem nos processos marinhos, fluviais, pluviais e eólicos. As biológicas compreendem a ação direta ou indireta da biota marinha e costeira (flora e fauna) e do homem. A ISC corresponde a parte insular do município de Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, a qual está disposta com orientação NE/SW e possui um total de 80km de praias arenosas distribuídas em seis costas. Dentre essas costas, quatro delas: costa Norte, costa Nordeste, costa Sudeste e costa Sul, possuem influência direta da ação marinha imposta pelo oceano Atlântico, e as duas restantes, costa Sudoeste e costa Noroeste, são regidas pela influência de baía de Florianópolis, subdividida na baía Sul e baía Norte, respectivamente. O desenvolvimento deste projeto foi acompanhado por três etapas específicas que ocorreram simultaneamente no decorrer do trabalho e são divididas em: etapa pré-campo, etapa de campo e etapa pós-campo. Na etapa pré-campo, buscou-se o embasamento teórico, consultando bibliografias e mapas topográficos e geológicos da planície costeira da ISC, pré-definindo as zonas com maior potencial para a realização do estudo. A etapa de campo consistiu na realização de 25 trabalhos de campo em 28 praias das seis costas, os quais contaram com registro fotográfico, descrição e posicionamento geográfico com auxílio de GPS, das estruturas sedimentares primárias de ordem física e biológica. Por fim, os dados coletados passaram pelo processamento na etapa pós-campo, abrangendo a edição e consolidação de um banco de fotos, armazenamento de descrições e correlações geológicas e oceanográficas. As estruturas sedimentares expressam em diversas escalas o conjunto de forças atuantes nas praias areno-cascalhosas da ISC, logo, descrevem a interação dos processos com o sistema ambiental praias, contando a história de deposição, hidrodinâmica, aerodinâmica, interferência antrópica e a interação da biota com o ambiente costeiro ao longo do Holoceno na ISC.

Palavras-chave: Sedimentologia costeira. Ambiente praias. Santa Catarina.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### ESTRUTURAS FÍSICAS E BIOESTRUTURAS SEDIMENTARES DAS PRAIAS ARENO-CASCALHOSAS DA ILHA DE SANTA CATARINA, SC, BRASIL: EXPRESSÃO DOS PROCESSOS NATURAIS E ANTRÓPICOS DURANTE O HOLOCENO

SILVA, F.E. 1; HORN FILHO, N.O. 1; CANHISARES, J.P. 1; FREITAS, A.F.D. 1; SUTILI, A.P.C. 1; WOLFF, P.S. 1; SILVA, T.M. 1

Universidade Federal de Santa Catarina<sup>1</sup> (Fábio Effting Silva, fabio.effting@gmail.com); (Norberto Olmiro Horn Filho); (João Pedro Canhisares); (Ana Flávia de Freitas); (Ana Paula Castagnara Sutili); (Pedro Scheibe Wolff); (Tatiana Martins da Silva)



#### INTRODUÇÃO

Os depósitos praias são considerados ambientes transicionais que sofrem influência tanto de processos continentais quanto marinhos, tornando-se assim, ambientes dinâmicos e extremamente sensíveis. As estruturas sedimentares traduzem a interação do ambiente praias com os processos formadores, expressando as condições influentes durante o Holoceno. Este trabalho tem como objetivo principal caracterizar, classificar e exemplificar as estruturas sedimentares primárias holocênicas das praias areno-cascalhosas da ilha de Santa Catarina (ISC) em dois grandes grupos: grupo 1) envolve estruturas de ordem física – compostas por estruturas marinhas, fluviais e eólicas; grupo 2) envolve estruturas de ordem biológica – representadas pelas estruturas zoógenas, fitógenas e antrópicas.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

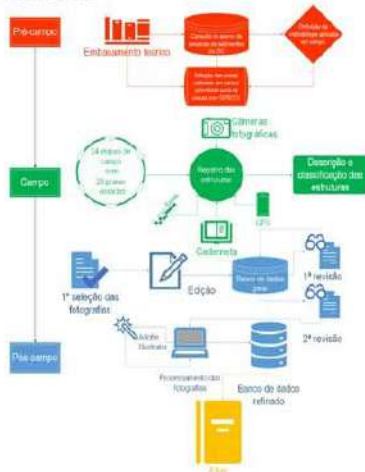


Figura 1. Fluxograma de materiais e métodos aplicados ao longo do projeto.

#### RESULTADOS

Como resultado é exposto a seguir uma sequência de estruturas sedimentares relacionadas com cada variável de ordem física e biológica anteriormente mencionadas neste trabalho. A exposição será acompanhada da classificação, descrição e croqui esquemático para a melhor compreensão dos agentes holocênicos dominantes no ambiente praias da ISC.

#### Estruturas físicas de origem marinha



Figura 2. Ripples de corrente de ação marinha com cristas retas a sinuosas com presença de bifurcações em areia fina na face praias. Praia Brava. Fluxo na direção da seta.

#### Estruturas físicas de origem eólica



Figura 3. Estratificação cruzada acanalada tangencial em duna frontal, em areia fina adjacente ao limite superior do pós-praia. Praia do Santinho. Escala humana de 1,77m.

#### Estruturas físicas de origem fluvial

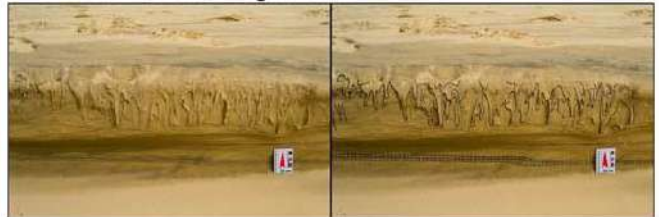


Figura 4. Micro terraço de um sangradouro contendo laminações plano-paralelas deformadas com minerais pesados em sua base (linhas pontilhadas) e estruturas de escorregamento no topo (linhas cheias), em areia fina no pós-praia. Praia dos Ingleses.

#### Estruturas biológicas de origem antrópica

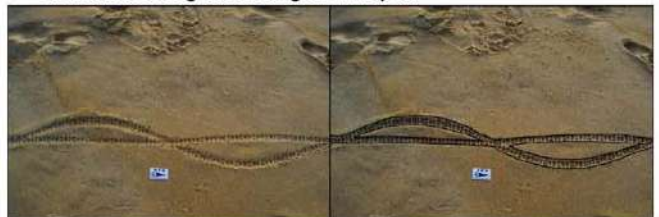


Figura 5. Pistas contínuas de pneu de bicicleta de origem antrópica em areia média sob a face praias. Praia do Morro das Pedras.

#### Estruturas biológicas de origem fitógena



Figura 6. Impressão deixada por *Bluparon portulacoides* (vegetação de restinga) em areia fina no pós-praia. Praia de Jurerê Internacional.

#### Estruturas biológicas de origem zoógena



Figura 7. Pistas contínuas de *Emerita brasiliensis* (tatuíras) deixadas ao devorar uma carcaça de *Chilicnucterus spinosus* (baiaçú espinho) em areia fina na face praias. Praia da Galheta.

#### CONCLUSÕES

Após um ano monitorando as estruturas sedimentares do ambiente praias da ISC, atingiu-se um grande nível de detalhamento e constatou-se uma infinidade de estruturas. Estas estruturas são influenciadas por mais de uma variável. Há uma forte influência antrópica produzindo novas estruturas as quais não constam nos registros anteriores ao Holoceno. Por fim, cada praia é singular, e sua sedimentação é resultante de um agregado de fatores os quais desenvolvem ambientes praias e estruturas sedimentares únicas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BINFARÉ, R. W. 2016. Guia Ilustrado da flora de restinga de Santa Catarina. Florianópolis: 382p. Dissertação de Mestrado. Programa de Mestrado Profissional em Períodos Criminais Ambientais. Universidade Federal de Santa Catarina.  
 BOGGS JR, S. 2014. Principles of Sedimentology and Stratigraphy. 5ª ed. Harlow: Pearson. 565p.  
 HORN FILHO, N. O. 2006. Granulometria das praias arenosas da ilha de Santa Catarina, SC. Geveti, 4:1-21. ISSN 1678-5975.  
 HORN FILHO, N. O.; LEAL, P. C.; OLIVEIRA, J. S. de. 2014. Geologia das 117 praias arenosas da ilha de Santa Catarina, Brasil. Florianópolis: Edições do Bosque, 220p.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **EFFECTS OF COASTAL LAGOON WATER LEVEL OSCILATION ON GROUNDWATER FLUXES OF NUTRIENTS TO THE COASTAL ZONE OF SOUTHERN BRAZIL BY THE DARCY'S LAW**

SOUZA, G. K.; VON-AHN, C. M. E.; SOUZA, M. F., ANDRADE, C. F. F., NIENCHESKI, L. F. H.

Universidade Federal do Rio Grande (Gabriel Karagiannis de Souza, [gksouza0@gmail.com](mailto:gksouza0@gmail.com))

Groundwater discharge represents a potentially important source of dissolved nutrients to the coastal ocean. The barrier complex along the coast of southern Brazil separates the Patos Lagoon (PL) from the South Atlantic Ocean, and the adjacent surficial aquifers are connected to both water bodies. The hydraulic head of the lagoon drives groundwater transport to the coast. In this study groundwater nutrient fluxes to the coastal ocean were estimated by the use of Darcy's Law because it is an inexpensive and easy method to implement. In addition, the study investigated fresh groundwater discharge in high and low PL water level scenarios as a result of ten years of nutrient data. Estimated calculation of groundwater fluxes according to Darcy's Law was 0.043 m<sup>3</sup> km<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>. Different low and high Patos Lagoon water level scenarios showed a change in the nutrient availability along the continent-subterranean estuary route. In the lowest PL water level scenario, the nutrient flux concentrations become more significant, which may have had an increase of about 25%. In the highest PL water level scenario, concentrations had a decrease of up to 78%. In the molar ratio (106C: 16N: 1P), P resulted as a potentially limiting nutrient, providing a high primary productive potential to the environment (2735 gC m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>).

Keywords: Groundwater. Fluxes. Nutrients. Darcy's law. Patos Lagoon. Brazil



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### EFFECTS OF COASTAL LAGOON WATER LEVEL OSCILLATION ON GROUNDWATER FLUXES OF NUTRIENTS TO THE COASTAL ZONE OF SOUTHERN BRAZIL BY THE DARCY'S LAW

Gabriel Karagiannis de Souza<sup>1</sup>, Cátia Milene Ehler Von-Ahn<sup>1</sup>, Mariana Farias de Souza<sup>1</sup>, Luís Felipe Hax Niencheski<sup>1</sup>, Carlos Francisco Ferreira de Andrade<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Hidroquímica, Instituto de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande - RS, Brasil



#### INTRODUCTION

Coastal aquifers are key hydrogeochemistry components that connect the ocean and groundwater resources (ROBINSON et al., 2018). In coastal aquifers associated with coastal sand barriers, the high permeability of sediments favors advective transport and the recirculation of seawater from the coastal ocean into beach groundwater, which maintains the subterranean estuary (SE) (MOORE, 1999; ROBINSON et al., 2018).

SGD is recognized as a major source of dissolved constituents to the coastal ocean (MOORE, 2010) and consists of both meteoric groundwater and recirculated seawater (BURNETT et al., 2006). The discharge is controlled by seasonal oscillations of the water table on the land and is driven by hydraulic gradient and aquifer characteristics (MULLIGAN & CHARETTE, 2006; PAIVA & NIENCHESKI, 2018).

The objective of the current study was to estimate groundwater nutrient fluxes to the coastal ocean of southern Brazil by using the Darcy's Law method. A comprehensive series of ten years of nutrient data made it possible to investigate fresh groundwater discharge in high and low PL water level periods to evaluate the importance of two extreme scenarios on the nutrient fluxes to the subterranean estuary.

#### METHODS

##### Study site

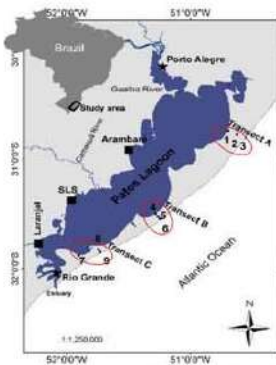
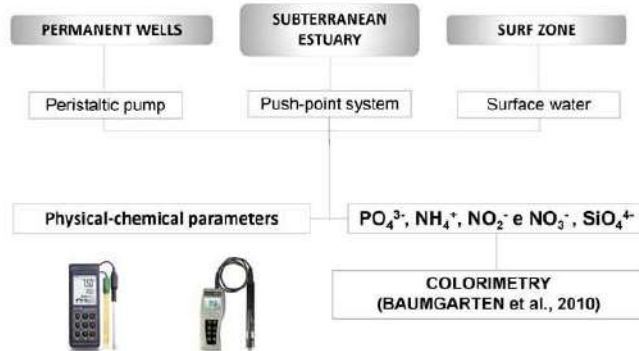


Figure 1: Patos Lagoon study site showing the location of the monitoring well transects (A-north, B-middle and C-south). The ocean-side wells are located behind the primary dune.

- The study area is defined as a barrier system formed during the Holocene Post-Glacial Marine Transgression (DILLENBURG et al. 2002; WINDOW & NIENCHESKI, 2003).
- The barrier separates PL from the Atlantic Ocean and is characterized by high permeability.
- Sampling of the aquifer was conducted by using a 4-cm-diameter polyvinyl chloride (PVC) pipe to monitor wells across three transects (A, B and C).

#### TEN YEARS OF NUTRIENT DATA

#### Field and Laboratory Methods



$$Q = Kh \cdot A (h_1 - h_2) / L = Q_{fw}$$

Kh – Hydraulic conductivity;  
A – Section area;  
h1 – Water table level;  
h2 – Patos Lagoon water level;  
L – Load dissipation distance;

$$SGD = Q_{fw} + Q_{sw}$$

- $Q_{sw}$  – Seawater flux into the permeable sands recycled in the SGD;
- $Q_{fw}$  – Freshwater component;

$$Kh = \frac{r^2 \ln(\frac{L_e}{R})}{2 \cdot L_e t_{37}}$$

#### RESULTS AND DISCUSSION

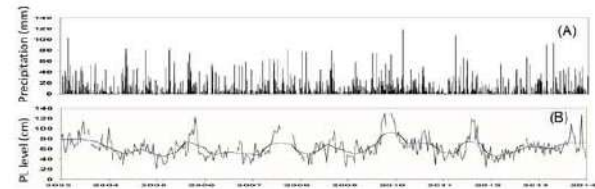


Figure 2: Time series of the precipitation rate (mm) and Patos Lagoon's water level (cm).

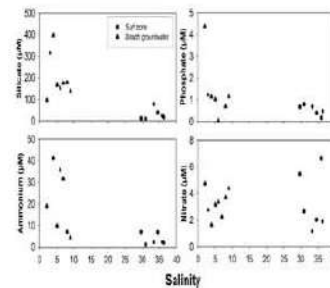


Figure 3: Concentrations of dissolved nutrients in beach groundwater and in the surf zone (circles – surf zone; triangles – beach groundwater).

$$DAS = Q_{fw} + Q_{sw}$$

$$Q_{fw} = 1,61 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$Q_{sw} = 2,25 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{day}$$

$$DAS = 3,86 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{day}$$



Figure 4: The SGD estimated area (10.000Km x 90.000Km).

#### Nutrient fluxes

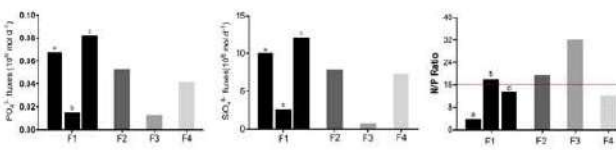
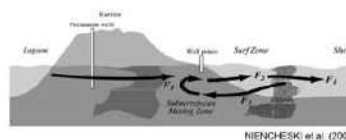


Figure 5: Estimated nutrient fluxes to the coast ( $\times 10^9 \text{ mol day}^{-1}$ ). Fresh groundwater discharge (F1) in different scenarios of high and low PL water levels. (a-average fluxes, b-high PLW and c-low PLW).

#### CONCLUSIONS

Coastal aquifers characterized by permeable sediments such as coastal lagoon barriers have nutrient rates that are controlled by seasonal processes. The aquifers may be connected to longer weather cycles, such as El Niño and La Niña.

The application of Darcy's Law to a sandy barrier environment was effective in estimating the SGD, therefore, confirming previous studies along the southern Brazilian coast.

Nutrient inputs to the coastal ocean through SGD are continuous processes which contribute significantly to the primary production of the adjacent coastal water. Fresh groundwater discharge (F1) proved to be the most relevant flux and is dependent on climatic periodicities before mixing with recirculated seawater in the subterranean estuary.

These fluxes can vary in relation to the N/P ratio and, therefore, causes changes to the phytoplankton species throughout the year. Under the assumption that phosphorus limits production in the nearshore and surf zone region, the SGD flux can support a primary production rate of about 2735  $\text{gC m}^{-2} \text{y}^{-1}$ .

#### REFERENCES

ROBINSON, C. E., JIN, T., SANTOS, I. R., CHARETTE, M. A., LI, L., BARN, D. A. 2018. Groundwater dynamics in subterranean estuaries of coastal unconfined aquifers: Controls on submarine groundwater discharge and chemical inputs to the ocean. *Advances in Water Resources*, 115, 310-331. doi: 10.1016/j.advwatres.2018.06.014.

INCORI, M. S. 1999. The subterranean estuary: a reaction zone of ground water and seawater. *Marine Chemistry*, v. 65, p. 111-125.

INCORI, M. S. 2000. The effect of submarine groundwater discharge on the ocean. *Atmos. Environ.* 34, 239-266. doi: 10.1016/S1352-2310(99)00202-9.

BURNETT, W. S. et al., 2006. Quantifying submarine groundwater discharge in the coastal zone via multiple methods. *Science of the Total Environment*, v. 367 (2-3), 490-504.

MULLIGAN, A. L. & CHARETTE, M. A. 2006. Intercomparison of submarine groundwater discharge estimates from a sandy unconfined aquifer. *Journal of Hydrology*, 327, 411-425. doi: 10.1016/j.jhydrol.2005.11.026.

PAIVA, M. & NIENCHESKI, L. F. H. 2018. Advances of submarine groundwater discharge studies in South America. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 29: 131-134. doi: 10.1590/0103-0708-2018-002029.

NIENCHESKI, L. F. H., WINDOW, P. L., MOORE, W. S.; JAHNKE, R. A. 2007. Submarine groundwater discharge of nutrients to the ocean along a coastal lagoon barrier, Southern Brazil. *Mar. Chem.* v. 106 (3-4), 346-361.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### USO DE UM DRONE PARA MONITORAMENTO DE SEGMENTOS DA COSTA CENTRAL E SUL DO RIO GRANDE DO SUL

OLIVEIRA, U.R.; SIMÕES, R.S.

Universidade Federal do Rio Grande (Ulisses Rocha de Oliveira; [ulisseslicke@yahoo.com.br](mailto:ulisseslicke@yahoo.com.br))

Em maio de 2016 foi iniciada a utilização de um Veículo Aéreo Remotamente Pilotado (Drone), modelo DJI Phantom 3 Professional, para monitoramento de segmentos da costa central e sul do Rio Grande do Sul. O objetivo inicial foram segmentos de orla com urbanização no âmbito do projeto “Variação espaço-temporal do sistema duna praia junto a orla urbana dos balneários Mostardense, Mar Grosso, Cassino, Hermenegildo e Barra do Chuí – RS”, que possibilitou recursos para a compra do equipamento. No entanto, além destes segmentos de orla urbanizada, este foi utilizado para acompanhamento de pequenas drenagens costeiras (sangradouros) e no processo de atenuação de energia de onda na praia do Cassino por conta de depósitos lamíticos. Os levantamentos com drone se iniciaram num período sem legislação adequada ao tema, posteriormente se adaptando a mesma. Foram, e ainda são realizados voos com pilotagem manual, onde é assumido o controle do drone por meio do controle remoto, e voos no modo automatizado, usando plano de voo com o software DroneDploy. Com isto são capturadas fotografias verticais, oblíquas e vídeos. Utilizando as fotografias verticais houve geração de diversos mosaicos de fotografias das áreas de estudo, usando o software Argisoft Photoscan. Após 3 anos de uso, foi possível identificar as potencialidades do equipamento e extrair resultados que contribuem para um melhor entendimento da geomorfologia e morfodinâmica regional. Dentre os principais resultados obtidos até o momento estão a caracterização das orlas dos principais balneários da costa central e sul do Estado, utilizando imagens de altíssima resolução. Por exemplo, identificou-se que o balneário Mostardense, nos últimos anos, vem apresentando erosão e fragmentação das dunas frontais; que no balneário Cassino vem ocorrendo formação de dunas embrionárias e frontais nesse período enquanto que no balneário da Barra do Chuí os sedimentos dunares vem avançando sobre edificações à retroterra. Também foram caracterizados processos costeiros ocorridos nos últimos anos na área de estudo, como o evento extremo de alta energia de onda ocorrido em outubro de 2016, o mais intenso das últimas décadas na área de estudo, sendo fotografadas algumas áreas antes e depois deste evento, possibilitando identificar a retração da costa; o acompanhamento da dissolução ou diminuição de um bolsão de lama fluída na praia do Cassino também em 2016 e os efeitos de um tsunami meteorológico nos balneários São Simão, Mostardense e Praia do Farol em 2018. Quando utilizado junto a um receptor geodésico, medindo pontos de controle em campo, através de alvos ou pontos conhecidos, é possível realizar uma análise tridimensional, o que foi realizado no Balneário Mostardense e vem sendo realizado na Barra do Chuí e em uma drenagem ao sul do Balneário Cassino. Fotografias oblíquas serviram para publicação de um livro de cunho didático. O uso do drone tende a contribuir no melhor entendimento da geologia, geomorfologia e morfodinâmica da costa central e sul do Rio Grande do Sul, sobretudo dada a sua praticidade na aquisição de dados em áreas dinâmicas como praias, dunas e drenagens costeiras.

Palavras-chave: Drone. Fotografias aéreas. Monitoramento costeiro.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### USO DE UM DRONE PARA MONITORAMENTO DE SEGMENTOS DA COSTA CENTRAL E SUL DO RIO GRANDE DO SUL

Ulisses Rocha de Oliveira<sup>1</sup> e Rodrigo Silva Simões<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciências Humanas e da Informação, Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

<sup>2</sup> Mestre em Geografia – Programa de Pós-graduação em Geografia (FURG)



#### INTRODUÇÃO

Em maio de 2016 foi iniciada a utilização de um Veículo Aéreo Não tripulado (VANT), modelo DJI Phantom 3 Professional, popularmente conhecido como drone, para monitoramento de segmentos da costa central e sul do Rio Grande do Sul.

O objetivo inicial foi a análise de segmentos de orla com urbanização, no âmbito do projeto: "Variação espaço-temporal do sistema duna praia junto a orla urbana dos balneários Mostardense, Mar Grosso, Cassino, Hemenegildo e Barra do Chui – RS" (Figura 1), que possibilitou recursos para a compra do equipamento.

No entanto, além destes segmentos de orla urbanizada, este equipamento foi também utilizado para acompanhamento de pequenas drenagens costeiras (sangradouros) e no processo de atenuação de energia de onda na praia do Cassino por conta de depósitos de lama fluída, entre outros casos.

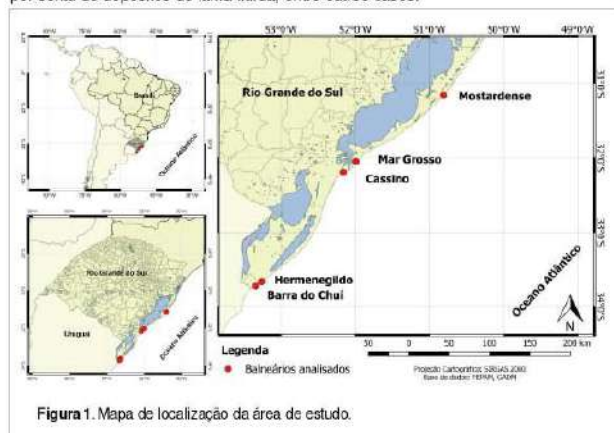


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Os levantamentos com drone se iniciaram num período sem legislação adequada ao tema, posteriormente se adaptando a mesma.

Foram e ainda são realizados voos com pilotagem manual, onde é assumido o controle do drone por meio do controle remoto, e voos no modo automatizado, usando plano de voo com o software DroneDeploy.

Com isto, são capturadas fotografias verticais, oblíquas e vídeos. Utilizando as fotografias verticais houve geração de diversos mosaicos de fotografias das áreas de estudo, usando o software Argissoft Photoscan.

#### RESULTADOS

Após 3 anos de uso, foi possível identificar as potencialidades do equipamento e extrair resultados que contribuem para um melhor entendimento da geomorfologia e morfodinâmica regionais. Dentre os principais resultados obtidos até o momento estão:

- A caracterização das orlas dos principais balneários da costa central e sul do Estado, utilizando imagens de altíssima resolução. Por exemplo, identificou-se que o balneário Mostardense, nos últimos anos, vem apresentando erosão e fragmentação das dunas frontais; que no balneário Cassino vem ocorrendo formação de dunas embrionárias e frontais nesse período enquanto que no balneário da Barra do Chui os sedimentos dunares vem avançando sobre edificações à retroterra.

- Também foram caracterizados processos costeiros ocorridos nos últimos anos na área de estudo, como o evento extremo de alta energia de onda ocorrido em outubro de 2016, o mais intenso das últimas décadas, sendo fotografadas algumas áreas antes e depois deste evento (Figura 2), possibilitando identificar a retração da linha de costa; o acompanhamento da dissolução ou diminuição de um bolsão de lama fluída na praia do Cassino também em 2016 e os efeitos de um tsunami meteorológico nos balneários São Simão, Mostardense e Praia do Farol em 2018 (Figura 3).

- Algumas fotografias oblíquas foram utilizadas para publicação de um livro de curso didático (Figura 4).

- Quando utilizado junto a um receptor geodésico, medindo pontos de controle em campo, através de alvos ou pontos conhecidos, é possível realizar uma análise tridimensional, o que foi realizado no Balneário Mostardense (Figura 5) e vem sendo feito na Barra do Chui e em uma drenagem ao sul do Balneário Cassino.



Figura 2. Impactos de um evento extremo de alta energia de onda, ocorrido em outubro de 2016 na costa central e sul do RS, registrado pelo drone. Oliveira et al., 2018, 2019.



Figura 3. Impactos de um tsunami meteorológico em balneários de Mostardense em setembro de 2018, registrado pelo drone.



Figura 4. Livro de curso didático, publicado pela Editora da Universidade Federal do Rio Grande (EDIGRAF-FURG), em 2018. Oliveira e Simões (2018).

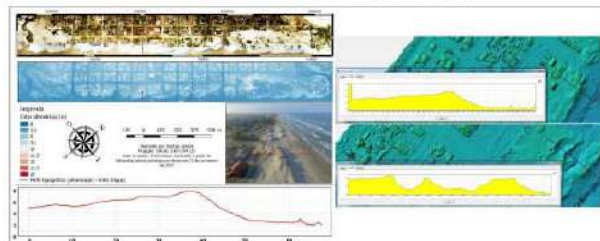


Figura 5. Análise tridimensional da orla do balneário Mostardense utilizando fotografias aéreas do drone a partir da marcação de pontos de controle em campo usando RTK-GPS. Simões, 2018; Simões et al., 2018.

#### CONCLUSÕES

O uso do drone constitui uma excelente ferramenta para auxiliar no melhor entendimento da geologia, geomorfologia e morfodinâmica da costa central e sul do Rio Grande do Sul, além de outras áreas, sobretudo dada a sua praticidade na aquisição de dados em áreas dinâmicas como praias, dunas e drenagens costeiras.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OLIVEIRA, U.R.; SIMÕES, R.S. Geomorfologia da costa central e sul do RS usando imagens oblíquas de drone. Editora da FURG, 50p, 2018.  
 OLIVEIRA, U.R.; KOERNER, K.F.; SIMÕES, R.S.; MOTA, G.S.; LEAL, K.B.; GAUTÉRIO, B.C. Histórico de antropização e supressão das dunas no balneário Hemenegildo, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física v.11(02), p.687-704, 2018.  
 OLIVEIRA, U.R.; SIMÕES, R.S.; CALLIARI, L.J.; GAUTÉRIO, B.C. Erosão de dunas sob ação de um evento extremo de alta energia de ondas na costa central e sul do Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.20(1), p.137-158, 2019.  
 SIMÕES, R.S. Mobilidade do limbo praia duna no balneário Mostardense – RS: monitoramento por drone. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Rio Grande, 2018, 128p.  
 SIMÕES, R.S.; OLIVEIRA, U. R. ; ESPINOZA, J. M. A. ; ALBUQUERQUE, M. G. ; ALVES, D. C. L. Uso de drone para análise costeira: enfoque metodológico. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 12, p. 622-640, 2019.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ASPECTOS HIDRODINÂMICOS DO CANAL DE MARÉ DE ICAPUÍ-CE

MEDEIROS, M. E. M.; LOPES, R.L.; SILVEIRA, A.D.S.; MAIA, G.A.M.; SAMPAIO, L.C.C.;  
SOUZA, I.C.O.; FREIRE, G.S.S.

Universidade Federal do Ceará (Matheus Edson Mendes Medeiros, [matheunh@gmail.com](mailto:matheunh@gmail.com))

Os principais controles da sedimentação e morfologia, em ambientes costeiros rasos, são os canais de maré, pois apresentam-se como caminho para o escoamento da maré. Os canais de maré exibem morfologias e sedimentação distinta dos canais fluviais, pois possuem fluxos bidirecionais. Os canais são localizados, normalmente, em praias arenosas dominadas por maré e pouca variação topográfica. O local estudado é o canal de maré do porto da Barra Grande, localizado na praia da Requenguela no município de Icapuí – CE, extremo leste cearense. O estudo realizado busca ampliar e consolidar a compreensão dos processos hidrodinâmicos que atuam no transporte sedimentar na interface continente-oceano. A velocidade e sentido da corrente hídrica em canais mudam continuamente de acordo com a variação da maré, portanto, as medições foram realizadas em um período de maré vazante e maré enchente e foram extraídas a velocidade da corrente em um intervalo de 10 horas, sendo feita medições de 30 em 30 minutos. Ao mesmo tempo, foram coletadas amostragens regulares de material em suspensão (MES), durante período de 10h. A coleta foi feita por meio de garrafas de plástico de capacidade máxima de 1litro, devidamente limpas e lacradas. As amostras de MES foram coletadas a cada uma hora, no mesmo local em que foi extraído os dados correntométricos, logo em seguida foram submergidas e após a coleta, fechadas. Os dados de correntes foram tratados no Excel, e gerou-se gráficos para análise do comportamento. As amostras de água coletadas foram analisadas em laboratório e determinada a quantidade de material em suspensão e a salinidade de cada amostra. A partir desses dados, foi determinada a vazão líquida, onde o cálculo foi feito a partir do produto da área da sessão molhada e a correntometria. A vazão sólida foi determinada pela multiplicação do material em suspensão pela vazão líquida. Os resultados de correntometria, durante a maré vazante, tiveram velocidades baixas que variaram de 0,34 m/s até 0,07 m/s. Enquanto no período de maré enchente as velocidades tiveram uma variação de 0,13 m/s até 0,69 m/s. O período de maior velocidade é responsável pela maior remobilização sedimentar, onde os sedimentos depositados são retrabalhados e redepositados. Próximo ao ápice da maré, onde é notório a desaceleração da corrente, houve uma diferença brusca de 0,69 m/s para 0,23 m/s. Com relação ao MES, os resultados obtidos demonstraram que na maré vazante os índices de sedimentos mobilizados foram maiores que no período de maré enchente. Os valores variaram entre 14,94 mg/l até 18,54 mg/l. Os resultados dos teores de vazão sólida e líquida tiveram valores entre 0,01 e 0,64 kg/s, 0,82 e 54,79 m<sup>3</sup>/s respectivamente, no caso da vazão sólida, observa-se que na maré baixa os valores foram baixos, á medida que a maré avançou houve valores maiores de vazão sólida. Na vazão líquida tem-se que no período de avanço da maré observou-se a maior vazão líquida. Os resultados confirmam que a maré é o principal agente remobilizador, fundamental no controle da sedimentação e morfologia do canal de maré.

Palavras-chave: Canal de maré. Correntometria. Material em suspensão. Vazão líquida e sólida.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### ASPECTOS HIDRODINÂMICOS DO CANAL DE MARÉ DE ICAPUI-CE

Matheus Edson Mendes Medeiros<sup>1</sup>, Luiza Rodrigues Lopes<sup>1</sup>, Antônio Daniel Silva Silveira<sup>1</sup>,  
Guilherme Augusto Mendonça Maia<sup>2</sup>, Ian Cerdeira Oliveira Souza<sup>3</sup>,  
Letícia Costa Cruz Sampaio<sup>1</sup>, George Satander Sá Freire<sup>2</sup>

1 matheunh@gmail.com Departamento de Geologia-DEGEO, Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE; 2 Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE; 3 Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, PE; 4 Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP



#### INTRODUÇÃO

Em ambientes costeiros rasos, os canais de maré apresentam-se como caminho para o escoamento da maré, sendo esse o principal controle da sedimentação e morfologia desses ambientes. (Hughes, 2011).

Os canais são localizados, normalmente, em praias arenosas dominadas por maré e pouca variação topográfica. Formados em planícies, os canais apresentam diferentes configurações e estão, sensivelmente, suscetíveis a possíveis mudanças no ambiente costeiro e capaz de auxiliar na interpretação da evolução sedimentar recente da região. O local estudado é o canal de maré do Porto da Barra Grande, localizado na Praia da Requenguela no município de Icapuí – CE, extremo leste cearense. O estudo realizado busca ampliar e consolidar a compreensão dos processos hidrodinâmicos que atuam no transporte sedimentar na interface continente-oceano.



Figura 1. Localização da área de estudo.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia usada no presente trabalho envolve três etapas que são interligadas (Etapa de campo, análises laboratoriais e tratamento dos dados).

**CORRENTOMETRIA:** A correntometria ocorreu através de um método analítico, onde foi utilizado uma boia e uma corda de 11m, além de um cronômetro. A boia foi amarrada a uma corda e lançada no canal em intervalos de 30 minutos, e foi cronometrado o tempo em que levava para a corda ser esticada em seu ponto máximo.

**VAZÃO LÍQUIDA E SÓLIDA:** As vazões foram obtidas através da fórmula 1 usada para obter Ql e da fórmula 2 usada para obter Qs, onde C1 é a corrente na hora 1, As1 é a área da seção na hora 1 e MES1 é a concentração de MES em mg s-1 na hora 1.

$$Ql1 = C1 \times As1 \quad (\text{Fórmula 1})$$

$$Qs1 = Ql1 \times MES1 \quad (\text{Fórmula 2})$$

**MATERIAL EM SUSPENSÃO:** Realizou-se, também, amostragens regulares de material em suspensão (MES), durante período de 8h. A coleta foi feita por meio de garrafas de plásticos de capacidade máxima de 1L devidamente limpas e lacradas. As amostras foram colhidas a cada uma hora, as garrafas foram submersas fechadas e abertas, sempre no sentido contra a maré, com submersão de 60cm e fechadas logo em seguida. As amostras foram coletadas no mesmo local onde foram coletados os dados de corrente. Em laboratório, as amostras de água coletadas foram analisadas e determinada a quantidade de material em suspensão e a salinidade de cada amostra.

#### RESULTADOS

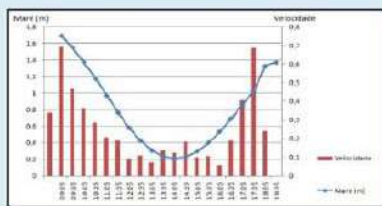


Figura 2 – Gráfico da variação da velocidade da corrente, em m/s, no canal de maré do Porto da Barra Grande

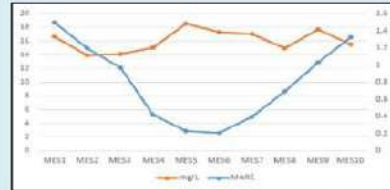


Figura 3 – Gráfico em linha comparando a variação do material em suspensão com a maré

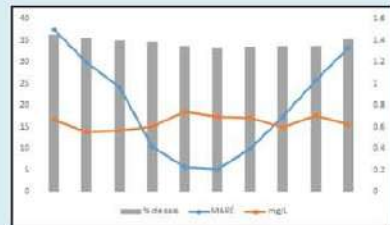


Figura 4 – Gráfico em linha comparando a variação da salinidade com a maré e a concentração de sais das amostras.

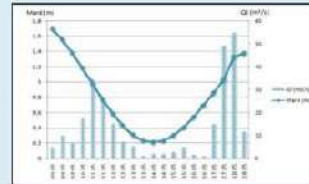


Figura 5 – Gráfico da vazão líquida, em m³/s, no canal de maré do Porto da Barra Grande

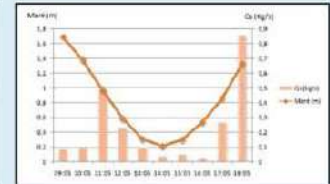


Figura 6 – Gráfico da vazão sólida, em kg/s, no canal de maré do Porto da Barra Grande.

#### CONCLUSÕES

Os dados hidrodinâmicos expostos nesse trabalho são muito importantes para compreensão da dinâmica do canal de maré do Porto da Barra Grande. Através das medidas realizadas, destaca-se a grande variação da velocidade da corrente, variando entre 0,09 a 0,7 m/s. As coletas de material em suspensão, durante a aquisição dos dados de corrente, variaram entre 13,9 mg/L até 18,54 mg/L, demonstrando um balanço sedimentar levemente negativo, sendo necessário maiores estudos para caracterizar zonas de assoreamento e deposição no canal. Além disso os dados de vazão demonstraram um comportamento característico de ambiente dinâmico, pois a maré influenciou diretamente nos resultados de vazão sólida e líquida da área de estudo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA, R. G. Hidrodinâmica do estuário do Rio Cheroí (Cascovel/Beberibe) litoral leste do Estado do Ceará. 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.
- CARVALHO, N. O. *Hidro sedimentologia Prática*. 2ª Edição, Editora Interciência, Rio de Janeiro. (2008)
- FREIRE, George Satander Sá. *Etude Hydrologique et Sedimentologique de l'Estuaire du Rio Pacoti (Fortaleza-Ceará-Brésil)*. Université de Nantes, UN, França. 1989. p. – 392 p ().

#### Agradecimentos







## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### DISTRIBUIÇÃO DE MINERAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA PLANÍCIE DE MARÉ DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ-CE

SILVEIRA, A.D.S.; MAIA, G.A.M.; MEDEIROS, M. E. M.; LIMA, M.A.C.; LOPES, L.R.; COSTA, D.S.; FREIRE, G.S.S.

Universidade Federal do Ceará (Antonio Daniel da Silva Silveira, [danielsilver273@gmail.com](mailto:danielsilver273@gmail.com))

Minerais pesados são grãos detríticos com alta densidade (acima 2,9 g/cm<sup>3</sup>) que ocorrem como minerais acessórios nos sedimentos e nas rochas sedimentares. Os minerais pesados têm apresentado diversas contribuições dentro do campo da geologia, em estudos sedimentológicos e estratigráficos são utilizados como ferramenta que auxiliam nos parâmetros que definem os ambientes sedimentares, além disso, apresentam também uma grande importância econômica sendo alvos da prospecção mineral quando ocorrem em determinadas concentrações e volumes, constituindo assim depósitos de placeres. O presente trabalho tem como objetivo determinar a distribuição de minerais pesados contidos nos sedimentos superficiais da planície de maré de Icapuí – CE, além de analisar os níveis de maturidade e correlações para identificar as suas possíveis áreas fontes. Para isso foi determinado o teor de minerais pesados presentes em 11 amostras de sedimentos superficiais coletados ao longo da planície de maré. No laboratório, as amostras foram submetidas à análise granulométrica convencional de acordo com a escala granulométrica de Wentworth (1922), sendo analisadas as frações correspondentes de areia muito fina a areia fina (0,062 a 0,250 mm). Essas frações foram utilizadas pois são caracterizadas por apresentarem as maiores concentrações de minerais pesados. Posteriormente realizou-se o pré-tratamento das amostras utilizando HCL a 10%. Após esse procedimento, as amostras foram lavadas com água destilada e colocadas na estufa. Foram pesados 10 g das amostras secas para a separação dos minerais pesados. A separação gravimétrica dos minerais leves e pesados foi realizada utilizando-se bromofórmio (CHBr<sub>3</sub>) com densidade de 2,9 g/cm<sup>3</sup>. A identificação e quantificação foi realizada sob lupa binocular de acordo com suas propriedades físicas. A análise quantitativa para a determinação do teor mineral foi obtida a partir de uma separação aleatória e contagem de minerais num montante de 300 grãos, onde os números obtidos foram transformados em porcentagens. As análises preliminares apontaram a presença dos seguintes minerais pesados: Ilmenita (Opaco) e Turmalina, Zircão, Estaurolita, Epídoto e Hornblenda (Transparentes) bem como uma quantidade considerável de minerais micáceos e outras espécies com concentrações menores em relação à fração total de minerais pesados. Os minerais identificados foram classificados inicialmente em três grupos baseados em suas propriedades semelhantes. O primeiro deles constitui-se da associação ZTR (Turmalina + Zircão + Rutilo), o segundo grupo foi composto pelos minerais que ocorrem geralmente em condições de metamorfismo, enquanto que o terceiro grupo formou-se por minerais primários predominantes existentes nas amostras e outros minerais de ocorrências menores. Através de análises detalhadas dessas associações mineralógicas foi possível determinar os níveis de maturidade e correlações para identificação das fontes distribuidoras. A partir disso há informações necessárias para identificar a concentração e distribuição espacial da assembleia de minerais pesados, obtendo assim uma delimitação das fácies minerais compreendidas nos sedimentos superficiais da área em estudo.

Palavras-chave: Minerais Pesados. Planície De Maré. Proveniência.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### DISTRIBUIÇÃO DE MINERAIS PESADOS NOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA PLANÍCIE DE MARÉ DO MUNICÍPIO DE ICAPUÍ-CE

Antonio Daniel S. Silveira <sup>1</sup>; Matheus Edson M. Medeiros <sup>1</sup>; Dakson Silva da Costa <sup>1</sup>

Guilherme Augusto M. Maia <sup>2</sup>; Marina Arbex C. Lima <sup>3</sup>; Luiza Rodrigues Lopes <sup>3</sup>; George Satander Sá Freire <sup>4</sup>

<sup>1</sup>Graduação em Geologia-DEGEO, Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE; <sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, PE; <sup>3</sup>Graduação em Oceanografia-LABOMAR, Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE; <sup>4</sup>Departamento de Geologia-DEGEO, Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE



#### INTRODUÇÃO

Minerais pesados são grãos detríticos com alta densidade (acima 2,9 g/cm<sup>3</sup>) que ocorrem como minerais acessórios nos sedimentos e nas rochas sedimentares. Os minerais pesados têm apresentado diversas contribuições dentro do campo da geologia, em estudos sedimentológicos e estratigráficos são utilizados como ferramenta que auxiliam nos parâmetros que definem os ambientes sedimentares, além disso, apresentam também uma grande importância econômica sendo alvo da prospecção mineral quando ocorrem em determinadas concentrações e volumes, constituindo assim depósitos de placeres.

A planície costeira de Icapuí, unidade de grande diversidade ecológica e geológica, é limitada por uma linha de falésias, pertencentes a Formação Barreiras, também é composta por extensos cordões litorâneos, intercalados com lagunas e depósitos eólicos e de praia, entre esses ambientes situa-se a planície de maré que compreende esse estudo.

O presente trabalho tem como objetivo determinar a distribuição de minerais pesados contidos nos sedimentos superficiais da planície de maré de Icapuí – CE. Para isso foram identificados e quantificados os teores de cada espécie de mineral pesado presentes em 11 amostras de sedimentos superficiais coletados ao longo da planície de maré.

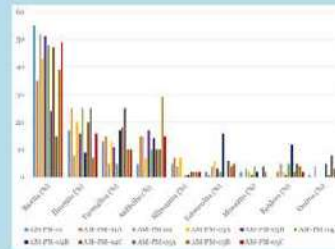


Figura 3 - Gráfico de porcentagem dos minerais pesados encontrados em cada amostra analisada.

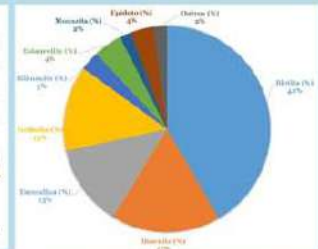


Figura 4 - Diagrama circular das porcentagens médias dos minerais pesados.

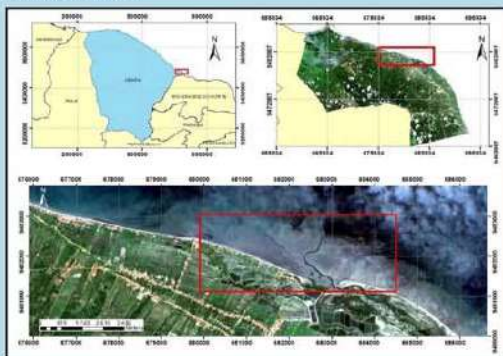


Figura 1 - Localização da área de estudo.

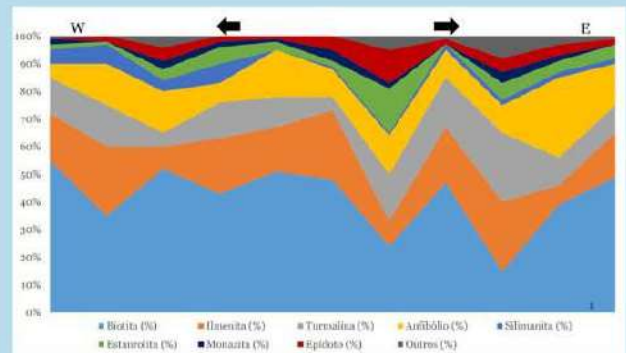


Figura 5 - Distribuição dos minerais pesados nos sedimentos da área de estudo.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de sedimento foram submetidas à análise granulométrica convencional de acordo com a escala granulométrica de Wentworth (1922), sendo analisadas as frações correspondentes de areia muito fina a areia fina (0,062 a 0,250 mm). Essas frações foram utilizadas pois são caracterizadas por apresentarem as maiores concentrações de minerais pesados. Posteriormente realizou-se o pré-tratamento das amostras utilizando HCL a 10%. Após esse procedimento, as amostras foram lavadas com água destilada e colocadas na estufa. Foram pesados 10 g das amostras secas para a separação dos minerais pesados.

A separação gravimétrica dos minerais leves e pesados foi realizada utilizando-se bromofórmio (CHBr<sub>3</sub>) com densidade de 2,9 g/cm<sup>3</sup>. A identificação e quantificação foi realizada sob lupa binocular de acordo com suas propriedades físicas. A análise quantitativa para a determinação do teor mineral foi obtida a partir de uma separação aleatória e contagem de minerais num montante de 300 grãos, onde os números obtidos foram transformados em porcentagens.

#### RESULTADOS



Figura 2 - Concentração de minerais pesados em relação ao peso total da amostra.

#### CONCLUSÕES

Os minerais pesados da planície de maré de Icapuí tendem a se concentrar na parte mais a leste da área, com teores de até 1,33 % na fração analisada e são representados pelas espécies: Biotita, Ilmenita, Turmalina, Anfibólios, Estaurolita, Epidoto, Silimanita, e Monazita.

Com relação as possíveis áreas fontes dos minerais pesados, a assembleia mineral identificada é compatível com a encontrada em rochas pertencentes ao Grupo Seridó no Rio Grande do Norte, onde possivelmente esses minerais pesados chegam a zona costeira por meio do Rio Piranhas-Açu que corta as rochas da Fm. Seridó e Fm. Equador, e que possui a sua Foz no município de Macau-RN.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar Neto, A.B., Marques, W.S., Freire, G.S.S. 2016. Distribuição espacial de minerais pesados nos sedimentos superficiais da Plataforma Continental Oeste do Ceará, Nordeste do Brasil. Pesquisas em Geociências, 43(1): 69-83.
- Almeida, N.M., Lahugeur, L.G.O., Freire, G.S.S., Santos, D.M. & Aguiar Neto, A.B. 2011. Assembleia de Minerais Pesados da Plataforma Continental – Porção Oeste do Estado do Ceará, Brasil. Revista de Geologia, 24(1): 21-27.
- Corêa, I. C. S., Ayup-Zouain, R. N., Wescherfelder, J. & Tomazelli, L. J. 2008. Áreas Fontes dos Minerais Pesados e sua Distribuição sobre a Plataforma Continental Sul-brasileira, Uruguiana e Norte-argentina. Revista Pesquisas em Geociências, 35(1): 137-150.
- Silva, M.G. 1999. Caracterização de Minerais Pesados ao longo do Rio Piranhas-Açu/RN. Distribuição e Proveniência. Dissertação de Mestrado. UFRN, 88 p.
- Parfenoff, A., Pomeioi, C. et Tourenq, J. 1970. Les minéraux en grains Méthodes d'études et de détermination. 578p. Masson et Cie, Paris.
- Pereira, R.M., Avila, C.A. & Lima, P.R.A.S. 2005. Minerais em Grãos. Técnicas de coleta, preparação e identificação. Oficina de Textos. São Paulo, 126p.
- Wentworth, C.A. A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, 1922, n. 30, 377 – 382 p.

#### AGRADECIMENTOS





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **BATIMETRIA COMPARATIVA ENTRE MODELO DE TRANSFERÊNCIA RADIATIVA EM IMAGEM OLI-LANDSAT 8 E INTERPOLAÇÃO DE DADOS MONOFEIXE POR MÉTODO EBK NA PRAIA DO CASSINO (RS)**

LEAL ALVES, D. C.<sup>1</sup>; ESPINOZA, J. M. A.<sup>2</sup>; ALBUQUERQUE, M. G.<sup>2</sup>; WESCHENFELDER, J. J.<sup>1</sup>; CALLIARI, L. J.<sup>3</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Deivid Cristian Leal Alves; [deivid.alves@ufrgs.br](mailto:deivid.alves@ufrgs.br)); Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul<sup>2</sup> – Campus Rio Grande; Universidade Federal do Rio Grande<sup>3</sup>

A sondagem batimétrica através de sensores ativos de alta precisão é tecnicamente exigente e dispendiosa. Mapeamentos dessa natureza normalmente ficam restritos a locais com intensa navegação, como portos, ou apresentam extemporaneidade nas suas informações quando abrangem grandes extensões. O emprego de sensores multiespectrais passivos para estimativas hidrográficas tem apresentado um renovado interesse científico, sendo uma alternativa especialmente válida no que se refere ao monitoramento ambiental. A aplicação de equações de transferência radiativa (ETR) beneficia-se do avanço tecnológico, alta resolução temporal e acesso irrestrito promovido pela série de satélites LANDSAT, notadamente pela presença da banda Coastal/Aerosol do sensor OLI-LANDSAT 8 (2013-2019). A limitação no alcance de penetração do feixe (relação profundidade-turbidez), típicas de sensores ópticos passivos, torna sua aplicação mais apropriada para corpos rasos (< 12 m) e com baixa concentração de sedimentos em suspensão. Mesmo com tais restrições, trabalhos recentes têm obtido sucesso na extração de informações batimétricas para ambientes complexos, como estuários, por exemplo. Este trabalho apresenta resultados parciais da aplicação de ETR através de imagem OLI-LANDSAT 8 para um trecho de 71 km<sup>2</sup> da praia do Cassino. A área de estudo corresponde a uma praia oceânica exposta com forte influência da desembocadura lagunar do sistema Patos-Mirim (RS-Brasil), que promove o transporte de sedimentos finos em forma de pluma. Parte desse sedimento é transportado transversalmente em direção à costa durante eventos de forte agitação marinha, depositando como bancos lamosos. Após o pré-processamento das imagens (calibração radiométrica e correção atmosférica), foram utilizadas 23.515 amostras de profundidade obtidas por ecobatímetro monofeixe (200 kHz) para o ajuste do modelo de estimativa batimétrica utilizando o Índice de Diferença Normalizada da Água (NDWI). Parte dos dados monofeixe (2.607) foram reservados para verificação dos produtos. Os dados monofeixe também foram interpolados pelo método geoestatístico *Empirical Bayesian Kriging* (EBK), abordagem comumente utilizada para a extração de isóbatas e elaboração de mapas batimétricos. A média da discrepância verificada foi de 0,1235 m para a estimativa ETR e 0,0119 m para a interpolação EBK. A estimativa ETR apresentou R<sup>2</sup> de 0,9538 e RMSE de 0,3255 m, enquanto a interpolação EBK obteve R<sup>2</sup> de 0,9919 e RMSE de 0,1328 m, resultados que indicam a eficiência dos métodos e qualidade geral dos produtos. Os maiores valores de discrepância da estimativa ETR (> 1 m) foram identificados ao longo da zona de arrebentação, onde houve interferência promovida pela ressuspensão de sedimentos e presença de espuma da crista de ondas. A discrepância também foi significativa em áreas com profundidade > 9 m associada à alta concentração total de sólidos em suspensão (TSS). Tanto os valores estatísticos obtidos, quanto a fonte dos erros identificados, corroboram com trabalhos publicados que utilizam técnicas semelhantes. Os resultados demonstram que o método ETR-OLI é eficiente para a extração de informações batimétricas de média resolução, mesmo em ambiente costeiro com grande concentração de sedimentos na coluna d'água e fundo inconsolidado. No entanto, as particularidades do método inviabilizam a confecção de cartas náuticas ou outros produtos que exigem alta precisão, sendo mais indicado para mapeamentos exploratórios e monitoramento costeiro.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Geoprocessamento. Geoestatística. Geomorfologia costeira.

### BATIMETRIA COMPARATIVA ENTRE MODELO DE TRANSFERÊNCIA RADIATIVA EM IMAGEM OLI-LANDSAT 8 E INTERPOLAÇÃO DE DADOS MONOFEIXE POR MÉTODO EBK NA PRAIA DO CASSINO (RS)

DEIVID C. LEAL ALVES<sup>1</sup>; JEAN M. A. ESPINOZA<sup>2</sup>; MIGUEL G. ALBUQUERQUE<sup>2</sup>; JAIR WESCHENFELDER<sup>1</sup>; LAURO J. CALLIARI<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Deivid Cristian Leal Alves. E-mail: deivid.alves@ufrgs.br ou dclealalves@gmail.com; <sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS; <sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande – FURG.

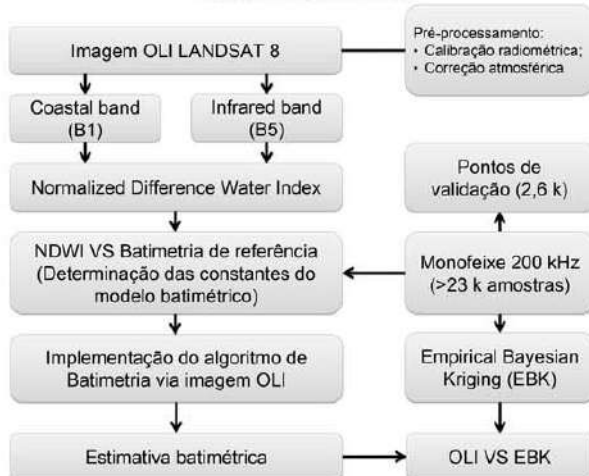
#### INTRODUÇÃO

A sondagem batimétrica através de sensores ativos de alta precisão é tecnicamente exigente e dispendiosa, normalmente restrita a locais com intensa navegação. O emprego de sensores multiespectrais passivos para estimativas hidrográficas tem apresentado um renovado interesse científico, sendo uma alternativa especialmente válida no que se refere ao monitoramento ambiental (Pacheco *et al.*, 2015). A aplicação de equações de transferência radiativa (ETR) beneficia-se do avanço tecnológico, alta resolução temporal e acesso irrestrito promovido pela série de satélites LANDSAT, notadamente pela presença da banda *coastal* do sensor OLI-LANDSAT 8 (Jagalingam & Hedge, 2017). A limitação no alcance de penetração do feixe (relação profundidade-turbidez), típicas de sensores ópticos passivos, torna sua aplicação mais apropriada para corpos rasos (< 12 m) e com baixa concentração de sedimentos em suspensão. Mesmo com tais restrições, trabalhos recentes têm obtido sucesso na extração de informações batimétricas para ambientes complexos, como estuários, por exemplo (Leal Alves *et al.*, 2018). Este trabalho apresenta resultados parciais da aplicação de ETR através de imagem OLI-LANDSAT 8 para um trecho de 71 km<sup>2</sup> da praia do Cassino (Fig. 1). A área de estudo corresponde a uma praia oceânica exposta com forte influência da desembocadura lagunar do sistema Patos-Mirim (RS-Brasil), que promove o transporte de sedimentos finos em forma de pluma. Parte desse sedimento é transportado transversalmente em direção à costa durante eventos de forte agitação marinha, depositando como bancos lamosos.



Figura 1. Localização da área de estudo.

#### MATERIAL E MÉTODOS



#### RESULTADOS

A média da discrepância verificada foi de 0,1235 m para a estimativa ETR e 0,0119 m para a interpolação EBK. A estimativa ETR apresentou R<sup>2</sup> de 0,9538 e RMSE de 0,3255 m, enquanto a interpolação EBK obteve R<sup>2</sup> de 0,9919 e RMSE de 0,1328 m, resultados que indicam a eficiência dos métodos e qualidade geral dos produtos. Os maiores valores de discrepância da estimativa ETR (> 1 m) foram identificados ao longo da zona de arrebatenação, onde houve interferência promovida pela suspensão de sedimentos e presença da espuma da crista de ondas. A discrepância também foi significativa em áreas com profundidade > 9 m associada à alta concentração total de sólidos em suspensão (TSS). Tanto os valores estatísticos obtidos, quanto a fonte dos erros identificados, corroboram com trabalhos publicados que utilizam técnicas semelhantes.

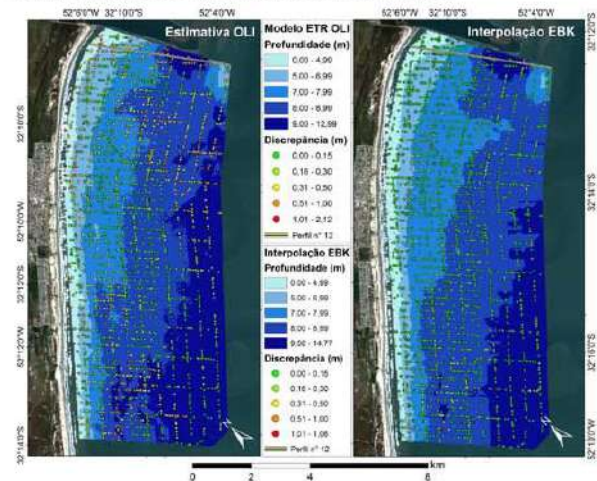


Figura 2. Mapas batimétricos elaborados a base no levantamento de referência (monofeixe). A esquerda, estimativa ETR-OLI. A direita, interpolação pelo método EBK. Sobreposição dos intervalos de discrepância (normalizados) obtidos pelo método cross-validation.

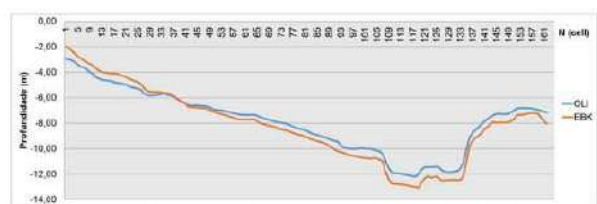


Figura 3. Exemplo de variação morfológica entre a estimativa OLI e a interpolação EBK (perfil nº 12).

#### CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que o método ETR-OLI é eficiente para a extração de informações batimétricas de média resolução, mesmo em ambiente costeiro com grande concentração de sedimentos na coluna d'água e fundo inconsolidado. A ausência de custo na aquisição das imagens e a possibilidade de formação de extensas séries temporais, são grandes atrativos para o emprego da técnica na avaliação da dinâmica espaço-temporal de ambientes rasos. No entanto, as particularidades do método inviabilizam a confecção de cartas náuticas ou outros produtos que exigem alta precisão, sendo mais indicado para mapeamentos exploratórios e monitoramento costeiro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

JAGALINGAM, P.; HEDGE, A.V., 2017. Estimation of Bathymetry Along the Coast of Mangaluru Using Landsat-8 Imagery. *International Journal of Ocean and Climate Systems*, v.8, 2, 71-83. doi.org/10.1177/1759313116679672.

PACHECO, A.; HORTA, J.; LOUREIRO, C.; FERREIRA, O. 2015. Retrieval of nearshore bathymetry from Landsat 8 images: A tool for coastal monitoring in shallow waters. *Remote Sensing of Environment*, 159, p. 102-116. doi.org/10.1016/j.rse.2014.12.004.

LEAL ALVES, D. C.; ESPINOZA, J. M. A.; ALBUQUERQUE, M. G.; SILVA, M. B.; FONTOURA, J. S.; SERPA, C.; WESCHENFELDER, J. 2018. Bathymetry estimation by orbital data of OLI sensor: A case study of the Rio Grande Harbor, Southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI, 85, p. 51-55.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### SÍTIOS DE AGRADAÇÃO COSTEIRA E CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE DUNAS MODERNAS NA PRAIA DO HERMENEGILDO, SANTA VITÓRIA DO PALMAR- RS

ZACHARIAS, I.; CIROLINI, A.; BRUCH, A.F; MESQUITA, A.; DA SILVA, A. A.; FRIZZO L. E. P.

Universidade Federal de Pelotas (Ivanor Zacharias, [ivanor\\_zg@yahoo.com.br](mailto:ivanor_zg@yahoo.com.br))

O balneário do Hermenegildo está localizado no município de Santa Vitória do Palmar, no extremo sul do estado do Rio Grande do Sul. Esse balneário apresenta problemas de erosão costeira, já reconhecidos nas últimas décadas. Vários estudos realizados na região buscam compreender este processo e por vezes, solucionar ou minimizar o problema. Além disso, pouca atenção se tem dado aos processos morfodinâmicos secundários ao problema da erosão costeira, sobretudo os processos eólicos. O objetivo desse trabalho foi entender os mecanismos de redistribuição dos sedimentos originados pela erosão costeira, utilizando como ferramenta principal de investigação, aerolevantamentos fotogramétricos com Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT). Os aerolevantamentos realizados permitiram um estudo preliminar da área, com levantamento planialtimétrico e fotointerpretação, no qual foi possível a identificação de feições morfológicas de praia, possivelmente oriundas da redistribuição de sedimentos originados pelos sítios de erosão costeira em uma perspectiva que não seria vista da superfície com apenas o estudo de campo. Dentre essas feições encontra-se: a construção de linha de bermas, mesmo em perfis de inverno, o desenvolvimento de sítios de agradação do pós-praia e a geração de pequenos campos de dunas. Geralmente essas feições são distribuídas em sítios de deposição periféricos às áreas de intensa erosão e que sugerem a redistribuição de sedimentos ao longo da costa. Com a contínua saturação de sedimento no perfil de praia oriundo da erosão costeira, o pós-praia tende a ser continuamente alimentado para estabelecer o equilíbrio no balanço sedimentar do perfil de praia. Esse mecanismo fornece areia seca para o retrabalhamento eólico e construção de pequenos campos de dunas modernas. Apesar dos problemas de erosão ser o mais visualizado para esse compartimento, o abastecimento de campos de dunas pode provocar a progressivo avanço desses sistemas em direção aos centros populacionais. Esse processo proporcionaria com que os moradores, desde os que estão na beira-mar e já sofrem com a erosão costeira, até os que possuem residências mais ao interior do continente sofressem pela ocupação irregular do Balneário do Hermenegildo. Essa investigação é previa e será necessário um conjunto de estudos mais detalhados na área para um melhor entendimento desses mecanismos morfodinâmicos secundários à erosão e sua relação com o meio antrópico dessa região.

Palavras-Chave: Erosão costeira. VAN. Dunas costeiras.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### SÍTIOS DE AGRADEÇÃO COSTEIRA E CONSTRUÇÃO DE UM SISTEMA DE DUNAS MODERNAS NA PRAIA DO HERMENEGILDO, SANTA VITÓRIA DO PALMAR- RS

ZACHARIAS, I.¹; CIROLINI, A.¹; BRUCH, A.F.¹; MESQUITA, A.¹; DA SILVA, A. A.¹; FRIZZO L. E. P.¹

Universidade Federal de Pelotas ¹



#### INTRODUÇÃO

O balneário do Hermenegildo apresenta problemas de erosão costeira já reconhecidos nas últimas décadas (FRANZ, Karl Koerner, 2012).

O objetivo deste trabalho foi entender os mecanismos de redistribuição dos sedimentos originados pela erosão costeira e a geração de novas dunas, processos relacionados intrinsecamente à ocupação desordenada do solo no balneário.

A geração de um novo sistema de dunas pode inviabilizar ainda mais o uso do balneário, causando perdas econômicas e sociais. Diagnosticar esse processo pode ajudar a propor medidas de contenção com o objetivo de mitigar o problema.

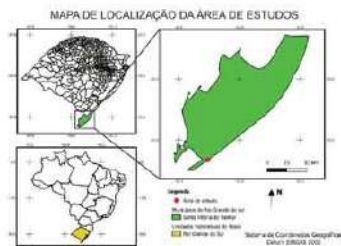


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se o veículo aéreo não tripulado (VANT) como ferramenta para obtenção de imagens através de aerolevanteamento, dando uma visão ampla da região costeira, além das observações de campo, que permitiram uma melhor compreensão do processo "in situ".

Para descrição da criação de um sistema de dunas, foram utilizados conceitos de descrição das relações sistema-meio. O sistema é abordado como uma caixa, onde seu volume e geometria são controlados pelas entradas e saídas e pelas variáveis que controlam as mesmas (Bertalanffy, 1972).

Segundo Kocurek e Havholm (1993), o saldo sedimentar eólico refere-se a diferença entre entradas e saídas de sedimentos e o espaço de estocagem é controlado pelo nível do mar. Ainda segundo os autores, a entrada de sedimentos é chamada de influxo e a saída de efluxo. O primeiro depende da disponibilidade de sedimentos na fonte e da competência de transporte eólico a partir da mesma e o segundo depende do espaço disponível para armazenamento de sedimentos e do transporte eólico de sedimentos no sistema.

#### RESULTADOS

As imagens de aerolevanteamento mostraram um pequeno sistema de dunas que se desloca para o interior do continente, sendo possível notar seu avanço sobre moradias construídas na beira da praia, o que provavelmente denota um processo recente de construção e migração de dunas eólicas nesse compartimento costeiro.

O estudo de campo, in situ, com observações proximais das dunas confirmou essa tese. Uma progressiva agredação da zona de berma do perfil costeiro, como é possível observar na figura 2, indicava que os processos de erosão estavam gerando um aporte sedimentar alto no espaço de estocagem.

O influxo para o sistema ocorre por processos eólicos que transportam os sedimentos gerados pela praia em erosão, formando dunas que avançam sobre o continente. Um agravante dos processos de erosão atuais é a ocupação desordenada da zona de praia, sendo essa uma variável importante na geração de sedimentos para o espaço de estocagem.

A presença de entulhos antigos, como pneu e carcaça de ventilador (figura 3), intercalados com os depósitos de dunas, são mais um indicativo de que a formação das dunas é um processo atual. A comparação entre o sistema de dunas da faixa de praia em área residencial com o campo de dunas na faixa onde não existem habitações indica que os processos de formação para os dois são diferentes: no segundo, as dunas são compostas por menor número de minerais pesados, enquanto no primeiro, os minerais pesados aparecem em maior volume, o que indica que a fonte de sedimentos está próxima, além disso, no primeiro campo, temos uma vegetação menos densa, enquanto no campo de dunas onde não existem residências a vegetação é robusta já que a deposição cessou, gerando condições para o maior desenvolvimento da mesma. A quantidade alta de bioclastos como mostra a figura 4, indica que os sedimentos estão sendo gerados na zona de praia e tem como origem possível as coquinas presentes na área.

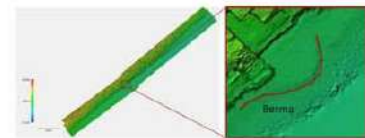


Figura 2: Imagem obtida através de aerolevanteamento mostrando a agredação da zona de berma.



Figura 3: Carcaça de ventilador recoberta por areia no corpo da duna.

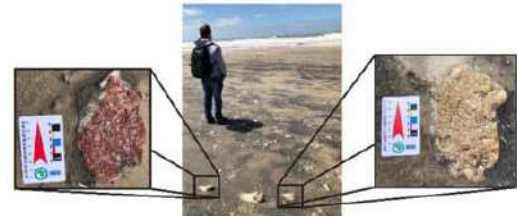


Figura 4: Fragmentos de coquinas e outros materiais, oriundos das habitações.

#### CONCLUSÕES

São conhecidos os processos de ocupação indevida do solo em zona costeira em todo o mundo. Os problemas gerados, principalmente a erosão, são maléficos para o sistema e também a sociedade como um todo, que acaba sofrendo com os processos naturais que ela mesma ajuda a acentuar. Os estudos de gerenciamento costeiro visando mitigar e entender esses processos têm avançado cada vez mais.

O balneário estudado continuará sofrendo por um mal planejamento das autoridades e dos próprios moradores em sua ocupação. Os problemas relacionados a erosão já foram muito bem estudados, porém os processos secundários relacionados necessitam mais atenção. O nosso estudo é prévio, e serão necessários mais trabalhos na área buscando uma melhor compreensão do problema.

A geração de novas dunas se dá pelo desequilíbrio sedimentar dessa área e continua agredação do pós- praia, processo secundário a erosão, que é um processo reconhecido historicamente na região e que tem como agravante a má ocupação do solo no balneário.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KOERNER, K. F. Alternativas de manejo para o problema da erosão costeira no Balneário do Hermenegildo, Rio Grande do Sul. Orientador: Carlos R. A. Tagliani. 2012. 156 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento Costeiro) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2012. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/114035>. Acesso em: 11 set. 2019.
- GIANNINI, P. C. F. Sistemas deposicionais eólicos no quaternário costeiro do Brasil 2007. 224 f. Tese (Livre docência) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. p. 63-78. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/44/tde-20012014-175413/publico/Giannini\\_LivreDocencia.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/44/tde-20012014-175413/publico/Giannini_LivreDocencia.pdf). Acesso em: 10 out. 2019.
- BERTALANFFY, L. V. 1972. Introducción. In: Perspectivas en la Teoría General de Sistemas. Madrid, Alianza Universidad Ed. 1. ed. cast, 1979. p.137-156.
- KOCUREK, G & HAVHOLM, K. G. 1993. Eolian Sequence Stratigraphy: A Conceptual Framework. In: Scleroclastic Sequence Stratigraphy, p. 393-409. American Association Petroleum Geologists (Memorior, 58).



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **ANÁLISE TEMPORAL DA EVOLUÇÃO MORFOLÓGICA DOS CORDÕES LITORÂNEOS DO DELTA DO RIO DOCE POR SENSORIAMENTO REMOTO NO MUNICÍPIO DE LINHARES-ES**

MARINS, G.G.; TOLEDO, J.C.; LIMA, P.V.M.; BELING, L.M.; AZEREDO, G.A.; SILVA, K.C.F.

Universidade Federal do Pampa<sup>1</sup> (Gabriel Góes Marins, [gabrielmarins1993@gmail.com](mailto:gabrielmarins1993@gmail.com))

O trabalho busca analisar com o uso de técnicas de sensoriamento remoto à sedimentação moderna e a morfologia dos cordões litorâneos do delta do rio Doce, com ênfase em sua foz. Utilizando imagens de satélites Sentinel-2, CBERS-4 e LandSat 7 entre o período de 2015 a 2019 para a análise de informações do trabalho proposto. A feição morfológica do delta do rio Doce ocupa uma área de aproximadamente 2500 km<sup>2</sup>, localizando-se no município de Linhares-ES. Esta região está submetida a um clima tropical, quente e úmido e, geologicamente, pertence à bacia sedimentar do Espírito Santo-Mucuri, sendo limitada por corpos vulcânicos em sul e norte. A bacia situa-se sobre complexos ígneos e metamórficos pré-cambrianos. Utilizando o software Quantum Gis 3.14 Madeira foram analisadas as imagens de satélites, na qual foram compostas as bandas nos canais R4 G3 B2 (Imagens Sentinel-2) e R7 G6 B5 (CBERS-04) R3 G2 B1 (LandSat 7); nestas composições foram marcadas, em camadas tipo imagem vetorial, linhas que marcam os cordões litorâneos e as feições da foz do rio analisado. Este processo foi repetido em diversas imagens, compreendendo o intervalo de tempo estudado. Desta forma, organizando de forma cronológica, foram sobrepostas as imagens vetoriais consecutivas, para que fossem comparadas as mudanças morfológicas nos elementos analisados. Possibilitando, assim, o acompanhamento dos elementos da foz do rio Doce. Os resultados deste trabalho são mapas que evidenciam por meio da evolução cronológica o comportamento dinâmico dos cordões litorâneos. Os mapas foram confeccionados a partir das imagens de satélite utilizadas neste estudo e com as imagens vetoriais produzidas pelos autores. Os mapas gerados a partir da sobreposição das imagens vetoriais em imagens de satélites evidenciam diversos ciclos de maior erosão e construção, ocorrendo também considerável migração lateral da foz do rio.

Palavras-Chave: Delta do Rio Doce. Sensoriamento Remoto. Cordões Litorâneos. Análise Temporal.

### ANÁLISE TEMPORAL DA EVOLUÇÃO MORFOLÓGICA DOS CORDÕES LITORÂNEOS DO DELTA DO RIO DOCE POR SENSORIAMENTO REMOTO NO MUNICÍPIO DE LINHARES-ES

Gabriel Góes Marins<sup>1</sup>; Jean Carvalho Toledo<sup>1</sup>; Paulo Vítor Mazuque Lima<sup>1</sup>; Lucas Mateus Beling<sup>1</sup>; Greisi Aline da Azeredo<sup>1</sup>; Kiara Cecília Fernandes da Silva<sup>1</sup>  
Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)<sup>1</sup>

#### INTRODUÇÃO

No litoral brasileiro, diversos deltas dominados por onda esculpem feições progradantes na linha de costa. Estudos citados em D.F. Rossetti et al. 2015 afirmam que estes deltas desenvolveram-se há cerca de 5 ka após a transgressão do Holoceno. Dentre estes deltas, do delta do rio Doce se desta, sendo o maior.

A feição morfológica do delta do rio Doce ocupa uma área de aproximadamente 2500 km<sup>2</sup>, localizando-se no município de Linhares-ES. Esta região está submetida a um clima tropical, quente e úmido e, geologicamente, pertence à bacia sedimentar do Espírito Santo-Mucuri, sendo limitada por corpos vulcânicos em sul e norte. A bacia situa-se sobre complexos ígneos e metamórficos pré-cambrianos.

O presente trabalho busca analisar com o uso de técnicas de sensoriamento remoto o comportamento dinâmico da morfologia dos cordões litorâneos do delta do rio Doce, com ênfase em sua foz, entre os anos de 2015 e 2019. Desta forma, espera-se contribuir para a melhor compreensão deste tipo de ambiente deposicional.

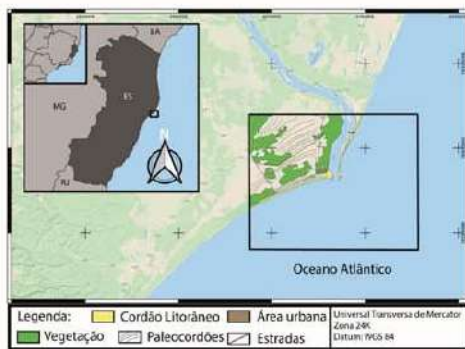


Figura 1. Mapa de Localização.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Para este trabalho, foram utilizadas imagens de satélites Landsat 8 e Sentinel 2, devido a alta resolução espacial e espectral. Estas imagens compreendem o período entre 2015 e 2019. Foram feitas composições R8 G3 B2 nas imagens de ambos os satélites. Nestas composições foram marcadas, em camadas tipo imagem vetorial, linhas que marcam os cordões litorâneos e as feições da foz do rio analisado. Este processo foi repetido em diversas imagens, compreendendo o intervalo de tempo estudado. Desta forma, organizando de forma cronológica, foram sobrepostas as imagens vetoriais consecutivas, para que fossem comparadas as mudanças morfológicas nos elementos analisados. As composições, a confecção das camadas vetoriais e dos mapas foram realizadas no software Quantum Gis 3.4.8 Madeira.

#### RESULTADOS

2015 - 2016

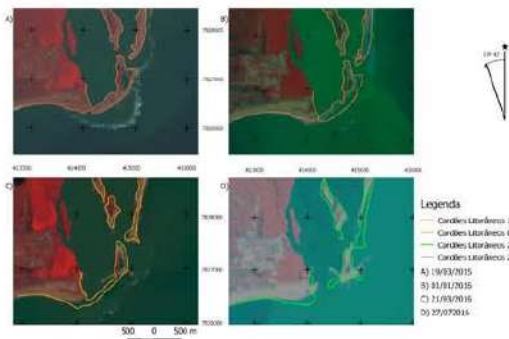


Figura 2. Evolução entre os período de 2015 e 2016

Entre 2015 e 2016 observa-se que a foz esculpe uma nova abertura na margem sul do rio, isolando parte do antigo cordão ao centro. A antiga abertura também se amplia. Da mesma forma, a linha de costa, no cordão litorâneo sul parece avançar sobre o continente, podendo indicar um curto período transgressivo. É notável, também, que a zona de quebra das ondas está avançando em direção ao continente.

2017 - 2018

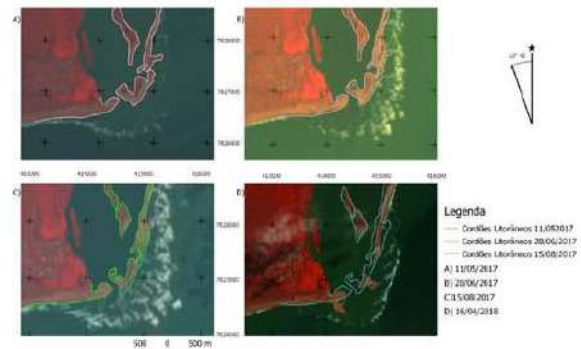


Figura 3. Evolução entre os período de 2017 e 2018

2018 - 2019

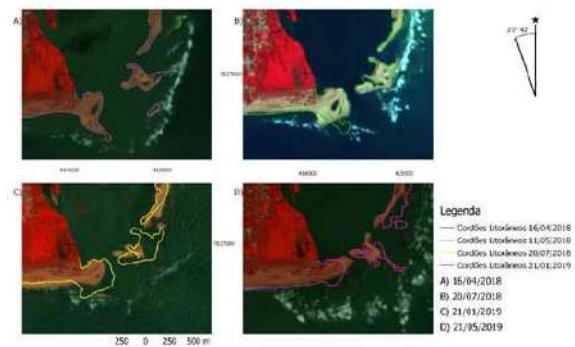


Figura 4. Evolução entre os período de 2018 e 2019

É possível observar que na primeira imagem de 2017 houve um novo estreitamento das duas aberturas da foz do rio, quando comparado ao último levantamento de 2016. Em contrapartida, o cordão litorâneo à sul da foz continuou a estreitar. Mantendo-se relativamente estável durante todos os levantamentos de 2017. Em 2018 há um novo aumento nas aberturas da foz e uma aparente progradação da linha de costa na margem sul da foz, quando comparado a 2017. Entretanto, novamente, há uma retrogradação da linha de costa e novo estreitamento das aberturas da foz.

#### CONCLUSÕES

O comportamento dos cordões litorâneos na porção da foz do delta do rio Doce apresenta certa ciclicidade quanto à espessura das duas aberturas da foz. Esta ciclicidade, por sua vez, pode estar relacionada à disputa entre o domínio fluvial e o domínio por ondas na sedimentação deste delta.

Esta disputa, em partes, pode estar relacionada à valores sazonais de vazão e, consequentemente, ao maior aporte sedimentar do rio Doce durante o verão e menor vazão e aporte no inverno. No entanto, pode também apresentar relação com o tamanho da feição inundada do delta. Esta, mesmo não visível nas imagens, pode ser estimada pela zona de quebra de ondas em forma côncava, em frente a região da foz. Esta zona de arrebatção pode diminuir a influência da onda nos cordões, que irão se acharar menos e, assim, exibirão uma forma mais similar a um banco de areia. Entretanto, quando há menor influência fluvial, essas ondas trabalham a porção inundada e, assim, os bancos de areia, achatando-os e, desta forma, apresentando uma morfologia de cordão litorâneo. Com isso, reduzindo e aumentando as aberturas da foz.

Por fim, a influência da feição do pró-delta pode estar relacionado com o recuo e avanço da linha de costa no cordão sul. Entretanto, mais estudos são necessários para comprovar essas hipóteses.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ROSSETTI, Dilce de Fátima et al. Late Pleistocene–Holocene evolution of the Doce River delta, southeastern Brazil. Implications for the understanding of wave-influenced deltas. *Marine Geology*, [s. n.], 5 jun. 2015.

SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 11., 2019. Santana do Livramento. BELING, Lucas Mateus et al. ANÁLISE DOS SEDIMENTOS DA BARRAGEM DO FUNDAÇÃO NO DELTA DO RIO DOCE UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO [ ... ]. Santana do Livramento: [s. n.], 2019.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS MINERAIS DE TITÂNIO QUATERNÁRIOS DA PLANÍCIE COSTEIRA, REGIÃO DE SÃO JOSÉ DO NORTE - RS

WUST, C.F.<sup>1</sup>; CHEMALE, F.<sup>1</sup>; CHEMALE, L. T. <sup>1,2</sup>, RIZZI, M.A.M<sup>3</sup>

Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>1</sup> (Cássia Fatima Wust, [wustcassia@gmail.com](mailto:wustcassia@gmail.com)); Serviço Geológico do Brasil, CPRM<sup>2</sup>, Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>3</sup>.

Nos sedimentos praias de São José do Norte ocorrem significativas concentrações de minerais pesados, principalmente minerais de óxidos de Fe - Ti. A acumulação de minerais pesados com alto valor agregado compõe um tipo especial de depósito chamado de *placer*, os quais se destacam mundialmente por concentrarem minerais portadores de titânio (ilmenita, rutilo, leucoxênio) e zircão, incluindo diversos bens metálicos ou pedras preciosas. Estes minerais (ilmenita e rutilo) ocorrem não apenas como minerais primários inalterados, mas também exibem distintos graus de alteração, resultando em um aumento no teor de TiO<sub>2</sub>. Este aumento no teor de Ti está diretamente ligado a oxidação do Fe<sup>2+</sup>, presente na estrutura cristalina da ilmenita. Em parte, além do processo acima descrito, ocorre a substituição do ferro por elementos contaminantes que reduzem a qualidade do concentrado representando impurezas no produto final. Com o objetivo de fazer uma caracterização a respeito dos vários graus e modos de alteração desses grãos, bem como avaliar a distribuição elementar dos minerais de óxidos de ferro e titânio as amostras coletadas na zona de banho da faixa de praia com intervalo regular de 5 km lineares entre cada ponto foram concentradas e separadas conforme susceptibilidade magnética pré-estabelecida (0,1A, 0,3A, 0,5A, 0,75A, fração magnética e fração não atraída) gerando seis sub amostras para cada um dos oito pontos amostrados. Cada uma das frações foi impregnada em resina e analisadas separadamente em microsonda eletrônica somando um total de 817 grãos analisados. As análises químicas desses minerais mostram que os grãos de ilmenita possuem um amplo espectro de variação de composição química e que grande parte dos grãos de ilmenita encontra-se ligeiramente alterada exibindo múltiplas morfologias e texturas, resultado de diferentes estágios de alteração. Composicionalmente os concentrados contêm em média 61,96% de TiO<sub>2</sub>, com pequenas impurezas de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Tais observações possuem implicações significativas para a mineração e recuperação de ilmenita na área, uma vez que indicam que a distribuição de grãos alterados deve ser razoavelmente constante ao longo da linha de praia. Conhecer a qualidade dos produtos minerais de titânio é importante, pois as alterações sofridas por estes grãos afetam as características físicas e químicas, tais como densidade aparente, porosidade, densidade de grãos, dureza, susceptibilidade magnética entre outras propriedades as quais influenciam diretamente em seu valor econômico e são prejudiciais em muitas utilizações finais do metal.

Palavras-chave: Depósito de Placer. Minerais de titânio. Microsonda eletrônica.

### CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DOS MINERAIS DE TITÂNIO QUATERNÁRIOS DA PLANÍCIE COSTEIRA, REGIÃO DE SÃO JOSÉ DO NORTE – RS

WUST, C.F.<sup>1</sup>; CHEMALE, F.<sup>1</sup>; CHEMALE, L. T. <sup>1,2</sup>; RIZZI, M.A.M<sup>3</sup>

Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, Programa de Pós-Graduação em Geologia, São Leopoldo-RS, Brasil<sup>1</sup>; Serviço Geológico do Brasil, CPRM<sup>2</sup>, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre-RS<sup>3</sup>



#### INTRODUÇÃO

Nos sedimentos praias de São José do Norte ocorrem significativas concentrações de minerais pesados, principalmente minerais de óxidos de Fe - Ti.

A acumulação de minerais pesados com alto valor agregado compõe um tipo especial de depósito chamado de *placer*, os quais se destacam mundialmente por concentrarem minerais portadores de titânio (ilmenita, rutilo, leucoxênio) e zircão, incluindo diversos bens metálicos ou pedras preciosas.

Em São José do Norte estes minerais (ilmenita e rutilo) ocorrem não apenas como minerais primários inalterados, mas também exibem distintos graus de alteração, resultando em um aumento no teor de TiO<sub>2</sub>. Este aumento no teor de Ti está diretamente ligado a oxidação do Fe<sup>2+</sup>, presente na estrutura cristalina da ilmenita. Em parte, além do processo acima descrito, ocorre a substituição do ferro por elementos contaminantes que reduzem a qualidade do concentrado representando impurezas no produto final.

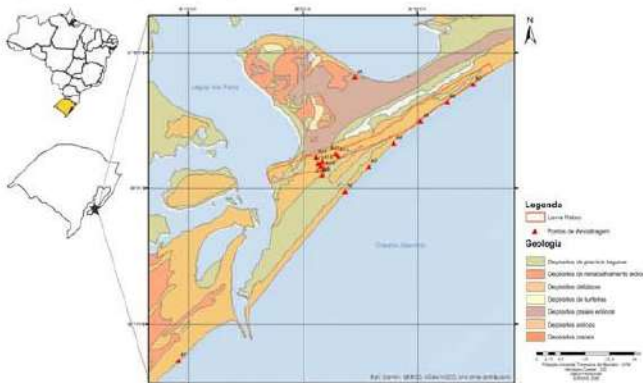


Figura 1. Contexto geológico simplificado da área de estudo.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

As dezesseis amostras coletadas foram submetidas a uma série de etapas de concentração, separação em meio denso e separação magnética isodinâmica em Frantz® para que se obtivesse uma amostra final, adequada a realização das análises em microsonda eletrônica.

As microanálises dos minerais de minérios (ilmenita, titanomagnetita e rutilo), elementos maiores, menores e traços presentes em cada fração foram realizadas na microsonda eletrônica JXA-8230 JEOL, do Laboratório de Microanálise da Universidade Federal de Ouro Preto. As fórmulas minerais foram calculadas com base em três oxigênicos para os cristais de ilmenita. O teor total de ferro obtido pela microsonda foi considerado como FeO (total), contudo a razão ferro férrico/ferroso foi calculada com o auxílio de uma planilha disponível no site GabbroSoft ([2018?]), para fins de emprego em gráficos e diagramas.

Foram obtidas de uma a duas análises pontuais em cada cristal com a aplicação da mesma rotina para todos os minerais. Para alguns grãos minerais foram gerados mapas químicos que mostram as distribuições quantitativas dos elementos.

#### RESULTADOS

As análises em microsonda eletrônica foram realizadas para todos os produtos das alíquotas de cada amostra: frações 0,1A, 0,3A, 0,5A, 0,75A, NA (não atraída) e Mag.

As análises de microsonda mostram que a maior parte dos grãos de ilmenita encontrada na área ocorre como grãos homogêneos e inalterados exibindo apenas alterações incipientes. No entanto, um conjunto complexo de grãos de ilmenita alterados com múltiplas morfologias, texturas e associações também foi passível de observação.

Os múltiplos estágios de alteração são bastante visíveis nos grãos. Por causa da lixiviação natural da ilmenita, são produzidas distintas fases intermediárias entre ela e o rutilo. Em alguns grãos a existência de uma zonação é bastante evidente, o que comprova uma variação composicional da borda para o centro destes grãos. Grãos com manchas irregulares de alteração ao longo dos limites e fraquezas, como fraturas também puderam ser observados.

As observações quantitativas confirmam que o FeO é gradualmente removido da estrutura da ilmenita aumentando significativamente o teor de TiO<sub>2</sub>. Os concentrados de ilmenita da área de estudo confirmam o processo de alteração descrito anteriormente. As amostras de um modo geral mostram uma tendência em enriquecimento em TiO<sub>2</sub>, uma vez que estão se afastando do ápice da ilmenita. Isso se reflete em seu teor de TiO<sub>2</sub> de em média 61,96%, evoluindo desta forma para minerais cada vez mais ricos em titânio e pobres em ferro.

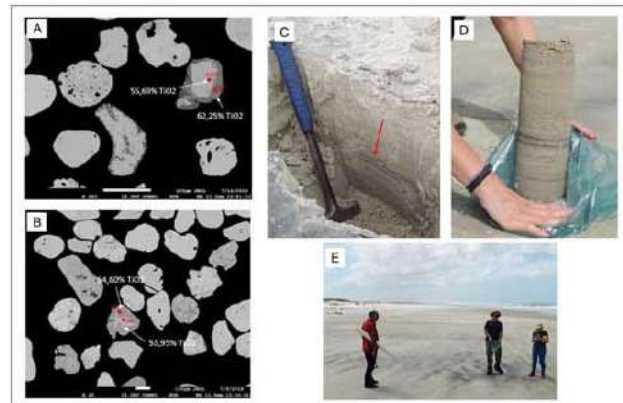


Figura 2. A) e B) Grãos marcados pelo gradual enriquecimento em TiO<sub>2</sub>; C) Finas camadas de minério *in situ*; D) Padrão de amostragem; E) Visão geral do depósito.

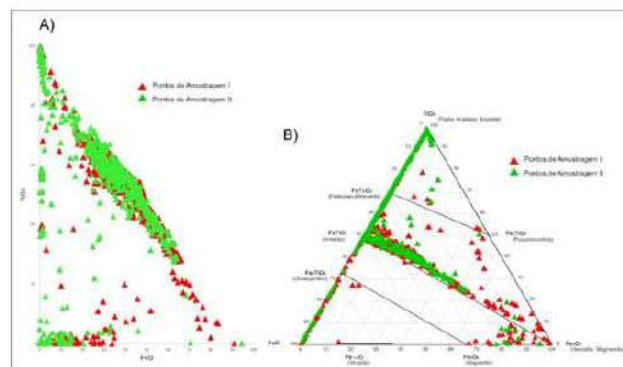


Figura 3. A) Gráfico FeO versus TiO<sub>2</sub>. B) Sistema TiO<sub>2</sub> - Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - FeO para as amostras de São José do Norte, adaptado de Buddington e Lindsey (1964, p.311).

#### CONCLUSÕES

As análises químicas desses minerais mostram que os grãos de ilmenita possuem um amplo espectro de variação de composição química e que grande parte dos grãos de ilmenita encontra-se ligeiramente alterada exibindo múltiplas morfologias e texturas, resultado de diferentes estágios de alteração. Composicionalmente os concentrados contêm em média 61,96% de TiO<sub>2</sub>, com pequenas impurezas de SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Tais observações possuem implicações significativas para a mineração e recuperação de ilmenita na área, uma vez que indicam que a distribuição de grãos alterados deve ser razoavelmente constante ao longo da linha de praia.

Conhecer a qualidade dos produtos minerais de titânio é importante, pois as alterações sofridas por estes grãos afetam as características físicas e químicas, tais como densidade aparente, porosidade, densidade de grãos, dureza, susceptibilidade magnética entre outras propriedades as quais influenciam diretamente em seu valor econômico e são prejudiciais em muitas utilizações finais do metal.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUDDINGTON, A. F.; LINDSLEY, D. H. Iron - titanium oxide minerals and synthetic equivalents. *Journal of Petrology*, Oxford, v. 5, n. 2, p.310-357, 1964.  
 DEER, W.A., HOWIE, R.A. & ZUSSMAN, J. 1995. *An introduction to the rock forming minerals*. London, Longman, 696 pp.  
 GAMBICCI, J. Titanium. In: 2010 minerals yearbook. U.S. Geological Survey, p. 78.1-78.17. 2012. GabbroSoft Mineralogical Spreadsheet, 2018. Disponível em: <http://www.gabbrosoft.org/spreadsheets.html>. Acesso em: 24 out. 2018.  
 KOMAR, P.D. & WANG, C. 1984. Processes of selective grain transport and the formation of placer on beaches. *Journal of Geology*, 92, 637-655.  
 MARTINS, L. R.; MARTINS, I. R.; URIEN, C. M. 2003. Modelos Depositionais Marinhos e Recursos Minerais. Associação Gravel, Porto Alegre, Brasil.  
 MEINHOLD, G. 2010. Rutile and its applications in earth sciences *Earth Science Reviews*, 102, pp. 1-28



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### BACIA HIDROGRÁFICA ARROIO PELOTAS: UMA ANÁLISE SEDIMENTAR E QUALITATIVA – MONTE BONITO, RS

COSTA, T.B. da; PINTO, M.C.M. de O.; GOETZKE, M.S.; FONSECA, E.H. da;  
FREITAS, F.L. de; BRETANHA, S.S.F

Universidade Federal de Pelotas (Tamires Bojjis da Costa; [tamires.bojjis@gmail.com](mailto:tamires.bojjis@gmail.com))

O estudo da Bacia Pelotas é importante para conservação do meio ambiente, a necessidade de informações para entender o fenômeno relacionado a disponibilidade de recursos hídricos dentro da bacia e os pequenos riachos que fazem parte da malha da bacia de drenagem. O estudo geoestatístico sedimentar na Bacia Pelotas visa realizar um diagnóstico sedimentológico, com ênfase na região de Monte Bonito, por esta apresentar características rurais com várias indústrias estabelecidas, considerando que a água subterrânea é utilizada em todas as atividades, além do consumo humano, o que sugere o estudo qualitativo dessa água. A região de estudo se situa no Estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Pelotas, entre as coordenadas geográficas O 52° 27', S 31° 38' e O 52° 26', S 31° 38'. A análise baseada em métodos geoestatísticos que proporcionam a intensificação da preservação ambiental, considerando a variabilidade espacial de atributos como análise da água subterrânea, com a finalidade de representar os valores em áreas não amostrados podem proporcionar o conhecimento dos resultados da água ao longo da área em estudo pela interpolação dos dados. Escolher o método de interpolação e o número de amostras com informações geográficas permite conhecer a variabilidade dentro da bacia. Geologicamente, segundo dados disponíveis pela CPRM, a unidade de estudo localiza-se sobre duas importantes unidades morfoestruturais do estado do Rio Grande do Sul, na porção norte da bacia hidrográfica encontra-se o Planalto Uruguaio Sul-rio-grandense, composto geologicamente por rochas ígneas plutônicas, metamórficas e sedimentares, datadas do período Pré-cambriano. Na porção sul, em direção a sua foz, no Canal São Gonçalo, situa-se a unidade denominada Planície Costeira que possui como morfoestrutura a Bacia Sedimentar de Pelotas, do período Cenozóico. A captação hídrica dessa bacia é feita através de poços artesianos que captam a água em profundidades que podem chegar até 15 metros. A perfuração desses poços tem sido uma alternativa válida para adquirir água potável, visto baixos custos de manutenção e operação, além do fato da água extraída ser, geralmente, mais pura e com maior porcentagem de sais minerais. Apesar das diversas vantagens oferecidas pelos poços artesianos, a adoção dessa alternativa apresenta riscos relacionados a qualidade da água subterrânea. A presença de contaminantes no solo e água podem decorrer de diversas atividades como mineração, agricultura convencional, imediações de cemitérios e frigoríficos, depósitos irregulares de resíduos sólidos, entre outros, que a região apresenta. Nesses casos a água poluída pode levar à transmissão de muitas doenças e até mesmo fatais, já que há chances de transporte de substâncias tóxicas. Nessa perspectiva, será realizado um diagnóstico dos possíveis contaminantes das águas provenientes de poços artesianos da área de estudo e motivado pelas características organolépticas que a água vem apresentando e preocupando os consumidores da região. A pesquisa utilizar-se-á de metodologia exploratória e qualitativa, onde serão coletados dados destinados à análise laboratorial. A área foi delimitada com o auxílio do software Qgis. Os resultados obtidos servirão de subsídios para a busca de soluções efetivas para o melhoramento da qualidade da água consumida pela população do local.

Palavras-chave: Bacia Pelotas. Sedimentar. Geoestatística. Meio ambiente.

### BACIA HIDROGRÁFICA ARROIO PELOTAS: UMA ANÁLISE SEDIMENTAR E QUALITATIVA - MONTE BONITO, RS

Tamires Bojjis da Costa<sup>1</sup>, Mariele Siegert Goetzke<sup>2</sup>, Maria Celina Maciel de Oliveira Bolivar Pinto<sup>3</sup>, Elisandra Hernandes da Fonseca<sup>4</sup>, Fernanda Luz de Freitas<sup>5</sup>, Sônia Souza Franco Bretanha<sup>6</sup>

Universidade Federal de Pelotas

#### INTRODUÇÃO

O estudo da Bacia Pelotas é importante para conservação do meio ambiente. A necessidade de informações para entender o fenômeno relacionado a disponibilidade de recursos hídricos dentro da bacia e os pequenos riachos que fazem parte da malha da bacia de drenagem. Nessa perspectiva, será realizado um diagnóstico dos possíveis contaminantes das águas, dos sedimentos e solos provenientes de poços tubulares da região de Monte Bonito, por esta apresentar características rurais com várias indústrias estabelecidas, considerando que a água subterrânea é utilizada em todas as atividades, além do consumo humano.

A região de estudo se encontra no Estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Pelotas, entre as coordenadas geográficas O 52° 27', S 31° 38' e O 52° 26', S 31° 38' e seu principal acesso é pela BR 392 que liga Pelotas aos municípios de Morro Redondo e Cancuçu.

Geologicamente, segundo dados disponíveis pela CPRM, a unidade de estudo localiza-se sobre duas importantes unidades morfoestruturais do estado do Rio Grande do Sul, na porção norte da bacia hidrográfica encontra-se o Planalto Uruguaio Sul-rio-grandense, composto geologicamente por rochas ígneas plutônicas, metamórficas e sedimentares, datadas do período Pré-cambriano. Na porção sul, em direção a sua foz, no Canal São Gonçalo, situa-se a unidade denominada Planície Costeira que possui como morfoestrutura a Bacia Sedimentar de Pelotas, do período Cenozóico. Os solos são compostos basicamente por argissolos branco-acinzentado, argissolos vermelho-amarelo na porção norte e os planossolos na porção sul. A captação hídrica dessa bacia é feita através de poços artesianos que captam a água em profundidades que podem chegar até 15 metros.

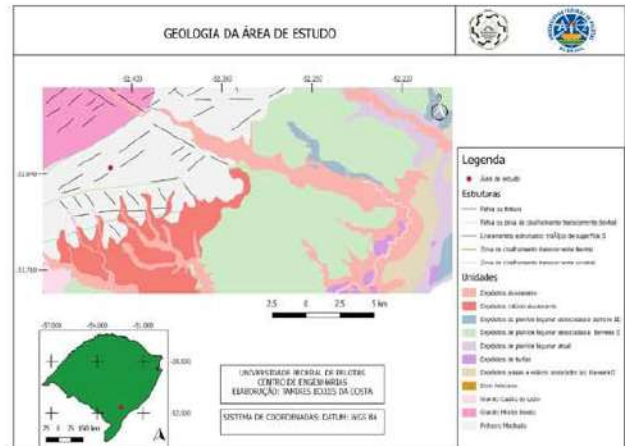


Figura 2. Folha geológica SH.22-Y-D-IV Pelotas.



Figura 1. Mapa de localização da área de estudo – Monte Bonito, zona rural do município de Pelotas (RS).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, foi realizado um reconhecimento prévio do local e uma entrevista com os moradores, para obter informações sobre as condições da água nos poços tubulares da região, assim como, conhecer os hábitos de consumo de cada família e as características das áreas adjacentes aos poços. Posteriormente, foi feita a delimitação da área de estudo com o auxílio do software Qgis e, uma revisão bibliográfica da geologia da região e das características hidrológicas existentes.

#### RESULTADOS

De acordo com a entrevista realizada com os moradores, há grandes indícios de contaminação da água subterrânea e dos sedimentos em seu entorno. Além da coloração escura da água, a região apresenta intensa atividade agrícola - cultivo de hortaliças, soja, fumo - e industrial - açucare, além de cemitérios, depósitos irregulares de resíduos sólidos e mineração; atividades estas, com alto poder de contaminação do solo e do lençol freático. A manutenção e conservação dos poços, além da sua localização, também são grandes contribuintes a contaminação bacteriológica, decorrente da presença dos sólidos em suspensão que podem abrigar microrganismos patogênicos, além de causar uma aparência desagradável na água potável, visto que os poços estavam mal vedados e muitos nunca receberam manutenção adequada como a limpeza e o uso de cloro.



Figura 3. Disposição do sistema de aquíferos do RS em relação as litologias aflorantes.

#### CONCLUSÕES

A perfuração desses poços tem sido uma alternativa válida para adquirir água potável, visto baixos custos de manutenção e operação, além do fato da água extraída ser, geralmente, mais pura e com maior porcentagem de sais minerais. Apesar das diversas vantagens oferecidas pelos poços, a adoção dessa alternativa apresenta riscos relacionados a qualidade da água subterrânea. A partir das características organolépticas da água e da área adjacente, pode-se concluir que a qualidade da água dos poços, ou seja, a água subterrânea estão comprometidos. A presença de contaminantes no solo e água podem decorrer das diversas atividades da região. Nesses casos a água poluída pode levar à transmissão de muitas doenças e até mesmo fatais, já que há chances de transporte de substâncias tóxicas pelos poros e fissuras do solo e da rocha.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA - Agência Nacional de águas – Dados, informações e produtos – Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 12/06/2019.
- BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução No 32, de 15 de outubro de 2003 (Publicado no DOU em 17/12/2003)
- CORADI, P.; FIA, R.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil. Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 4, n. 2, p. 46-56, 2009. Disponível em [http://www.researchgate.net/publication/250377743\\_Avaliao\\_da\\_qualidade\\_da\\_gua\\_superficial\\_dos\\_cursos\\_da\\_gua\\_do\\_municipio\\_de\\_Pelotas-RS\\_Brasil](http://www.researchgate.net/publication/250377743_Avaliao_da_qualidade_da_gua_superficial_dos_cursos_da_gua_do_municipio_de_Pelotas-RS_Brasil). Acesso em: 14/09/2019.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EVOLUÇÃO SEDIMENTAR DO CANAL DE MARÉ DO PORTO DA BARRA GRANDE, ICAPUÍ – CE

MAIA, G.A.M.<sup>1</sup>; SOUZA, I.C.O.<sup>2</sup>; ALMEIDA, N.M.<sup>3</sup>; FREIRE, G.S.S.<sup>3</sup>; ABREU NETO, J.C.<sup>3</sup>

Universidade Federal de Pernambuco<sup>1</sup> (Guilherme Augusto Mendonça Maia; [guilherme.maiageo@gmail.com](mailto:guilherme.maiageo@gmail.com)); Universidade Estadual de Campinas<sup>2</sup>; Universidade Federal do Ceará<sup>3</sup>

A planície costeira de Icapuí, localizada no extremo leste cearense, é composta pela sobreposição de terraços marinhos, cordões litorâneos, planícies de maré, lagunas, depósitos eólicos e depósitos praias, limitados a sul por uma linha de falésias da Formação Barreiras e cortados, morfologicamente, por canais de maré, onde está situado o Porto da Barra Grande. No geral, a região de estudo apresenta caráter regressivo durante o Holoceno superior, contudo as planícies e os canais de maré podem ser formados em condições completamente distintas às encontradas ao seu redor, fornecendo importantes informações sobre a evolução deste ambiente deposicional. Assim, o presente estudo objetivou descrever a coluna estratigráfica a fim de compreender a evolução sedimentar da planície de maré do Porto da Barra Grande, Icapuí, CE. Para isso, seis testemunhos, de aproximadamente dois metros cada, foram coletados ao longo do canal de maré. A fim de auxiliar na interpretação dos testemunhos foi realizado o levantamento de posicionamento geográfico de precisão nos 6 pontos de amostragens, através de GPS Geodésico. As análises em laboratório consistiram na interpretação dos testemunhos de acordo com as estruturas sedimentares, composição e contato entre as camadas, sendo realizadas amostragens regulares de 10 centímetros ou em intervalos menores, de acordo com a heterogeneidade das fácies, totalizando 53 segmentos. As amostras foram analisadas quanto à granulometria, teor de carbonato de cálcio, teor de matéria orgânica e teor de minerais pesados. Foram identificadas 16 fácies ao longo dos testemunhos destacando-se 3 estágios de sedimentação. A porção inferior (base) é composta basicamente por pacotes lamosos e arenosos muito finos. A porção intermediária é dominada por sedimentos médios a grossos, grande quantidade de conchas e cascalhos fragmentados, alto índice ZTR, teor de carbonato moderado e baixa quantidade de matéria orgânica. A porção superior (topo) é composta por sedimentos finos a médios com pequenos fragmentos vegetais, presença de raízes, conchas preservadas e dispersas, baixo índice ZTR e baixo teor de carbonato e matéria orgânica. Interpretou-se a sucessão sedimentar como inicialmente um ambiente deposicional lagunar (base), seguido de depósitos transgressivos (porção intermediária) e depósitos regressivos (topo). Desta forma, este trabalho fornece informações sobre a evolução sedimentar da planície de maré do Porto da Barra Grande, correlacionando-a com as variações do nível do mar holocênico referidas na literatura. Por fim, espera-se que os resultados alcançados auxiliem na compreensão da evolução costeira de Icapuí e possam subsidiar pesquisas e discussões futuras.

Palavras-chave: Testemunho. Planície de maré. Variações do nível do mar.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### EVOLUÇÃO SEDIMENTAR DO CANAL DE MARÉ DO PORTO DA BARRA GRANDE, ICAPUÍ – CE

Maia, G.A.M.<sup>1</sup>; Souza, I.C.O.<sup>2</sup>; Almeida, N.M.<sup>3</sup>; Freire, G.S.S.<sup>3</sup>; Abru Neto, J.C.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pernambuco; <sup>2</sup>Universidade Estadual de Campinas; <sup>3</sup>Universidade Federal do Ceará



#### INTRODUÇÃO

A planície costeira de Icapuí, unidade de grande diversidade ecológica e geológica, é limitada por uma linha de falésias, composta pela Formação Barreiras, a sul da área, e composta por extensos cordões litorâneos, sobrepostos por lagunas, terraços marinhos, depósitos eólicos e praias, onde o canal de maré do Porto da Barra Grande, apresenta-se morfologicamente discordante (figura 1). A evolução quaternária da região foi controlada pela ação de diferentes processos, cuja ocorrência cronológica é de difícil precisão devido à grande complexidade das unidades morfoestratigráficas associadas, com intercalações de distintos depósitos.

Assim, o presente estudo tem como objetivo caracterizar o canal de maré do Porto da Barra Grande diante dos aspectos estratigráficos e faciológicos, destacando a relação entre as fácies, e compreender as mudanças curto a longo prazo que ocorreram na região contribuindo assim para a evolução sedimentar da Planície Costeira de Icapuí.

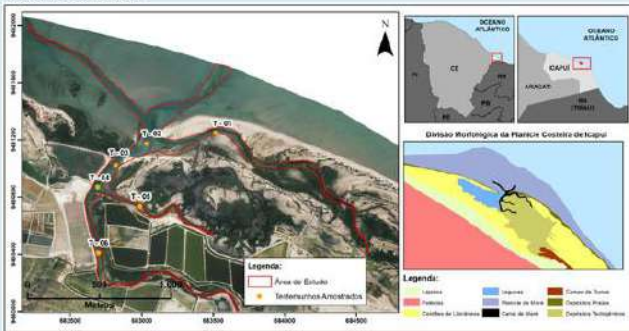


Figura 1. Mapa de localização e pontos de coleta no canal de maré do Porto da Barra Grande, Icapuí – CE.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletados seis testemunhos em canos PVC com comprimento aproximado de dois metros e dez centímetros de diâmetros. Os testemunhos foram descritos segundo a metodologia de Figueiredo Junior (1990), destacando texturas, contato entre as camadas, estruturas e coloração aparente. Sendo os mesmos compartimentados em fácies, posteriormente separadas, secas e peneiradas, seguindo a classificação nominal proposta por Wentworth (1922). Ao total foram analisadas 54 amostras. Entre as 16 fácies interpretadas 10 foram analisadas quanto ao teor de minerais pesados, pelo método de Galehouse (1971), sendo contando um total de 500 minerais.

Uma alíquota das amostras foi separada e macerada a fim de analisar o teor de carbonato de cálcio (Método do calcímetro de Bernard, Lamas et al., 2005) e de matéria orgânica (Método de oxidação, Walkley & Black, 1934) das mesmas. Por fim, com intuito de correlacionar a posição geodésica dos testemunhos foi realizado, concomitante com a amostragem dos mesmos, o levantamento topográfico de precisão, utilizando um par de receptores do modelo Trimble R3, com precisão nominal horizontal e vertical de 5mm.

#### RESULTADOS

Grupo	Fácies	Descrição
Testemunho sem laminares	AMF-T1	Fácies composta por areia muito fina e predomínio de terrígenos, sem estruturas, alta porcentagem de lama (10 a 25%) e moderada seleção.
	AMF-T	Fácies composta por areia muito fina e predomínio de terrígenos, sem estruturas, baixa porcentagem de lama e cascalho, bem selecionada.
	AT-T	Fácies composta por areia fina e predomínio de terrígenos, sem estruturas, alta porcentagem de lama (10%) e pobremente selecionada.
	AT-F	Fácies composta por areia fina e predomínio de terrígenos, sem estruturas, baixa porcentagem de lama e cascalho, seleção variada entre moderada a pobre.
Presença de 2-5% de laminares vegetais	AMF-T1	Fácies composta por areia muito fina lamosa (teores entre 10 a 15%) com presença de fragmentos vegetais ovalados, podendo apresentar laminações subhorizontais e pequenas conchas preservadas, com seleção moderada.
	AT-F	Fácies composta por areia fina com baixa porcentagem de lama e cascalho, presença de fragmentos vegetais ovalados, provavelmente raras, podendo apresentar pequenas conchas de bivalves transportados, mas sem orientação preferencial, com seleção moderada.
Testemunho com laminares	LA-T1	Fácies composta por silte e argila com laminações sub-horizontais, podendo apresentar conchas de gastrópodos e bivalves, normalmente fragmentadas, e extremamente mal selecionada.
	AMF-ST1	Fácies composta por areia muito fina lamosa (teores entre 1% a 25%) com laminações sub-horizontais e extremamente mal selecionada.
Presença de 7% de Compostos Carbonatados	AMF-ST1	Fácies composta por areia muito fina lamosa (5 a 10% de lama) com laminações para o acúmulo de conchas de moluscos fragmentadas e seleção variada entre moderada a boa.
	AMF-C	Fácies composta por areia muito fina e baixa porcentagem de lama e cascalho, grande teor de conchas dispersas na matriz, normalmente fragmentadas, apresentando boa seleção.
	AMF-C	Fácies composta por areia fina e baixa porcentagem de lama e cascalho, grande teor de conchas dispersas na matriz, normalmente fragmentada, apresentando moderada seleção.
	AMF-C	Fácies composta por areia fina cascalhosa (acima de 6% de cascalho) e fragmentos principalmente de moluscos, na maioria preservados, seleção moderada a má.
	AMC	Fácies composta por areia média com mistura de compostos carbonatados conchas e corais do tipo <i>Irbidantium</i> , preservados e fragmentados, com extrema má seleção.
	AMC	Fácies composta por areia média cascalhosa (6 a 10% de cascalho) com composto carbonatados (conchas e corais do tipo <i>Irbidantium</i> ) dispersos na matriz.
	AMC	Fácies composta por areia grossa cascalhosa (11 a 15% de cascalho) com mistura de compostos carbonatados (conchas e corais do tipo <i>Irbidantium</i> ), com má seleção.
	AMC	Fácies composta por areia grossa cascalhosa (11 a 15% de cascalho) com mistura de compostos carbonatados (conchas e corais do tipo <i>Irbidantium</i> ), com má seleção.

Figura 2. Agrupamento e descrição das fácies interpretadas nos testemunhos (Fonte: Autores)

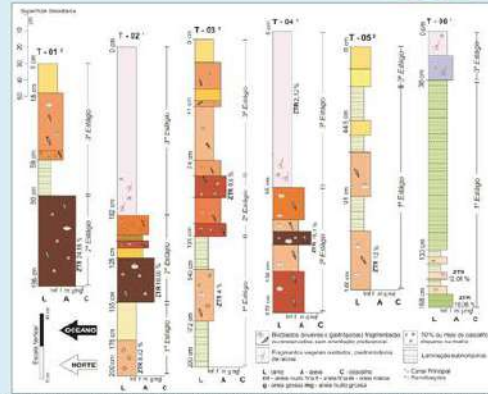


Figura 3. Colunas estratigráficas dos testemunhos descritos, ilustrando os estágios de sedimentação e coloridas de acordo com a fácies interpretada. (Fonte: Autores)

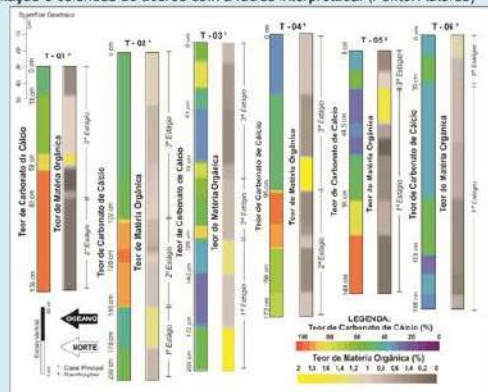


Figura 4. Seções verticais dos teores de carbonato e matéria orgânica analisados nas amostras selecionadas dos testemunhos. (Fonte: Autores)

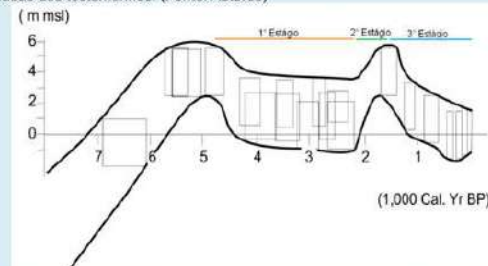


Figura 5. Curva envelope da Variação do Nível do Mar do litoral norte do estado do RN associada aos estágios de sedimentação propostos. (Fonte: Modificado de Bezerra et al., 2003).

#### CONCLUSÕES

As interpretações do canal de maré do Porto da Barra Grande foram baseadas nos testemunhos por vibração coletados ao longo da área de estudo, somando 54 amostras analisadas, 16 fácies descritas, 10 lâminas observadas contabilizando 500 minerais identificados e 108 análises químicas, produzindo 6 colunas estratigráficas e 12 seções verticais de teores de carbonato de cálcio e matéria orgânica.

Todo o conjunto de dados permitiu a interpretação de três estágios sedimentares, depositados em condições distintas e controlados pela flutuação do nível do mar, no qual o primeiro e o terceiro estágio foram depositados em condições regressivas de mar baixo, e o segundo estágio em condições transgressivas de mar alto.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA, F.H.R.; BARRETO A.M.F.; SUGIJO, K. Holocene sea-level history on the Rio Grande do Norte State coast, Brazil. *Marine Geology*, 2003, n. 196 (1), 73 – 89 p.
- FIGUEIREDO JUNIOR, A.G. Normas de controle de qualidade para processamento de testemunhos inconsolidados. In: PETROBRAS 1990. Projeto Sedimentos de Talude. Rio de Janeiro, UFF, 27 p.
- GALEHOUSE, J.S. Point counting. In: CARVER R.E. (ED). *Procedures in Sedimentary Petrology*, New York, Wiley-Interscience, 1971, 385 – 407 p.
- LAMAS, F.; IRIGARAY, C.; OTEO, C.; CHACÓN, J. Selection of the most appropriate method to determine the carbonate content for engineering purposes with particular regard to marls. *Engineering Geology*, 2005, n. 81, 32 – 41
- WALKLEY, A. & BLACK, J.A. An examination of the Degjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 1934, n. 37, 29 – 38 p.
- WENTWORTH, C.A. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 1922, n. 30, 377 – 392 p.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PERMEABILIDADE AO ÓLEO DAS PRAIAS ARENOSAS DO SISTEMA PATOS-GUAÍBA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

OLIVEIRA, E.B.<sup>1</sup>; NICOLODI, J.L.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Elaine Baroni de Oliveira, [elaine.bo@hotmail.com](mailto:elaine.bo@hotmail.com));  
Universidade Federal do Rio Grande<sup>2</sup>

A permeabilidade pode ser definida como a facilidade com que um fluido escoar através de uma matriz sedimentar porosa, a qual é quantificada pelo coeficiente de condutividade hidráulica. A permeabilidade determina a taxa de infiltração e, conseqüentemente, o tempo de permanência do fluido no substrato. Quando o fluido é um contaminante, como o óleo, quanto maior o tempo de permanência, maior será a interação com o meio, maior será o dano causado no ambiente e mais difícil será sua recuperação. Por ser dependente das características do meio, a taxa de infiltração sofre variações de acordo com as modificações no ambiente e com as características sedimentológicas do local no qual este óleo foi depositado. O conhecimento de tais oscilações é necessário para o aperfeiçoamento dos métodos existentes de limpeza no caso de acidentes e para melhor compreensão do comportamento do óleo em diferentes substratos. Dentro deste contexto, o objetivo é determinar a permeabilidade do óleo em praias arenosas do Sistema Patos-Guaíba/RS, assim como definir os principais parâmetros que controlam o fluxo. Testes de permeabilidade foram realizados na face da praia dos municípios de Arambaré, Guaíba, Porto Alegre e Mostardas, usando o Permeômetro modificado de Philip (MPD). Ainda em campo foram anotados o grau de compactação do substrato, a profundidade do lençol freático e a coleta de sedimentos para análise granulométrica e morfométrica em laboratório. O valor de condutividade hidráulica foi calculado a partir de um conjunto de equações. Os resultados mostram que a permeabilidade em praias lagunares é majoritariamente governada pelo tamanho do grão, pelo grau de arredondamento da amostra, pela compactação do solo e pela profundidade do lençol freático. Fatores que potencializam a permeabilidade incluem o grau de seleção, a distribuição vertical dos sedimentos e o percentual de cascalho. O aumento da permeabilidade com a diminuição do grau de seleção se mostrou uma característica importante em praias lagunares pois, segundo estudos pretéritos, terrenos com pobre seleção, permitem que os interstícios intergranulares sejam preenchidos por argila e silte, obstruindo os poros e reduzindo a permeabilidade – no caso das praias da Lagoa dos Patos, devido à ausência de silte e argila, este fenômeno não ocorre. As variações da permeabilidade dentro do sistema lagunar, entre as margens leste e oeste da laguna estão relacionadas à herança geológica. A partir destes resultados conclui-se que a permeabilidade no sistema lagunar Patos-Guaíba é governada pelos mesmos parâmetros que as praias oceânicas, no entanto, comparada aos estudos de permeabilidade já realizados nas praias oceânicas do Rio Grande do Sul, apresenta uma ordem de grandeza maior. Esta diferença está relacionada à polimodalidade dos ambientes lagunares, ao arranjo das partículas, à baixa mobilidade do sistema e à alta heterogeneidade do pacote sedimentar.

Palavras-chave: Permeabilidade. Lagoa dos Patos. Óleo. Praia.

### PERMEABILIDADE AO ÓLEO DAS PRAIAS ARENOSAS DO SISTEMA PATOS-GUAÍBA, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Oliveira, E.B.<sup>1</sup>; Nicolodi, J.L.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - elaine.bo@hotmail.com<sup>1</sup>; Universidade Federal do Rio Grande - joaluiznicolodi@gmail.com<sup>2</sup>



#### INTRODUÇÃO

Permeabilidade (K): facilidade com que um fluido escoar através de uma matriz sedimentar porosa. K: taxa de infiltração → tempo de permanência do fluido no substrato → interação com o meio → dano → recuperação (Stern, 2007).

Por ser dependente das características do meio, a taxa de infiltração sofre variações de acordo com as modificações no ambiente e com as características sedimentológicas do local no qual este óleo foi depositado.

O conhecimento de tais oscilações é necessário para o aperfeiçoamento dos métodos existentes de limpeza e para melhor compreensão do comportamento do óleo em diferentes substratos. Dentro deste contexto, o objetivo é determinar a permeabilidade do óleo em praias arenosas do Sistema Patos-Guaíba/RS, assim como definir os principais parâmetros que controlam o fluxo.

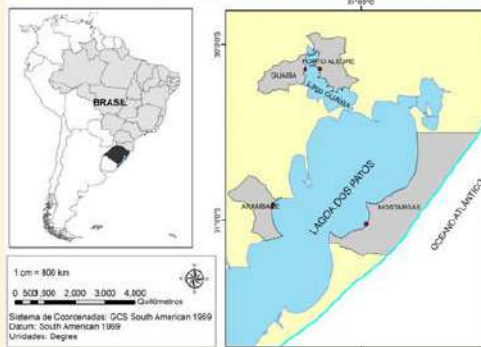


Figura 1. Localização da área de estudo

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Testes de permeabilidade foram realizados na face da praia dos municípios de Arambaré, Guaíba, Porto Alegre e Mostardas, usando o Permeômetro modificado de Philip (MPD). Ainda em campo foram anotados o grau de compactação do substrato, a profundidade do lençol freático e a coleta de sedimentos para análise granulométrica e morfométrica em laboratório. O valor de condutividade hidráulica foi calculado a partir de um conjunto de equações.

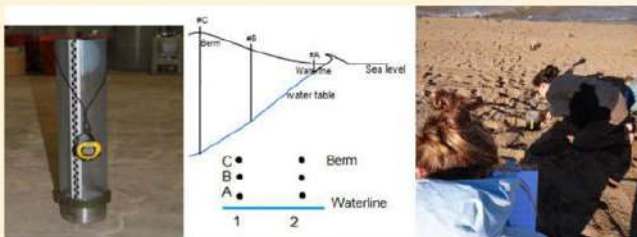


Figura 2. Testes de Permeabilidade. A) Modified Philip Dunne Infiltrator (MPD); B) Figura representando os perfis e pontos. C) Teste da permeabilidade sendo realizado. Fonte: Oliveira & Nicolodi (2017).

#### RESULTADOS

Os resultados mostram que a permeabilidade em praias lagunares é majoritariamente governada pelo tamanho do grão, pelo grau de arredondamento da amostra, pela compactação do solo e pela profundidade do lençol freático. Fatores que potencializam a permeabilidade incluem o grau de seleção, a distribuição vertical dos sedimentos e o percentual de cascalho. O aumento da permeabilidade com a diminuição do grau de seleção se mostrou uma característica importante em praias lagunares pois, segundo estudos pretéritos, terrenos com pobre seleção, permitem que os interstícios intergranulares sejam preenchidos por argila e silte, obstruindo os poros e reduzindo a permeabilidade – no caso das praias da Lagoa dos Patos, devido à ausência de silte e argila, este fenômeno não ocorre. As variações da permeabilidade dentro do sistema lagunar, entre as margens leste e oeste da laguna estão relacionadas à herança geológica.

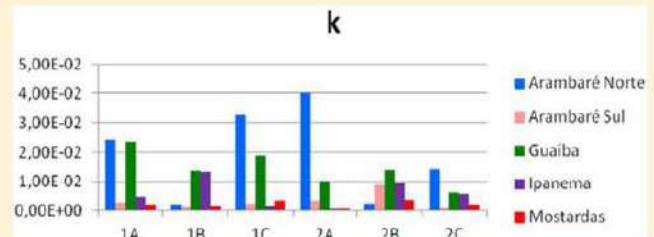


Figura 3. Valores de condutividade hidráulica em cada ponto

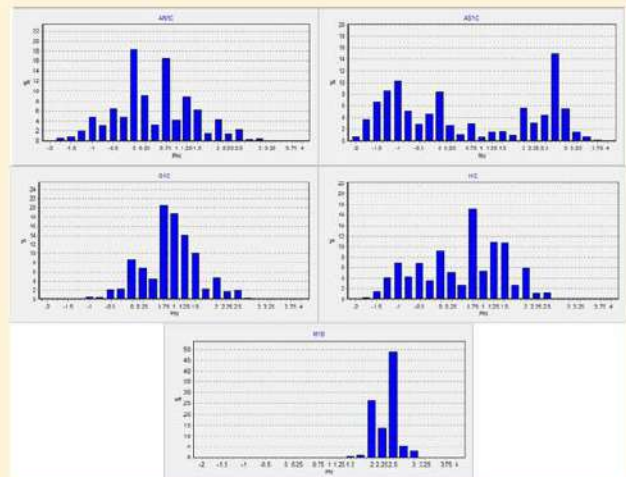


Figura 4. Histograma do ponto Berma. AN: Arambaré Norte; AS: Arambaré Sul; G: Guaíba; I: Ipanema; M: Mostardas

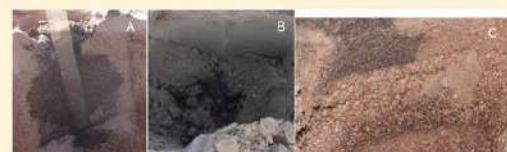


Figura 5. Estratigrafia. A) Rocha; B) Camada impermeável (plataforma holocênica); C) lentes (camadas de sedimentos finos e grossos intercalados)

#### CONCLUSÕES

A partir destes resultados conclui-se que a permeabilidade no sistema lagunar Patos-Guaíba é governada pelos mesmos parâmetros que as praias oceânicas, no entanto, comparada aos estudos de permeabilidade já realizados nas praias oceânicas do Rio Grande do Sul, apresenta uma ordem de grandeza maior. Esta diferença está relacionada à polimodalidade dos ambientes lagunares, ao arranjo das partículas, a baixa mobilidade do sistema e à alta heterogeneidade do pacote sedimentar.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- OLIVEIRA, E.B. & NICOLODI, J.L. 2017. Oil permeability variations on lagoon sand beaches in the Patos-Guaíba system in Rio Grande do Sul, Brasil. Marine Pollution Bulletin. 115. P. 154-163  
 STERN, A.G., 2007. Parâmetros texturais de sedimentos para elaboração de cartas de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo Cartas SAO. (Master's Dissertation – Institute of Geosciences). University of São Paulo/USP, São Paulo (103 p)





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO LITORAL DO EXTREMO SUL DA BAHIA

COSTA, G.A.S; MEIRELES, R.P.

Universidade Federal da Bahia (Gabriel Araujo Santiago Costa, [gabrielcosta.geo@gmail.com](mailto:gabrielcosta.geo@gmail.com))

O litoral do extremo Sul da Bahia, entre os municípios de Mucuri e Porto Seguro, é composto por uma série de ambientes de sedimentação terrígenos na sua planície costeira. Na plataforma continental interna, os recifes de coral ganham destaque pela sua ampla distribuição, exportando sedimentos carbonáticos autóctones. O objetivo principal deste estudo é a compartimentação geomorfológica desta região, com base nas características geológicas e morfodinâmicas. Os dados foram adquiridos utilizando as imagens de satélite, disponíveis no programa Google Earth Pro e posteriormente, vetorizadas no software QGIS 3.6 para a confecção do mapa de compartimentação. Após essas etapas, dividiu-se a área em cinco compartimentos, levando em consideração os principais aspectos geomorfológicos, geológicos e morfodinâmicos de cada um. Sucintamente descritos: a) Setor 1 - abrange parte do litoral de Porto Seguro, onde as praias se desenvolvem entre estruturas rígidas (e.g. promontórios rochosos e/ou recifes de corais). b) Setor 2 - engloba a porção litorânea sul do limite de Porto Seguro até o norte de Prado, tendo como principal característica a presença de dunas e cordões litorâneos regressivos na zona de antepraia. c) Setor 3 - parte central de Prado onde é notória a presença de falésias esculpidas nos tabuleiros costeiros, que se encontram em processo de erosão e uma redução da quantidade de estruturas rígidas (recifes de corais) em relação aos primeiros setores. d) Setor 4 - é o mais extenso, envolvendo quatro municípios. Pode ser verificado uma extensa planície costeira desenvolvida com a presença de cordões arenosos regressivos formando protuberâncias e a ampla presença de recifes de corais (Banco de Abrolhos). e) Setor 5 - abrange mais da metade do litoral de Mucuri, é observado a ausência de promontórios rochosos, tornando o litoral mais retilíneo e o transporte sedimentar, na antepraia, é menos susceptível a interferências na sua deriva. O estudo constatou a presença de estruturas rígidas naturais submersas por toda a região estudada, principalmente recifes de coral e *beachrocks*, onde boa parte dessas estruturas, geram uma zona de sombra em relação a costa, reduzindo a energia das ondas que se deslocam em direção ao continente e acentuando seu processo de refração. Também se encontra uma pequena quantidade de estruturas emersas antrópicas (e.g. quebra-mar e muros de contenção), com destaque para a cidade de Porto Seguro que atualmente apresenta grande parte da sua zona central edificada e estabilizada com essas construções. Na faixa do litoral que abrange o município de Mucuri e a porção sul de Nova Viçosa, ocorre uma redução nas concentrações de estruturas naturais. As maiores estruturas naturais estão localizadas a partir da porção central de Nova Viçosa até Porto Seguro, formando grandes protuberâncias na linha de costa, como é o caso da Barra de Caravelas e Ponta do Corumbau. Entre Alcobaça e Cumuruxatiba são registrados uma série dessas pequenas estruturas submersas. Os resultados servem como base para a compartimentação geomorfológica e serão utilizados nas interpretações a respeito de como esse trecho do litoral é influenciado e responde as ações naturais e antrópicas.

Palavras-chave: Setorização da Costa. Quaternário Costeiro. Evolução Costeira. Transporte Sedimentar.

### SETORIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA DO LITORAL DO EXTREMO SUL DA BAHIA

Gabriel Araujo Santiago Costa; Ricardo Piazza Meireles

Laboratório de Oceanografia Geológica, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia  
gabrielcosta.gco@gmail.com; ricardo.meireles@ufba.br



#### INTRODUÇÃO

A área de estudo está situada entre os municípios de Porto Seguro e Mucuri (figura 1), onde formam uma parte importante da planície costeira do extremo Sul da Bahia, sendo composta por uma série de ambientes de sedimentação terrígenos e carbonáticos, dentre eles: praias arenosas, falésias, estuários, cordões litorâneos, rios, barras arenosas e recifes de corais. Esses ambientes compõem a geomorfologia costeira dessa região, caracterizando uma paisagem de constantes modificações ao longo do tempo, principalmente nas proximidades da linha de costa.

Sendo assim, o objetivo principal deste estudo é setORIZAR a área, com base nas características geomorfológicas e geológicas, para auxiliar em futuros estudos referente a morfodinâmica da região.

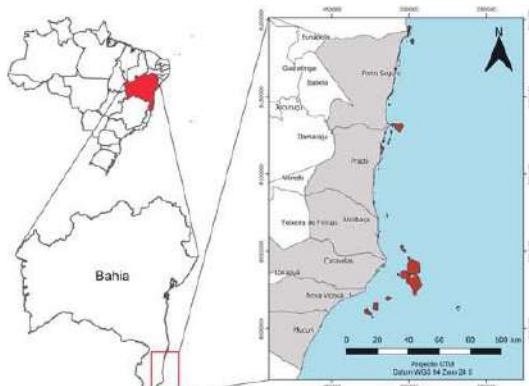


Figura 1. Mapas de localização da área de estudo: extremo sul da Bahia, Brasil.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi dividido nas seguintes etapas: 1) levantamento bibliográfico; 2) vetorização das estruturas rígidas visíveis em imagens de satélites, disponíveis no GoogleEarthPro, no software QGIS 3.6; 3) identificação da geomorfologia através do GoogleEarthPro; 4) caracterização geométrica das praias e trechos de cada setor; 5) confecção das planilhas de dados, mapa de localização e mapa de setORIZAÇÃO.

#### RESULTADOS

A área de estudo foi dividida em 5 setores (figura 2) de acordo com as principais características geomorfológicas e geológicas de cada um. O setor 1 abrange parte do litoral de Porto Seguro, mais especificamente entre Cora Vermelha e a barra do Rio Caravelas, onde as praias se desenvolvem entre estruturas rígidas (e.g. promontórios rochosos, falésias e recifes de corais) e encontra-se cordões litorâneos, barras em pontal, bancos arenosos e beach rocks. O setor 2 se localiza entre a barra do Rio Caravelas e a faixa norte da Praia do Cai, tendo como principal característica a presença de dunas, o que não é comum nessa porção do litoral da Bahia, além de cordões litorâneos regressivos na zona de antepraia, falésias, barra em pontal, banco arenoso e pequenas lagunas. O setor 3 está entre a Praia do Cai e o norte da cidade de Prado, onde é notória a presença de falésias esculpidas nos tabuleiros costeiros, que se encontram em processo de forte erosão e uma redução da quantidade de estruturas rígidas (recifes de corais) em relação aos primeiros setores, caracterizando uma estreita planície costeira. Já o setor 4 é o mais extenso, envolvendo quatro municípios, desde Prado a Mucuri. Pode ser verificado uma larga planície costeira desenvolvida com a presença de cordões arenosos regressivos formando protuberâncias na linha de costa, esporões e bancos arenosos, ilha, estuário e a ampla presença de recifes de corais (Banco de Abrolhos).

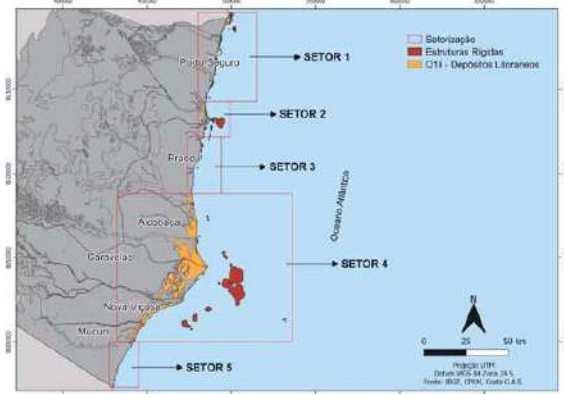


Figura 2. Mapa de setORIZAÇÃO da área de estudo.

Por fim, o setor 5 abrange mais da metade do litoral de Mucuri, onde foi observado a presença de falésias, pequenos cordões litorâneos, barras de pontal e bancos arenosos, pequenas lagunas e beach rocks. Nas imagens não se observou a presença de recifes afastados nem adjacentes a linha de costa, o que provavelmente colabora com o padrão retilíneo desse setor.

Na tabela abaixo é possível observar alguns dados obtidos referente às características geométricas e morfodinâmicas de cada setor:

SETOR	LOCALIZAÇÃO	COMPRIMENTO	ORIENTAÇÃO	PLANÍCIE COSTEIRA	LINHA DE COSTA
1	16°19'42"S à 16°47'47"S	60 km	predominante: NNE-SSW	Estreita	Equilíbrio
2	16°47'47"S à 16°59'10"S	25 km	predominante: N-S, secundárias: NW-SE e NE-SW	Larga	Equilíbrio/ Erosão
3	16°59'10"S à 17°17'27"S	36 km	predominante: NNE-SSW	Estreita	Erosão
4	17°17'27"S à 18°05'02"S	110 km	predominante: NE-SW, secundário: N-S	Larga	Equilíbrio/ Erosão
5	18°05'02"S à 18°19'47"S	30 km	predominante: NE-SW	Estreita	Erosão

Tabela 1. Características geométricas e morfodinâmicas dos setores.

#### CONCLUSÕES

O estudo constatou a presença de estruturas rígidas naturais submersas por toda a região estudada, principalmente recifes de coral e beach rocks. Também encontra-se uma pequena quantidade de estruturas emersas antrópicas (e.g. quebra-mar e muros de contenção), com destaque para a cidade de Porto Seguro que atualmente apresenta grande parte da sua zona central edificada e estabilizada com essas construções. Na faixa do litoral que abrange o município de Mucuri, não foi possível observar recifes de coral, sendo notado apenas a presença de beach rocks. Os setores 2 e 4 se destacam pela protuberância gerada devido a sedimentação que ocorre nas zonas de sombras geradas pelos grandes recifes de coral.

Os resultados demonstram que a linha de costa é extremamente influenciada pela presença dessas estruturas, sendo auxiliada pela morfologia do litoral e dos padrões morfodinâmicos. Por fim, se espera adquirir mais dados que colaborem com essa setORIZAÇÃO, a fim de ampliar os conhecimentos adquiridos referentes ao litoral do extremo sul da Bahia.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DOMÍNGUEZ, J. M. L. (org.). Costa das Baías: Caracterização da Zona Costeira dos Municípios de Alcobaca, Caravelas, Nova Viçosa e Mucuri. Salvador: CRPM / UFBA - CPGM / LEC, 2008. 92p.
- DOMÍNGUEZ, J. M. L. (org.). Projeto Costa da Descoberta: avaliação da potencialidade mineral e subsídios ambientais para o desenvolvimento sustentável dos municípios de Belmonte, Santa Cruz Cabrália, Porto Seguro e Prado 2 ed. Salvador: CRPM, 2011. 190p.
- BORN FILHO, N.O. SetORIZAÇÃO da Província Costeira de Santo Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. Geosul, Florianópolis, v. 18, n.33, p. 71-98, 2003.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO EM UMA PRAIA DE MACRO MARÉ DURANTE UM EVENTO METEOROLÓGICO

GUERREIRO, J.S.; EL-ROBRINI, M.

Universidade Federal do Pará (Maamar El Robrini; [robrini@ufpa.br](mailto:robrini@ufpa.br))

Na costa Amazônica, a combinação de alta umidade e alta temperatura formam células convectivas. Esta condição meteorológica provoca o desenvolvimento de trombas d'água, um evento extremo de tempestade local. No entanto, na costa Amazônica, menos de 1% das nuvens convectivas causam estes eventos. Devido à instabilidade dos padrões meteorológicos, o transporte de sedimentos transversais à costa em praias de macromarés da Amazônia pode ser direta ou indiretamente afetado por esse ambiente em constantes mudanças meteorológicas. Os dados foram coletados durante um ciclo de maré no dia 8 de maio de 2014, quando ocorreu a tromba d'água. Medições da direção e da velocidade das correntes, da altura e do período das ondas, da elevação das marés e do fluxo de sedimentos suspensos foram realizadas antes, durante e após o evento. O fluxo de sedimentos transversais foi obtido usando armadilhas de sedimentos que consistem em um arranjo vertical de cinco armadilhas individuais com uma malha de peneira de 63  $\mu\text{m}$  que coletou partículas do tamanho da areia em diferentes alturas acima do leito, até uma altura de aproximadamente 1 m. Estas foram realizadas durante 10 minutos em vários locais ao longo da zona de intermarés, durante as marés enchente, cheia, vazante e baixa. A velocidade e direção das correntes foram registradas com um medidor de corrente eletromagnética e as elevações de maré e altura de ondas foram obtidos com Sensor de Retroespalhamento Óptico (OBS), implantados na zona de submaré a 0,5 m acima do leito. Os dados meteorológicos horários foram obtidos no INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e na Estação Meteorológica da Universidade Federal do Pará, em Cuiarana. Os resultados mostraram que as mudanças abruptas na temperatura e umidade do ar assim como na temperatura do mar, foram favoráveis a ocorrência do evento de tromba d'água. O transporte de sedimentos transversais se comportou de acordo com a elevação das marés e com a altura das ondas e pouca relação com a velocidade da corrente. A maior concentração de sedimento em suspensão ( $0,617 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$ ) ocorreu no nível de água > 2m, quando a altura de onda atingiu 1m e a velocidade da corrente atingiu  $-0,4 \text{ m/s}$ , coincidindo com a maré alta. Durante o evento de tromba d'água, na vazante da maré, a concentração foi de sedimentos ( $0,33 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$ ) e durante a maré enchente foi de ( $0,11 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}$ ). A direção das correntes em direção a linha de costa foi turbulenta ligeiramente oscilatória em direção ao oceano e a costa entre os níveis de maré. Este é um comportamento hidrodinâmico típico da estação chuvosa e a ocorrência do evento de tromba d'água pode intensificar as velocidades atuais, mas não influencia o transporte de sedimentos mostrando ser dependente da altura das ondas e da maré. Assim, o estudo do transporte de sedimentos suspensos sob um evento de tromba d'água na costa da Amazônia mostrou que o fluxo de sedimentos se comporta de acordo com a translação das marés e da altura das ondas e sofre pouca influência do fluxo das correntes, onde maior o nível de água, maiores serão as ondas e assim maior será o fluxo de sedimentos em suspensão.

Palavras-chave: Tromba d'água. Transporte de sedimentos. Hidrodinâmica.

### TANSPORTE DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO EM UMA PRAIA DE MACRO MARÉ DURANTE UM EVENTO METEOROLÓGICO

Maâmar El-Robrini, Juliana Guerreiro (Arial, 31)

Universidade Federal do Pará (Arial, 27)



#### INTRODUÇÃO (Arial, 36)

Na costa Amazônica, a combinação de alta umidade e alta temperatura formam células convectivas. Esta condição meteorológica provoca o desenvolvimento de trombas d'água, um evento extremo de tempestade local. No entanto, na costa Amazônica, menos de 1% das nuvens convectivas causam estes eventos. Devido à instabilidade dos padrões meteorológicos, o transporte de sedimentos transversais à costa em praias de macromarés da Amazônia pode ser direta ou indiretamente afetado por esse ambiente em constantes mudanças meteorológicas.

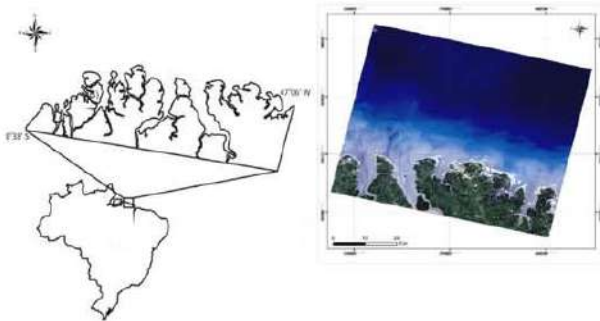


Figura 1. Localização da área de estudo no contexto da Zona Costeira do Salgado Paraense

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados foram coletados durante um ciclo de maré no dia 8 de maio de 2014, quando ocorreu a tromba d'água. Medições da direção e da velocidade das correntes, da altura e do período das ondas, da elevação das marés e do fluxo de sedimentos suspensos foram realizadas antes, durante e após o evento. O fluxo de sedimentos transversais foi obtido usando armadilhas de sedimentos que consistem em um arranjo vertical de cinco armadilhas individuais com uma malha de peneira de 63 µm que coletou partículas do tamanho da areia em diferentes alturas acima do leito, até uma altura de aproximadamente 1 m. Estas foram realizadas durante 10 minutos em vários locais ao longo da zona de intermarés, durante as marés enchente, cheia, vazante e baixa. A velocidade e direção das correntes foram registradas com um medidor de corrente eletromagnética e as elevações de maré e altura de ondas foram obtidos com Sensor de Retroespalhamento Óptico (OBS), implantados na zona de submaré a 0,5 m acima do leito. Os dados meteorológicos horários foram obtidos no INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e na Estação Meteorológica da Universidade Federal do Pará, em Cuiarana.

#### RESULTADOS

Os resultados mostraram que as mudanças abruptas na temperatura e umidade do ar assim como na temperatura do mar, foram favoráveis a ocorrência do evento de tromba d'água. O transporte de sedimentos transversais se comportou de acordo com a elevação das marés e com a altura das ondas e pouca relação com a velocidade da corrente. A maior concentração de sedimento em suspensão (0,617 kg.s<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>) ocorreu no nível de água > 2m, quando a altura de onda atingiu 1m e a velocidade da corrente atingiu -0,4 m / s, coincidindo com a maré alta. Durante o evento de tromba d'água, na vazante da maré, a concentração foi de sedimentos (0,33 kg.s<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>) e durante a maré enchente foi de (0,11 kg.s<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup>). A direção das correntes em direção a linha de costa foi turbulenta ligeiramente oscilatória em direção ao oceano e a costa entre os níveis de maré. Este é um comportamento hidrodinâmico típico da estação chuvosa e a ocorrência do evento de tromba d'água pode intensificar as velocidades atuais, mas não influencia o transporte de sedimentos mostrando ser dependente da altura das ondas e da maré.



Figura 2. Tromba d'água (nuvens convectivas) e ondas durante o evento no dia 8 de maio de 2014 (Fotos de Denys Samarinho e Juliana Guerreiro).

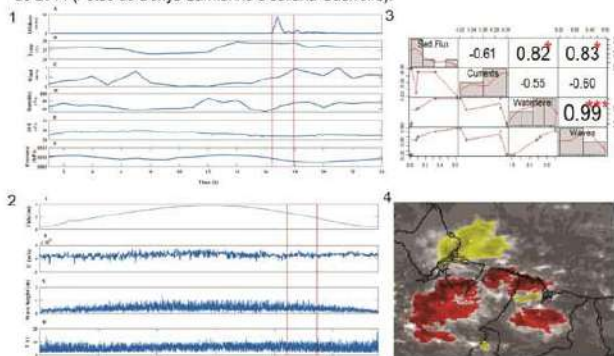


Figura 3. 1- Condições meteorológicas; 2- Condições oceanográficas; 3-Correlação Pearson's, e 4- Nuvens convectivas atuantes na área. FORTRACC/CPTEC.

#### CONCLUSÕES

Assim, o estudo do transporte de sedimentos suspensos sob um evento de tromba d'água na costa da Amazônia mostrou que o fluxo de sedimentos se comporta de acordo com a translação das marés e da altura das ondas e sofre pouca influência do fluxo das correntes, onde maior o nível de água, maiores serão as ondas e assim maior será o fluxo de sedimentos em suspensão. No entanto a ocorrência de apenas um evento de tromba d'água não influencia o transporte de sedimentos, mas a recorrência destes eventos podem alterar o fluxo das correntes e assim influenciar o transporte de sedimentos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cartier, A., & Héquette, A. (2011). Estimation of Longshore and Cross-shore Sediment Transport on Sandy Macrotidal Beaches of Northern France. *Coastal Sediments '11*, 2130-2143.
- Cartier, A., Larroude, P., & Héquette, A. (2013). Longshore Sediment Transport Measurements on Sandy Macrotidal Beaches Compared with Sediment Transport Formulae. *Sediment Transport Processes and Their Modelling Applications*, 14-16. <http://doi.org/10.5772/53023>
- Kraus, N. C. (1987). Application of Portable Traps for Obtaining Point Measurements of Sediment Transport Rates in the Surf Zone. *Journal of Coastal Research*, 3(2), 139-152. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/4297270>
- Masselink, G., Austin, M., Tinker, J., O'Hare, T., & Russell, P. (2008). Cross-shore sediment transport and morphological response on a macrotidal beach with intertidal bar morphology, Truc Vert, France. *Marine Geology*, 251(3-4), 141-155. <http://doi.org/10.1016/j.margeo.2008.01.010>
- Pereira, L. C., & Pinto, R. S. (2014). Morphodynamic variations of a macrotidal beach (Atalaia) on the Brazilian Amazon Coast. *Journal of Coastal Research*, (70). <http://doi.org/10.2112/10.710-115.1>
- Ranieri, L. A., El-Robrini, M. (2012) Avaliação experimental de métodos de armadilhas de sedimentos para determinação do transporte costeiro da praia da Romana, Riba dos Guaras (nordeste do Pará). *Geociências*, v. 32, n. 1, p. 103-116.
- Ranieri, L. A., El-Robrini, M. (2016). Quantificação de sedimentos transportados por correntes nas praias oceânicas de Salinópolis, nordeste do Pará, Brasil. *GE. Geociências*, v. 35, n. 3, p.457-471.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS LANDSAT 7 ETM+ e 8 OLI APLICADO A INVESTIGAÇÃO DE DUNAS SUBMERSAS DA PLATAFORMA CONTINENTAL DO NORDESTE BRASILEIRO**

SILVA, D.B.; SILVA, L.L.N.; GOMES, M.P.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Diogo Borges da Silva; [diogoborges@ufrn.edu.br](mailto:diogoborges@ufrn.edu.br))

As dunas estão diretamente relacionadas às interações entre o regime hidrodinâmico (ondas, marés e correntes) e a disponibilidade de sedimentos nas plataformas continentais, especialmente no contexto de sedimentação mista carbonáticas e silicilásticas do nordeste Brasileiro. O objetivo do trabalho é analisar a distribuição de dunas de larga escala que ocorrem entre os estados de Pernambuco e Ceará e relacionar aos forçantes oceanográficos, a fisiografia da plataforma e herança geológica. As formas de fundo plataformais foram analisadas utilizando imagens de satélite Landsat 7 ETM+ e Landsat 8, utilizando correção atmosférica pelo método dark object saturation (DOS), composição no sistema RGB, e realce de histogramas. Foram identificadas dunas paralelas a linha de costa, em profundidades inferiores a 20 m. Essas dunas possuem comprimento mínimo de 1 km entendendo-se na forma de cordões arenosos por dezenas de quilômetros. Em geral as dunas possuem altura que varia entre 1 a 4 m e largura média de 300 m. Esses cordões arenosos desenvolvem-se longitudinalmente a direção da deriva litorânea e acompanham a orientação da linha de costa, sendo NNW-SSE à NE-SW na plataforma oriental (RN, PB, PE) e E-W a NW-SE na plataforma setentrional (RN, CE). Em profundidades entre 20 m e 70 m aproximadamente, foram observadas dunas transversais ao fluxo, com cristas perpendiculares a quebra da plataforma. A distribuição desses campos de dunas é frequentemente interrompida pela ocorrência de campos de recifes e terraços marinhos. O comprimento de onda dessas dunas varia de poucos metros a dezenas de metros, com cristas N-S nas plataformas septentrionais e E-W nas plataformas orientais. A interação das correntes de fundo com outras feições mapeadas (manchas de recifes, linhas de beachrocks afogados, vales, etc.) também deixam evidências da direção dos fluxos e da migração das formas de fundo. Variações regionais (inflexões da linha de costa, variações batimétricas, maior abundância de corpos recifais) são os principais fatores que controlam a distribuição e a migração das dunas submersas do nordeste do Brasil.

Palavra chave: Dunas subaquosas. Mapeamento. Sensoriamento remoto.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO NA COSTA AMAZÔNICA: UM ESTUDO DE CASO

SILVA, J. P. F.<sup>1,3</sup>; SILVA, Y. C. S.<sup>1</sup>; JARDIM, K. A.<sup>2,3</sup>; REYES, Y. A.<sup>1</sup>; SILVA, A. G. A.<sup>1</sup>; SANTOS, V. F. dos<sup>3</sup>; VITAL, H.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1</sup> (João Paulo Ferreira da Silva, [jp.fsilva@yahoo.com](mailto:jp.fsilva@yahoo.com)); Universidade Federal Fluminense<sup>2</sup>; Instituto de Pesquisa do Estado do Amapá<sup>3</sup>

A costa amazônica, devido sua diversidade geológica e geomorfológica e pelas grandes dimensões dos ambientes presentes nela, é considerada uma área estratégica para estudos geológicos e morfológicos de ambientes submersos. Neste contexto, os métodos hidroacústicos oferecem uma alternativa viável na obtenção de informações com alta representatividade para grandes áreas, quando comparados com métodos pontuais. Assim, é fundamental o estudo da eficiência desses métodos. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a utilização da sísmica de alta resolução de uma fonte acústica ressonante do tipo Chirp, no mapeamento da morfologia de subsuperfície em diferentes ambientes na zona costeira amazônica, com foco na costa do Amapá. Foram escolhidas três áreas com diferentes características geológicas: estuário superior do rio Oiapoque, Canal do Varador (na plataforma interna) e estuário do rio Araguari. As coletas de dados sísmicos utilizaram um sistema de perfilagem sísmica SBP512i (EDGETECH). A frequência das ondas acústicas emitidas e a velocidade de navegação empregadas na coleta dos dados foram definidos mediante testes efetuados em campo. Os perfis sísmicos foram coletados usando diferentes intervalos de frequência disponíveis no sistema e com diferentes velocidades de navegação, variando entre 3 e 5 nós. O espectro de frequência e a velocidade de navegação que melhor se adequava à cada ambiente foram determinados considerando a informações sobre a estruturação geológica e geomorfológica e as informações sedimentológicas locais. Para o estuário do rio Oiapoque, foi definido uma faixa de frequência de 0,5 a 8 kHz e velocidade de 4 nós, devido ao seu forte controle estrutural e seu substrato predominantemente arenoso com rochas aflorantes. O Canal do Varador, com um substrato lamoso, espectro de frequência utilizada foi de 2 a 12 kHz e velocidade de 5 nós. No rio Araguari utilizou-se a faixa de frequência de 0,5 a 6 kHz e velocidade de 5 nós. Após a análise das linhas sísmicas foi possível indicar as diferenças na penetração do sinal acústico em cada substrato presente nas áreas estudadas. No Estuário do Oiapoque a penetrabilidade do sinal variou de 0,4 a 3 m, em locais com rochas aflorantes e sedimento arenoso, respectivamente. No Canal do Varador o sinal penetrou entre 0,4 e 21 m, em regiões com padrão que remete a gás biogênico e em canais preenchidos, respectivamente. Já no Araguari o sinal se propagou em subsuperfície entre 1,4 e 3 m, mesmo sendo um ambiente lamoso, no Canal do Varador o sinal penetrou entre 0,4 a 21 m, em regiões com padrão que remete a gás biogênico e em canais preenchidos, respectivamente; no Araguari a propagação do sinal em subsuperfície foi entre 1,4 e 3 m, mesmo sendo um ambiente lamoso. A aplicação do método sísmico de alta resolução se mostrou eficiente alcançando profundidades de 21 m, em regiões com sedimentos predominantemente lamosos e de até 3 m em ambientes arenosos, contudo, ressalta-se que apenas a granulometria do substrato não é determinante para essa eficiência, devendo-se considerar também outros fatores, como compactação, presença de gás biogênico, a gênese do ambiente deposicional, dentre outros.

Palavras-chave: Sísmica de alta resolução. Costa amazônica. Ambientes deposicionais.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO NA COSTA AMAZÔNICA: UM ESTUDO DE CASO

SILVA, J. P. F.<sup>1,2</sup>; SILVA, Y. C. S.<sup>1</sup>; JARDIM, K. A.<sup>2,3</sup>; REYES, Y. A.<sup>1</sup>; SILVA, A. G. A.<sup>1</sup>; SANTOS, V. F. dos<sup>2</sup>; VITAL, H.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1</sup> (João Paulo Ferreira da Silva, [jp.felva@yahoo.com](mailto:jp.felva@yahoo.com)); Universidade Federal Fluminense<sup>2</sup>; Instituto de Pesquisa do Estado do Amapá<sup>3</sup>.



#### INTRODUÇÃO

A costa amazônica, devido sua diversidade geológica e geomorfológica e pelas grandes dimensões dos ambientes presentes, é considerada uma área estratégica para estudos da ambientes submersos. Os métodos hidroacústicos oferecem uma alternativa viável na obtenção de informações com alta representatividade para grandes áreas, quando comparados com métodos portuários (SOUZA, 2008). Este trabalho tem como objetivo avaliar a utilização da sísmica de alta resolução de uma fonte acústica ressonante do tipo Chirp, no mapeamento da morfologia da subsuperfície em diferentes ambientes na zona costeira amazônica, com foco na costa do Amapá.

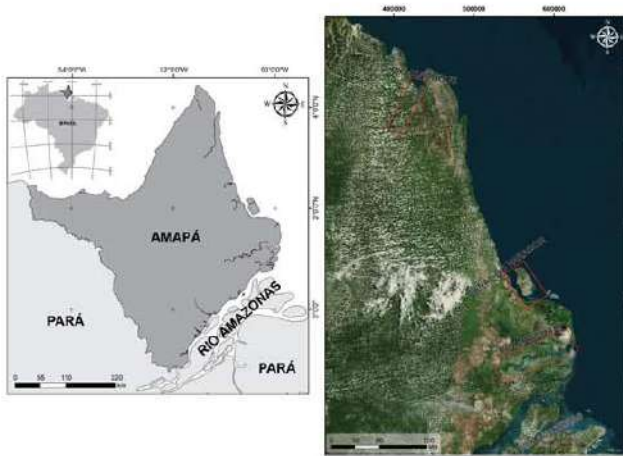


Figura 1. Mapa de localização dos três locais (retângulos vermelhos) da coleta das linhas sísmicas.

#### MATERIAIS E MÉTODO

Foram escolhidas três áreas com diferentes características geológicas: estuário do rio Oiapoque, Canal do Varador e estuário do rio Araguari. As coletas de dados sísmicos utilizaram um sistema de perfilagem sísmica SBP512i (EDGE TECH). A frequência das ondas acústicas emitidas e a velocidade de navegação empregadas na coleta dos dados foram definidos mediante testes efetuados em campo. Para o estuário do rio Oiapoque, foi definido uma faixa de frequência de 0,5 a 8 kHz e velocidade de 4 nós. O Canal do Varador, com um substrato lamoso, espectro de frequência utilizada foi de 2 a 12 kHz e velocidade de 5 nós. No rio Araguari utilizou-se a faixa de frequência de 0,5 a 6 kHz e velocidade de 5 nós. Após a análise das linhas sísmicas foi possível indicar as diferenças na penetração do sinal acústico em cada substrato estudado. Para efeito de cálculo utilizou-se a velocidade média de propagação do som na areia média (1653 ms<sup>-1</sup>) e lama arenosa (1565 ms<sup>-1</sup>), apresentadas por Macedo et al. (2009).



Figura 2. Materiais utilizados para a coleta dos dados sísmicos: A) embarcações utilizadas em cada campanha, B) vistas frontal e lateral do sistema de perfilagem sísmica SBP512i, com os flutuadores montados, e C) perfilador sísmico rebocado pelo barco do Danielex, no Rio Araguari.

#### RESULTADOS E CONCLUSÕES

No Estuário do Oiapoque a penetração do sinal variou de 0,4 a 2,6 m, em locais com rochas aflorantes e sedimento arenoso, respectivamente. No Canal do Varador o sinal penetrou entre 2 e 14,5 m, em regiões com padrão que remete a gás biogênico e em canais preenchidos, respectivamente. Já no Araguari o sinal se propagou em subsuperfície entre 1,7 e 2,7 m, mesmo sendo um ambiente lamoso.

A aplicação do método sísmico de alta resolução ao mostrou eficiente alcançando profundidades de 14,5 m, em regiões com sedimentos predominantemente lamosos e de até 2,6 m em ambientes arenosos, contudo, ressalta-se que apenas a granulometria do substrato não é determinante para essa eficiência, deve-se considerar também outros fatores, como compactação, presença de gás biogênico, a gênese do ambiente deposicional, dentre outros. Dessa maneira, a sísmica de alta resolução juntamente com outros métodos geofísicos e geológicos, integram uma importante ferramenta no estudo de corpos d'água, oferecendo o subsídio para um desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos presentes na zona costeira do Estado do Amapá, estando, assim, em sintonia com a Agenda 2030, mais especificamente com o ODS 14: VIDA NA ÁGUA.

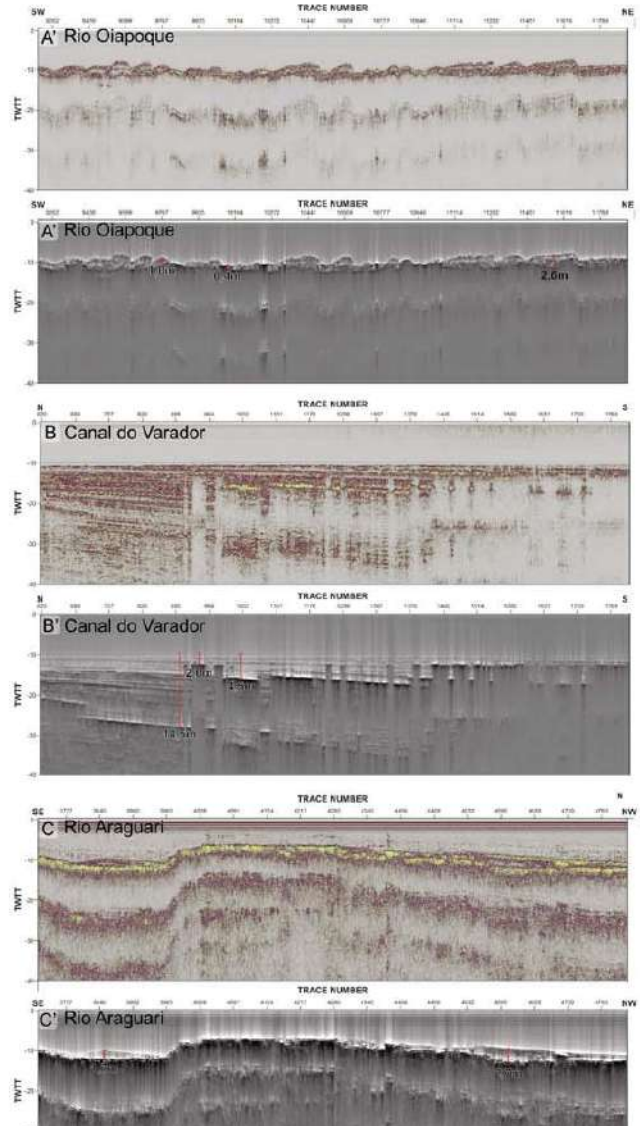


Figura 3. Segmentos das linhas sísmicas, mostrando exemplos de profundidade de penetração em cada local. A, C e D são dados sísmicos brutos; A, B e C são os mesmos dados sísmicos com o ajuste sísmico volume de amplitudes, proposto por Bulhões e Amorim (2005).

#### AGRADECIMENTOS

CNPq (140288/2017-1); CAPES-IODP (processo 88887.123925/2015-00); ICMBio pelo apoio logístico e financeiro; Schumberger pela licença do Patrel E&P. Rede 05-N/NE-PETROMAR/AMASIS pela aquisição do sistema de perfilagem.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SILVA, J. P. F. et al. Revisão crítica da aplicabilidade dos métodos geofísicos na investigação de áreas submersas rasas. USP, São Paulo, 2006.  
 MACEDO, H. C.; FIGUEIREDO JR, A. G. de; MACHADO, J. C. Propriedades acústicas (velocidade de propagação e coeficiente de atenuação) de sedimentos marinhos coletados nas proximidades da Ilha do Cabeço, RJ. *Revista Brasileira de Geofísica*, v. 27, n. 2, p. 199-204, 2009.  
 ELLIOTT, E. M.; AMORIM, W. N. Princípios Sísmocarrada Elmergar e sua aplicação à Técnica de Volume de Amplitudes (tec VA). In: *Ninth International Congress of the Brazilian Geophysical Society*, Ep, 2005.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA NA ILHA DO MEL, UMA ANÁLISE A PARTIR DO ISTMO ARENOSO

MESQUITA, Y.W.; LAMOUR, M.R.

Universidade Federal do Paraná (Yan Weber Mesquita, [yanwmesquita@gmail.com](mailto:yanwmesquita@gmail.com))

As praias são ambientes dinâmicos, sujeitos a diversas variáveis ambientais e antrópicas, cuja compreensão é importante para um gerenciamento costeiro eficiente. Na Ilha do Mel, o istmo arenoso é um ponto de dinâmica erosiva crítica onde, em uma década (1985-1995), os processos de transporte sedimentar erodiram o pós-praia, e posteriormente reconstruiu a costa em menos de duas (2001-2018). Este trabalho teve como objetivo avaliar a evolução geomorfológica desta feição costeira, discutindo as forçantes geológicas/geomorfológicas/oceanográficas que atuaram na dinâmica costeira da desembocadura do Complexo Estuarino de Paranaguá. Os trabalhos de campo coletaram informações da evolução das feições praias ao longo de 10 anos (2007/2017), que serviram para a elaboração de Modelos Digitais de Terreno. O arco praiial voltado para o quadrante SW apresentou tendência erosiva e teve sua variabilidade caracterizada pela dinâmica das falésias formadas nas dunas frontais e nos terraços costeiros, e também pela mudança de inclinação na face praiial. Por sua vez, o arco praiial voltado para o quadrante NE apresentou uma dinâmica de formação e destruição de bermas no setor NW, mostrando a influência do clima de ondas oceânicas sobre a morfodinâmica. Porém, a SE a influência de um sangradouro destruiu grande parte da face praiial demonstrando relação com a pluviosidade. Ao longo de todo o período de análise, foi notável a presença de dunas ativas sobre o istmo, que variaram em volume e tamanho, reforçando a importância da ação do vento sobre o transporte de sedimentos no local. Portanto, apesar da pequena área espacial que o istmo ocupa ocorrem diversos agentes de transformação do relevo, o que demonstra a complexidade nos ambientes costeiros de sedimentação.

Palavras-chave: Litoral do Paraná. Praias arenosas. Dinâmica costeira. Desembocadura estuarina.





## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### EVOLUÇÃO GEOMORFOLÓGICA NA ILHA DO MEL, UMA ANÁLISE A PARTIR DO ISTMO ARENOSO

MESQUITA, Y. W., LAMOUR, M. R. 1

<sup>1</sup>Centro de Estudos do Mar (CEM)/Universidade Federal do Paraná (UFPR), (Yan Weber Mesquita, yanwmesquita@gmail.com)



#### INTRODUÇÃO

Praias são ambientes de transição entre o continente e oceano, definidas como depósitos sedimentares acumulados pela energia das ondas, sob influência de marés ventos e correntes (SHORT & WRIGHT, 1983). Por isso, praias são considerados ambientes altamente dinâmicos, o que pode ser estudado pela formação, deslocamento e destruição de feições geomorfológicas como bermas, falésias, dunas, entre outras (KOMAR, 1976).

No litoral do Paraná, a localização da Ilha do Mel, entre duas desembocaduras do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), propicia a formação de praias expostas a hidrodinâmicas distintas (FIGURA 1A). Um istmo arenoso é um ambiente complexo pois, com 200 m de largura, é uma formado por duas praias voltadas para quadrantes opostos, assim possuindo configurações e comportamentos distintos, reflexo das desembocaduras para quais estão expostas. A Praia de Brasília (FIGURA 1B) está numa região mais protegida voltada a SW, enquanto a Praia das Paralelas (FIGURA 1C), mais exposta aos ventos e ondas oceânicas orientada ao quadrante NE. Este istmo apresenta uma dinâmica sedimentar intensa, tendo sido registrado erosão desde a década de 1980 culminando na destruição de uma vila no local (GIANINNI et al., 2005). Posteriormente, houve deposição sobre o local resultando na restituição da linha de costa em menos de 20 anos, até 2017.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução geomorfológica do istmo arenoso da Ilha do Mel, discutindo as forças que atuam na dinâmica costeira da desembocadura do CEP.

#### RESULTADOS

A Praia das Paralelas (NE) apresentou variabilidade na morfologia devido à dinâmica de formação e destruição de bermas, ocorrendo erosão no verão e acreção no inverno o que não é o esperado para o comportamento de praias (FIGURA 3A). Também de grande ocorrência nesta praia foi o canal escavado por um sangradouro, principalmente influente na dinâmica do setor sul, mas exercendo sua influência em toda a extensão no final do inverno/início da primavera (FIGURA 3B).

Já a Praia de Brasília (SW) foi modificada principalmente pela variação na forma da falésia apresentada (em altura e posição) como mudanças na altura e inclinação da face praial (FIGURA 3A). Entre as duas praias também pode ser notada a mobilidade das dunas (principalmente no setor SE), havendo transporte de sedimentos de NE para SW.

Para o longo prazo, foi observado o grande ganho de volume sobre o istmo, representado pelo aumento no terraço costeiro e na largura das faces praias (FIGURA 3C).



FIGURA 1. Mapa da Ilha do Mel, com destaque ao istmo (A), Fotos das Praias do Istmo: Praia de Brasília (B) e das Paralelas (C).

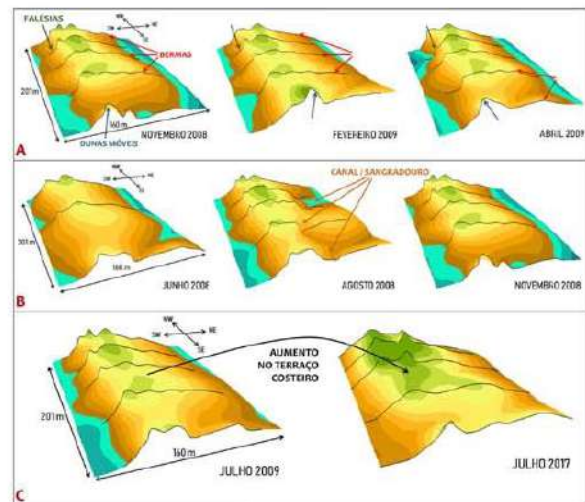


FIGURA 3. Modelos Digitais de Terreno representando o comportamento do istmo: feições de falésias, dunas e bermas (A), sangradouro (B) e variação de longo prazo (C).

Quanto a variação em volume, as porções mais a sul (SE/SW) costumaram ter maior mudança no volume, associado à menor cobertura por vegetação nessa região. Houve períodos em que todos os setores se comportavam em conjunto, depositando ou erodindo material do istmo, mas também intervalos onde uma praia apresenta o comportamento oposto à outra (FIGURA 4).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho se tratam de dados topográficos mensurados bimestralmente entre 2007 e 2009, e mais duas vezes em 2017. Foram realizados 5 perfis praias atravessando o istmo de uma linha de água a outra, em ocasiões de maré baixa de sizígia. As cotas topográficas foram obtidas através de nível ótico de precisão e régua topográfica, a cada 10 metros, ou menos quando necessário representar uma feição praial. Essas informações foram organizadas no Excel para criação de perfis verticais, e um banco de dados georreferenciado. O banco de dados foi inserido no ArcGIS para interpolação, onde foi utilizado o método *Topo to Raster*, que melhor se adaptou às formas de relevo do local e assim, criados os Modelos Digitais de Terreno (MDT).



FIGURA 2 Perfis topográficos realizados sobre o istmo arenoso.



FIGURA 4. Gráfico de variações volumétricas entre campanhas, ao longo de 2007 a 2009.

#### CONCLUSÕES

O istmo arenoso possui uma dinâmica complexa, envolvendo forças de duas desembocaduras em uma área estreita, como ondas oceânicas e fluxo de sangradouro em uma praia, e ondas locais na outra, com ventos movendo sedimentos entre elas. A região não responde necessariamente aos padrões esperados para praias arenosas, podendo ocorrer acreção ocorrendo no inverno, e erosão no verão, relacionado a sua orientação e complexidade de forças.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GIANNINI, P.C.F.; ANGULO, R.J.; SOUZA, M.C.; KOGUT, J.S.; DELAI, M.S. A Erosão na Costa Leste da Ilha do Mel, Baía de Paranaguá, Estado do Paraná: Modelo Baseado na Distribuição Especial de Formas Depositionais e Propriedades Sedimentológicas. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 34, p. 231-242, 2005.
- KOMAR, P. D. *Beach Processes and Sedimentation*. Prentice Hall, 1976.
- SHORT, A. D.; WRIGHT, L. D. *Physical Variability of Sandy Beaches. Sandy Beaches as Ecosystems*. Dordrecht. Springer Netherlands, p. 133-144, 1983.

#### AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação Araucária (UFPR) pelo apoio financeiro a esse projeto. Também ao Centro de Estudos do Mar e à Universidade Federal do Paraná pela estrutura do trabalho e apoio às campanhas de campo. Agradeço ao Laboratório de Oceanografia Geológica (CEM-UFPR) pelos dados.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE MINERAIS PESADOS NOS MUNICÍPIOS DE CASSINO E SÃO JOSÉ DO NORTE (RS) – BARREIRAS III E IV DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

RIZZI, M.A.M<sup>1</sup>; TAKEHARA, L.<sup>2</sup>; DILLENBURG, S.R.<sup>1</sup>; CHEMALE JR, F.<sup>3</sup>; WUST, C.F.<sup>3</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Monique Aparecida Marchese Rizzi, [mmonique.rizzi@gmail.com](mailto:mmonique.rizzi@gmail.com)); Serviço Geológico do Brasil - CPRM<sup>2</sup>; Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>3</sup>

Elevadas concentrações de minerais pesados em depósitos marinho-costeiros emersos podem formar depósitos economicamente viáveis, conhecidos como placeres. Localizado na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, o município de São José do Norte abriga um grande depósito de minerais pesados disseminados, dividido em três setores distintos (Bojuru, Estreito/Capão do Meio e Retiro) e relacionado diretamente à formação da Barreira IV. Buscando definir a distribuição dos minerais pesados na região e elucidar os processos de retrabalhamento e concentração de minério no setor Retiro, foram coletadas dezesseis amostras, com volumes de 2.356 cm<sup>3</sup>, distribuídas no *placer* e em áreas adjacentes, incluindo a Barreira III, nos municípios de Cassino e São José do Norte. As amostras foram concentradas por meio de bateia e bromofórmio ( $\rho = 2,89 \text{ g/cm}^3$  a 25°C), pesadas, e fracionadas com uso do separador isodinâmico Frantz L-1 em diferentes intervalos de susceptibilidade magnética. A partir das frações obtidas, verificou-se a tipologia dos grãos e suas características. As amostras coletadas, de modo geral, são formadas por grãos muito finos ( $\leq 0,1 \text{ mm}$ ), bem arredondados e altamente maduros, indicando um longo processo de transporte e retrabalhamento, também associado as reciclagens das barreiras mais antigas. No conjunto, os minerais opacos são mais densos e mais finos que os minerais translúcidos, corroborando para sua concentração e formação do *placer*. Todas as amostras apresentaram a mesma composição mineralógica, diferindo apenas nos teores de cada grupo mineral, sendo: magnetita, hematita, titano-magnetita, ilmenita (o mais abundante), leucoxênio, granada, turmalina, epidoto, anfibólio, estauroлита, zircão, rutilo, cianita, monazita e fragmentos líticos. Destes, ilmenita, rutilo e zircão são os minerais de minério. Todavia, dentre as amostras analisadas, a coletada em Cassino apresentou-se como a mais divergente do conjunto: possui um dos menores volumes de minerais pesados, com a menor concentração de ilmenita e baixas concentrações de zircão e rutilo, sendo composta majoritariamente por minerais não-magnéticos e não econômicos. A grande disparidade verificada entre a assembleia mineral de Cassino em relação as amostras de São José do Norte, condiz a processos sedimentares diferenciados para os locais, onde a característica erosiva da Praia do Mar Grosso (São José do Norte), combinada a evolução geomorfológica da área, contribuem para a formação do depósito de *placer*. A amostra coletada para a Barreira III, em São José do Norte, não conferiu um potencial econômico, visto que o volume obtido de minerais pesados foi inferior a 1% do total de sedimentos analisados. As amostras coletadas na Barreira IV em São José do Norte, apresentaram assembleia de pesados muito semelhantes em todas as amostras. Entretanto, um aumento gradativo na concentração de minerais pesados em direção ao norte para sedimentos coletados em *backshore* na Barreira IV, e diferenças significativas dos volumes de pesados entre amostras muito próximas coletadas sobre domínio eólico, demonstram um depósito com uma distribuição heterogênea, com diferenças cumulativas laterais e transversais do minério controlados pelo regime de sedimentação.

Palavras-chave: Minerais pesados. Depósito de *Placer*. Planície Costeira do Rio Grande do Sul.

### CARACTERIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE MINERAIS PESADOS NOS MUNICÍPIOS DE CASSINO E SÃO JOSÉ DO NORTE (RS) – BARREIRAS III E IV DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

RIZZI, M.A.M<sup>1</sup>; TAKEHARA, L.<sup>2</sup>; DILLENBURG, S.R.<sup>3</sup>; CHEMALE JR, F.<sup>4</sup>; WUST, C.F.<sup>4</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, Porto Alegre-RS, Brasil<sup>1</sup>; Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Superintendência de Porto Alegre (RS)<sup>2</sup>; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica<sup>3</sup>; Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Geologia, São Leopoldo-RS, Brasil<sup>4</sup>



#### INTRODUÇÃO

Elevadas concentrações de minerais pesados (minerais com  $\gamma \geq 2,85 \text{ g/cm}^3$ ) em depósitos marinho-costeiros emergidos podem formar depósitos economicamente viáveis, conhecidos como placeres. Localizado na Planície Costeira do Rio Grande do Sul, o município de São José do Norte abriga um grande depósito de minerais pesados disseminados, relacionado diretamente às barreiras costeiras e dunas litorâneas formadas no Holoceno (Barreira IV).

Considerando a relação entre a evolução das barreiras costeiras e a formação do depósito de *placer*, realizou-se um estudo de caracterização de minerais pesados nos municípios de Cassino e São José do Norte. Os objetivos visaram compreender os processos de retrabalhamento, concentração e disposição geográfica dos minerais pesados nos depósitos Holocênicos, bem como verificar uma potencial economicidade para a Barreira III, de idade Pleistocênica.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia consistiu de duas etapas principais:

1. a. Coleta de 16 amostras, com volume de 2356 cm<sup>3</sup>;  
b. Concentração por bateia e bromofórmio ( $\rho = 2,89 \text{ g/cm}^3$  a 25°C).
2. a. Separação das frações magnéticas pelo separador isodinâmico Frantz L-1;  
b. Análise óptica de minerais pesados e qualificação semiquantitativa.

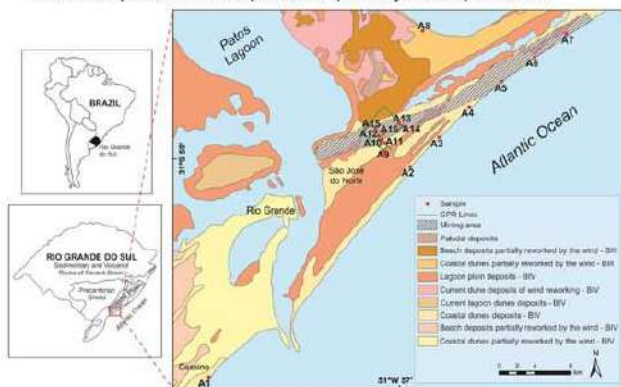


Figura 1. Mapa de localização.



Figura 2. Depósitos praias das Barreiras III e IV. (a) e (b) demonstram a deposição dos sedimentos na praia atual, evidenciando lâminas com concentração de minerais pesados em amostra coletada em *backshore*; (c) afloramento localizado junto a Lagoa dos Patos, demonstrando os depósitos praia marinha da Barreira III.

#### RESULTADOS

As amostras, de modo geral, são formadas por grãos muito finos ( $\leq 0,1 \text{ mm}$ ), bem arredondados e altamente maduros, indicando um longo processo de transporte e retrabalhamento, também associado à reciclagem das barreiras mais antigas. No conjunto, os minerais opacos são mais densos e finos que os minerais translúcidos, corroborando para a concentração e formação do depósito de *placer*.

Todas as amostras apresentaram a mesma composição mineralógica, diferindo apenas nos teores de cada grupo mineral, sendo: magnetita, hematita, titano-magnetita, ilmenita, leucocênio, granada, turmalina, epidoto, anfíbolo, estauroilita, zircão, rutilo, cianita, monazita e fragmentos líticos. Entretanto, dentre as amostras analisadas, a coletada em Cassino apresentou-se como a mais divergente do conjunto: possui um dos menores volumes de minerais pesados, com a menor concentração de ilmenita e baixas concentrações de zircão e rutilo (minerais de minério), sendo composta majoritariamente por minerais não-magnéticos e não econômicos.

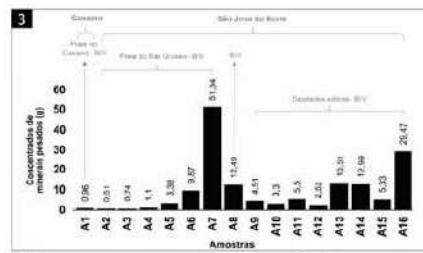


Figura 3. Volumes de concentrados de minerais pesados, obtidos por meio de bateia e líquidos densos. O maior volume se dá para a amostra A7, coletada em *backshore*, seguida da amostra A16, localizada sobre depósitos de dunas costeiras.

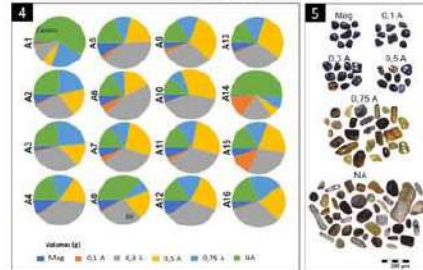


Figura 4. Volumes das frações magnéticas e não-magnéticas, separadas previamente por um ímã de mão, seguido do separador isodinâmico Frantz L-1. Através do Frantz, foram obtidas as frações 0,1A, 0,3A, 0,5A e 0,75A e uma fração de minerais não atraídos (NA), resultantes da interação do equipamento com a susceptibilidade magnética dos minerais. O ímã de mão, por sua vez, separou os minerais ferromagnéticos (Mag).

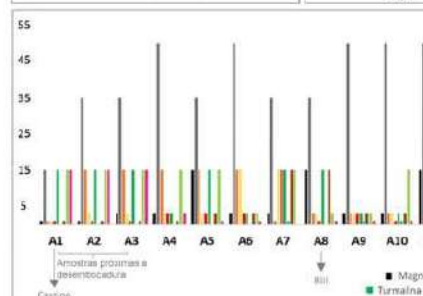


Figura 6. Frequência dos principais minerais pesados identificados em cada amostra, verificada através de análise semiquantitativa. No gráfico, cada coeficiente representa um intervalo da abrangência para os minerais identificados. "1" equivale a  $\leq 1\%$  do total de minerais da amostra; "5" é equivalente ao intervalo de 1-5%; "15" equivale ao intervalo de 5-25%; "35" equivale a 25-50%; e "50" equivale a 50-75% de grãos da amostra. Além dos minerais representados na figura, foram identificados com frequência  $\leq 1\%$  em algumas amostras os minerais: hematita, titano-magnetita, leucocênio, monazita, apatita e espinélio.

#### CONCLUSÕES

A grande disparidade verificada entre a assembleia mineral de Cassino em relação as amostras de São José do Norte, condiz a processos sedimentares diferenciados para os locais, onde a característica erosiva da Praia do Mar Grosso (São José do Norte), combinada a evolução geomorfológica da área, contribuiu para a formação do depósito de *placer*.

A amostra coletada para a Barreira III, em São José do Norte, não conferiu um potencial econômico, visto que o volume obtido de minerais pesados foi inferior a 1% do total de sedimentos analisados.

As amostras coletadas na Barreira IV em São José do Norte, apresentaram assembleia de pesados muito semelhantes em todas as amostras. Entretanto, um aumento gradativo na concentração de minerais pesados em direção ao norte para sedimentos coletados em *backshore* na Barreira IV, e diferenças significativas dos volumes de pesados entre amostras muito próximas coletadas sobre domínio edico, demonstram um depósito com uma distribuição heterogênea, com diferenças cumulativas laterais e transversais do minério controlados pelo regime de sedimentação.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corrêa I.C.S., Ayup-Zouain R.N., Weschenthaler J., Tomazelli L.J. 2008. Áreas fontes dos minerais pesados e sua distribuição sobre a plataforma continental sul-brasileira, uruguaia e norte-argentina. *Pesquisas em Geociências*, 35(1):137-150.
- Dillenburg S.R. & Barboza E.G. 2014. The strike-led sandy coast of Southern Brazil. *Geological Society, Special Publication*, 388:333-352.
- Dillenburg S.R., Tomazelli L.J., Barboza E.G. 2004. Barrier evolution and placer formation at Bujuru southern Brazil. *Marine Geology*, 203(1-2):43-56.
- Komar P.D. & Weng C. 1994. Processes of selective grain transport and the formation of placers on beaches. *The Journal of Geology*, 92(6):637-655.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### DISTRIBUIÇÃO E FONTES DE METAIS E As NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ

PALADINO, Í.M.<sup>1</sup>; ANGELI, J.L.F.<sup>2</sup>; KIM, B.S.M.<sup>2</sup>; RUBENS, C.L.<sup>2</sup>; MARTINS, C.C.<sup>1</sup>; MAHIQUES, M.M.<sup>2</sup>; NAGAI, R.H.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Paraná<sup>1</sup> (Ítalo Martins Paladino, [italopaladino22@gmail.com](mailto:italopaladino22@gmail.com));  
Universidade de São Paulo<sup>2</sup>

Esse trabalho tem como objetivo avaliar fatores que influenciam na distribuição de elementos metálicos (Cr, Cu, Ni, Pb, Sc e Zn) e As depositados em sedimentos superficiais do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), localizado no litoral do estado do Paraná, buscando identificar possíveis fontes e fatores hidrodinâmicos controladores da distribuição espacial desses elementos. Para isso foram coletadas 135 amostras de sedimentos superficiais (0 – 3 cm) ao longo dos eixos Leste-Oeste (baías de Antonina e Paranaguá) e Norte-Sul (baías de Laranjeiras e Pinheiros) do CEP. O tamanho dos grãos das amostras foi obtido em amostras livres de matéria orgânica e carbonato de cálcio, e determinado com o auxílio do analisador de partículas a laser Malvern Hydro 2000. As concentrações de metais e As foram obtidas após digestão parcial ácida das com o auxílio de um espectrômetro de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) marca Varian modelo 710-ES. A relação entre as concentrações dos elementos analisados e a granulometria dos sedimentos superficiais foram avaliadas a partir da aplicação da correlação de Pearson. Uma análise de componentes principais (ACP) foi aplicada na avaliação da variância dos resultados obtidos. A distribuição espacial da concentração dos metais (Cr, Cu, Pb, Ni, Sc e Zn) e As nos sedimentos superficiais do CEP apresenta-se, de maneira geral, como um gradiente de concentração ao longo do estuário, com as maiores concentrações à montante e na Zona de Máxima Turbidez. Nos sedimentos do CEP as concentrações destes elementos apresentaram correlação positiva ( $p < 0,01$ ) com preferivelmente sedimentos tamanho silte cuja distribuição espacial é principalmente controlada pela descarga fluvial e as correntes de maré vazante. O Sc que possui apenas fonte natural, foi utilizado para comparar com a distribuição dos outros elementos, e sua distribuição foi igual aos demais indicando que a principal fonte dos metais listados para o CEP não é antrópica.

Palavras-Chave: Complexo Estuarino de Paranaguá. Distribuição de metais. Sedimento.

#### INTRODUÇÃO

As interações físico-químicas associadas à mistura da água salgada com a água doce facilitam a deposição de partículas no interior de ambientes estuarinos assim, a tendência natural de assoreamento tornam esses ambientes o principal reservatório de grande parte das substâncias químicas de origem natural e/ou antrópica. Os elementos metálicos e metalóides estão naturalmente presentes na composição das rochas que compõem a crosta terrestre em diferentes estados de oxidação e concentração que estão sujeitos à intemperismo e erosão. Além disso os metais também podem ser associados as fontes antrópicas, devido a urbanização/industrialização em áreas costeiras e adjacentes.

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) localizado no Estado do Paraná (25°00'S - 25°35'S e 48°15'W - 48°40'W) e ocupa uma área de 612 km<sup>2</sup> (LAMOUR et al., 2004). Pode ser dividido em dois eixos Norte-Sul (N-S) e o eixo Leste-Oeste (L-O), sua hidrodinâmica é basicamente influenciada pela ação conjunta entre a descarga dos rios, Nhundiaquara, Guaraguauçu, Faisqueira e Cachoeira (FIGURA 1) (LAMOUR, 2000; LANA et al., 2001; MARONE et al., 2005). O objetivo desse trabalho é determinar a distribuição dos metais (Cromo, Cobre, Níquel, Chumbo, Escândio e Zinco) e do metalóide Arsênio, avaliando sua relação com os parâmetros sedimentológicos e verificando as eventuais fontes desses elementos para o CEP.

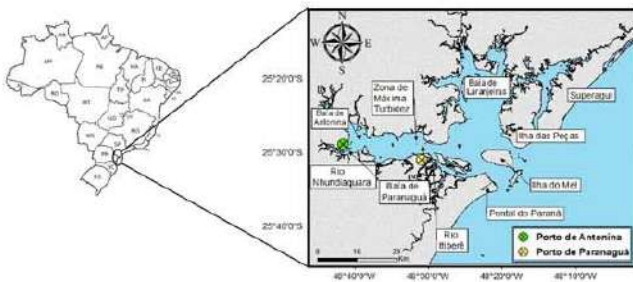


Figura 1. Mapa do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e seus compartimentos.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Um total de 135 amostras de sedimento superficial (0 – 3 cm) foi coletado com o auxílio de um pegador de fundo Van-Veen em março de 2018 (FIGURA 2).

As análises granulométricas foram obtidas através do analisador a laser Malvern Hydro 2000 e os dados brutos processados pelo *Software Sysgran 3.2* (CAMARGO, 2006).

A quantificação dos elementos metálicos Cr, Cu, Ni, Sc e Zn e do metalóide As seguiu o procedimento de extração parcial descrito no método 3050B (USEPA, 1996) e análise com o auxílio de um espectrômetro de emissão ótica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES).

O dados de granulometria e composição elementar foram avaliados em conjunto por meio de uma Análise de Componentes Principais (ACP) e da correlação de Pearson.

#### RESULTADOS

De maneira geral, os sedimentos superficiais do CEP apresentam distribuição espacial granulométrica heterogênea (FIGURA 2). No eixo L-O, os sedimentos mais finos (silte e argila) são depositados entre os municípios de Paranaguá e Antonina. Enquanto a porção N-S apresenta predominância de sedimentos com maior diâmetro médio (areias) apenas com presença de lama (silte+argila) em alguns pontos (p.ex. entre as Ilhas das Peças e do Mel) (FIGURA 3).

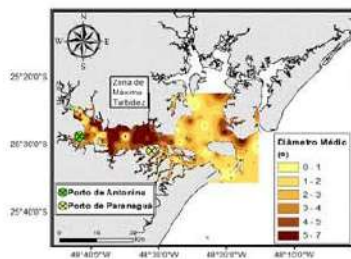


Figura 2. Mapa de distribuição espacial do diâmetro médio ( $\phi$ ) dos grãos nos sedimentos superficiais do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP).

A correlação de Pearson indicou correlação positiva significativa ( $p < 0,01$ ) entre o Sc e os outros metais ( $r > 0,90$ ) e os teores de silte ( $r = 0,915$ ). De maneira geral então os metais (Cr, Cu, Ni, Pb, e Zn) e As apresentam distribuição espacial similar.

No eixo N-S as maiores concentrações de metais são observadas nos sedimentos superficiais da última estação mais ao Norte e entre as Ilhas do Mel e das Peças, as menores concentrações em direção a desembocadura Sul do estuário. Já no eixo L-O do CEP, as maiores concentrações de metais e As são observadas nos sedimentos superficiais coletados na Zona de Máxima Turbidez (zona intermediária do CEP) onde também são encontrados os sedimentos mais finos. (FIGURA 3)

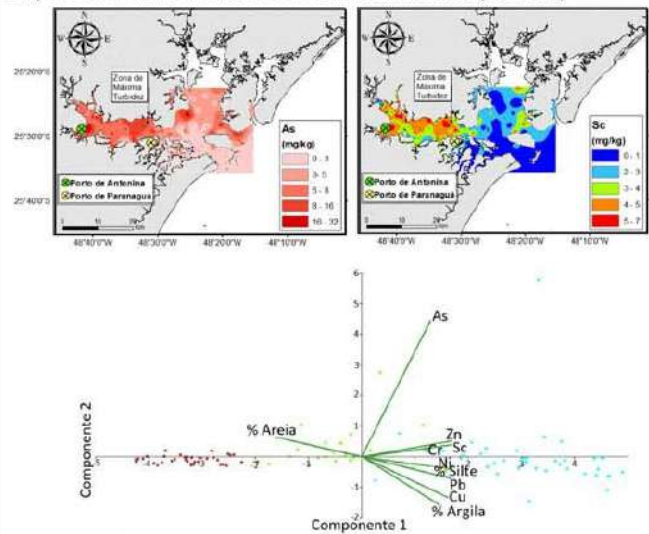


Figura 3. Mapa de distribuição espacial dos elementos As e Sc nos sedimentos superficiais (0-3 cm) do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP). E a Análise de Componentes Principais (ACP).

#### CONCLUSÕES

- Foi possível avaliar a distribuição desses elementos e sua relação com possíveis fontes e forçantes hidrodinâmicas estuarinas. A distribuição granulométrica e dos elementos em questão é principalmente influenciada pela descarga fluvial e correntes de marés vazantes.
- A distribuição dos metais (Cu, Cr, Ni, Pb, Sc e Zn) e metalóide As nos sedimentos superficiais do CEP está associada a granulometria dos sedimentos, onde sedimentos mais finos (tamanho siltes) apresentam maiores concentrações desses elementos.
- A correlação positiva significativa dos elementos As, Cu, Cr, Ni, Pb e Zn, com o Sc indica que a principal fonte desses elementos para o CEP é natural. Com exceção do As, nenhum dos elementos analisados nos sedimentos superficiais do CEP mostrou concentrações acima do Nível 1 estabelecido pelo CONAMA no 454/2012.

#### AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa) e Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação que financiou o projeto EQCEP (Panorama histórico e perspectivas futuras frente a ocorrência de estressores químicos no Complexo Estuarino de Paranaguá) proposta (Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 (Baias do Brasil) – processo nº 441265/2017-0) coordenado pelo Prof. Dr. Michel M. Mahiques (USP).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARGO, M. G. SysGran: Um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. *Revista Brasileira de Geociências*, v.36, n.2, p.371-378, 2006, USEPA 1996
- MARONE, E.; MACHADO, E. C.; LOPES, R. M.; SILVA, E. T. et al. Land-Ocean Fluxes in the Paranaguá Bay Estuarine System, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 53, n. 3-4, p. 169-181, 2005.
- LAMOUR, M. R. Dinâmica Sedimentar Do Canal Da Galheta, Via De Acesso Ao Porto De Paranaguá PR. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre Curso de Pós-Graduação em Geologia, Setor de Ciências da Terra, Depart. p. 102, 2000.
- LAMOUR, M. R.; SOARES, C. R.; CARRILHO, J. C. Mapas Dos Parâmetros Texturais de Sedimentos de Fundo do Complexo Estuarino De Paranaguá - PR. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 55, p. 77-82, 2004.
- LANA, P. C.; MARONE, E.; LOPES, R. M.; MACHADO, E. C. et al. The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil. *Coastal Marine Ecosystem of Latin America*, v. 144, n. Ecological Studies, p. 131-145, 2001.
- USEPA (United States Environmental Protection Agency). Method 3050B Acid digestion of sediments, sludges and soils. Revision 2, 1996.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### INDICADORES SEDIMENTOLÓGICOS DO APORTE ATUAL DE AREIAS DO RIO DOCE PARA AS PRAIAS ADJACENTES

CASTRO, L.B.; ZANOTTI, M.N.; LOPES, L.S.; BURINI, A.; COELHO, U.P.; SOUZA, B.S.;  
ADDAD, J.E.; ALBINO, J.

Universidade Federal do Espírito Santo (Lucas Bermudes de Castro, [lucasbdec@gmail.com](mailto:lucasbdec@gmail.com))

Minerais pesados e parâmetros texturais, como distribuição granulométrica, grau de arredondamento e aspecto superficial dos grãos de quartzo, têm sido utilizados na descrição de ambientes e de processos envolvidos na sedimentação. A presente pesquisa analisa a composição dos minerais pesados ao longo das praias adjacentes a desembocadura do rio Doce, bem como granulometria, grau de arredondamento e aspectos superficiais dos grãos de quartzo associados a estas. Foram realizadas entre setembro de 2018 a abril de 2019 três campanhas de coleta de sedimentos (berma, face e antepraia rasa) em 8 estações praias, sendo 3 ao sul e 5 ao norte da foz do rio, abrangendo assim toda a planície deltaica ao longo de 170 km. Localizado ao norte do Estado do Espírito Santo, este litoral é altamente exposto à energia de onda e há desenvolvimento da deriva litorânea cuja resultante líquida é sentido norte. Os resultados sugerem que a carga grossa do rio Doce contribui atualmente para a fração areia das praias atuais, que são predominantemente grossas a médias, o que é evidenciado pelo grau de arredondamento das areias grossas e médias, mais susceptíveis ao arredondamento, ser predominantemente sub anguloso, apesar da alta mobilidade da praia e alto grau de exposição às ondas. O aumento relativo de grãos sub arredondados é verificado com o distanciamento da desembocadura; os minerais pesados são representados por minerais opacos, em grande maioria, seguidos de cianita, sillimanita, hornblenda e granada, minerais de baixa a moderada estabilidade. A ausência e/ou baixa representatividade de rutilo, turmalina e zircão e predomínio relativo de grãos instáveis indicam a baixa maturidade das areias estudadas. Destaca-se ainda, que a partir da desembocadura do rio Doce, sob a atuação da deriva litorânea, observa-se o afinamento do diâmetro médio e melhora no grau de seleção da distribuição granulométrica. Aspectos texturais e composicionais das areias da praia têm sido satisfatoriamente aplicados nas interpretações morfodinâmicas das praias estudadas, já que, apesar do alto grau de exposição às ondas do litoral, observa-se o predomínio de grãos de quartzo sub angulosos, com tendência a sub arredondados, à medida que se distancia da desembocadura fluvial e no sentido do afinamento provocado pela atuação da deriva litorânea, no caso na margem norte.

Palavras-chave: Minerais pesados. Transporte sedimentar.

### INDICADORES SEDIMENTOLÓGICOS DO APORTE ATUAL DE AREIAS DO RIO DOCE PARA AS PRAIAS ADJACENTES

CASTRO, L.B. <sup>1</sup>; ZANOTTI, M.N. <sup>1</sup>; LOPES, L.S. <sup>1</sup>; BURINI, A. <sup>1</sup>; COELHO, U.P. <sup>1</sup>; SOUZA, B.S. <sup>1</sup>; ADDAD, J.E. <sup>1</sup>; ALBINO, J. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES

#### INTRODUÇÃO

Minerais pesados e parâmetros texturais, como distribuição granulométrica, grau de arredondamento e aspecto superficial dos grãos de quartzo, têm sido utilizados na descrição de ambientes e de processos envolvidos na sedimentação (SUGUIO, 1973; DIAS, 2004). A presente pesquisa analisa a composição dos minerais pesados ao longo das praias adjacentes a desembocadura do rio Doce, bem como granulometria, grau de arredondamento e aspectos superficiais dos grãos de quartzo associados a estes.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas entre setembro de 2018 a abril de 2019 três campanhas de coleta de sedimentos (berma, face e antepraia rasa) em 8 estações praias, sendo 3 ao sul e 5 ao norte da foz do rio, abrangendo assim toda a planície deltaica ao longo de 170 km.

- **Granulometria:** Peneiramento a seco e cálculos estatísticos proposto por Folk & Ward (1957);
- **Grau de arredondamento:** 100 grãos lupa binocular (Pettjonh, 1957; Ligu, 1958);
- **Teor e identificação de minerais pesados:** Separação densimétrica e identificação de 300 grãos (GaleHouse, 1971).

#### RESULTADOS

Os resultados sugerem que a carga sedimentar grossa do rio Doce contribui atualmente para a fração areia das praias atuais, que são predominantemente grossas a médias, o que é evidenciado pelo grau de arredondamento dessas areias grossas e médias, mais susceptíveis ao arredondamento, estas são predominantemente sub anguloso, apesar da alta mobilidade da praia e o alto grau de exposição às ondas. O aumento relativo de grãos sub arredondados é verificado com o distanciamento da desembocadura (Figura 1); os minerais pesados são representados por minerais opacos, em grande maioria, seguidos de cianita, sillimanita, hornblenda e granada, minerais de baixa a moderada estabilidade. A ausência e/ou baixa representatividade de rutilo, turmalina e zircão e o predomínio relativo de grãos instáveis indicam a baixa maturidade das areias estudadas. Destaca-se ainda, que a partir da desembocadura do rio Doce, sob a atuação da deriva litorânea, observa-se o afinamento do diâmetro médio e a melhora no grau de seleção da distribuição granulométrica.

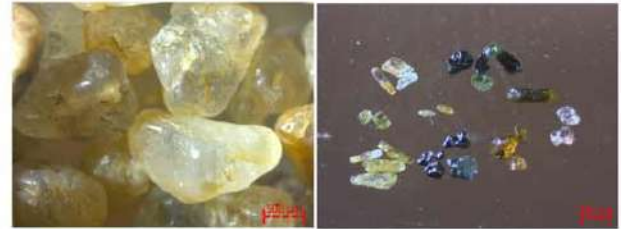


Figura 2 Microfotografia de grãos de quartzos de areias muito grossas da estação amostral ao extremo sul da Foz do Doce (esquerda) e a diversidade da minerais pesados nas amostras analisadas.

#### CONCLUSÕES

Aspectos texturais e composicionais das areias da praia têm sido satisfatoriamente aplicados nas interpretações morfodinâmicas das praias estudadas, já que, apesar do alto grau de exposição às ondas do litoral, observa-se o predomínio de grãos de quartzo sub angulosos, com tendência a sub arredondados, à medida que se distancia da desembocadura fluvial e no sentido do afinamento provocado pela atuação da deriva litorânea, no caso na margem norte.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIAS, J.A. Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos, 2014. E-book disponível online em: Acesso em: 08 Jan. 2017.
- FOLK, R.L., WARD, W.C. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, v. 27, n. 1, p. 3-25, 1957.
- GALEHOUSE, J. S. Sedimentation analysis. In: Caver, R. E (Ed) *Proceedures in sedimentary petrology*, p. 59-94, 1971.
- LIGUS (Laboratoire de l'Institut de Géographié de l'Universit  de Strasbourg). *Method  am lor e pour l'étude des sables*. *Rev. G om. Dyn.*, p. 43-53., 1958.
- PETTJONH, F.J. *Sedimentary rocks*. New York: Harper & Bros, 716 p., 1957.
- SUGUIO, K. *Introdu o a sedimentologia*. São Paulo. Ed. Edgard Blucher. EDUSP, 317 p. 1973.

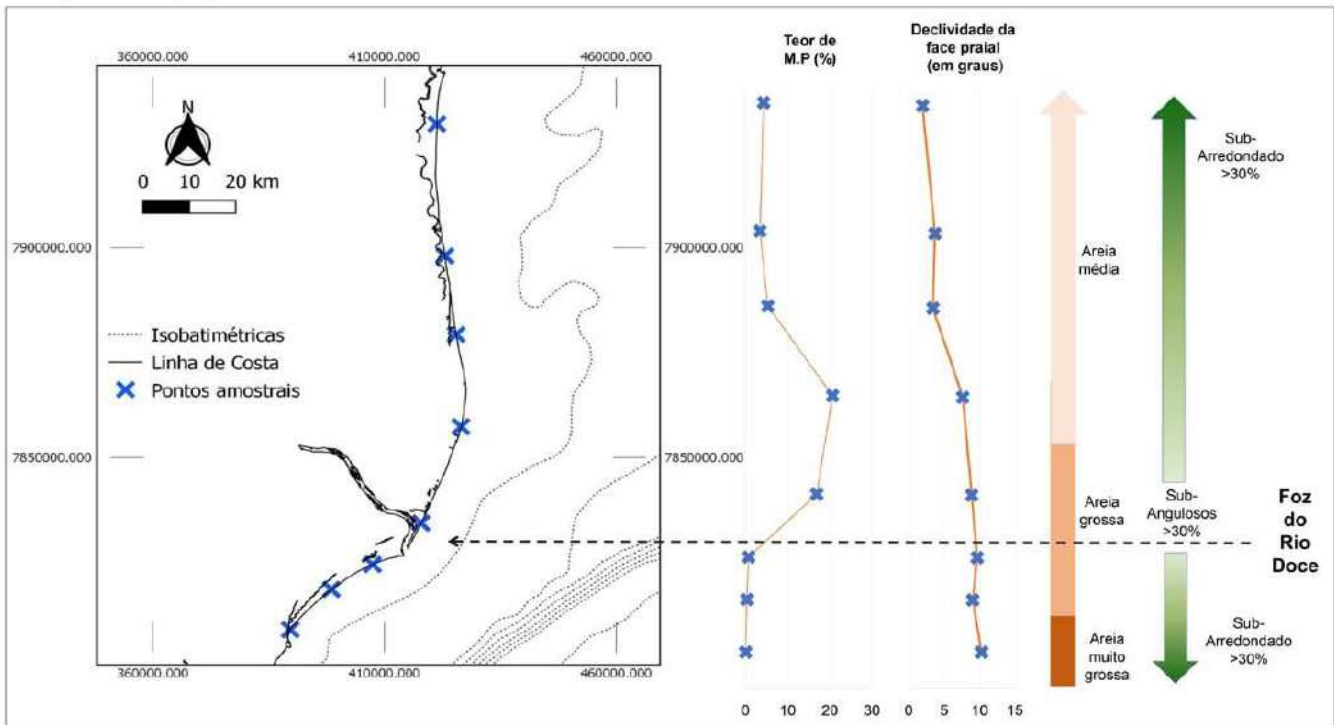


Figura 2 Mapa dos pontos amostrais, distribuição do teor de M.P., declividade da face praias e tendência de distribuição granulométrica e grau de arredondamento ao longo das praias da Planície do Rio Doce.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### TRANSIÇÃO ENTRE OS SETORES PROGRADACIONAL E RETROGRADACIONAL DA BARREIRA COSTEIRA HOLOCÊNICA NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL

WATANABE, D.S.Z.<sup>1</sup>; BARBOZA, E.G.<sup>1</sup>; ROSA, M.L.C.C.<sup>1</sup>; MANZOLLI, R.P.<sup>2</sup>; CARON, F.<sup>1</sup>  
ROCHA, C.M.<sup>1</sup>; TOMAZELLI, L.J.<sup>1</sup>; DILLENBURG, S.R.<sup>1</sup>; RITTER, M.N.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Débora Sayuri Zanchi Watanabe, [deborasayuri@hotmail.com](mailto:deborasayuri@hotmail.com)); Universidad de La Costa<sup>2</sup>

A barreira holocênica da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) apresenta diferentes comportamentos ao longo de sua extensão, onde setores costeiros em acreção (progradacionais) e em erosão (retrogradacionais) coexistem temporalmente e são passíveis de identificação em subsuperfície através de seus padrões de empilhamento. No Litoral Norte da PCRS, setores com comportamentos distintos ocorrem entre a cidade de Tramandaí e o balneário Jardim do Éden, indicando uma inversão abrupta nos padrões de empilhamento. Adicionalmente, a região de Tramandaí possui peculiaridades quanto à sua assinatura estratigráfica indicadas por estudos anteriores, sendo a profundidade dos dados obtidos na área menor do que nas demais localidades. A fim de melhor delimitar esses setores antagônicos, entender seus registros e variabilidades em subsuperfície, bem como definir de que forma ocorre a transição entre eles, perfis de Georradar (GPR) foram coletadas perpendicularmente à linha de costa entre essas localidades. Os perfis foram adquiridos segundo método *Common Offset* utilizando um sistema de aquisição de dados Cobra Plug-In (*Radarteam Sweden AB*) composto por uma antena aérea com frequência central de 80 MHz conectada a um sistema de posicionamento GNSS TRIMBLE® Pro-XRT. Os dados foram processados utilizando os softwares Reflex-Win®, RADAN™ 6.6 e Prism®2.5 e a interpretação foi realizada de acordo com o método sismoestratigráfico, definindo radarfácies e padrões de empilhamento. Os dados obtidos também foram analisados em um ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) utilizando o software ArcGIS 10.5™, permitindo a espacialização dos setores em erosão e acreção, e então comparados aos perfis adquiridos em trabalhos anteriores, localizados ao norte e ao sul da área de estudo. De acordo com os padrões de empilhamento classificados, foi possível identificar dois setores distintos, um ao norte de Tramandaí, progradante, e outro ao sul, predominantemente retrogradante. Assim, a estratigrafia da barreira holocênica em sua porção transicional foi delimitada, ocorrendo em um intervalo menor que um quilômetro.

Palavras-chave: Barreira holocênica. Barreira transicional. GPR.





## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### TRANSIÇÃO ENTRE OS SETORES PROGRADACIONAL E RETROGRADACIONAL DA BARREIRA COSTEIRA HOLOCÊNICA NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL



Débora S. Z. Watanabe<sup>1</sup>; Eduardo G. Barboza<sup>1,2,4</sup>; Maria Luiza C. C. Rosa<sup>1,2,4</sup>; Rogério P. Manzoli<sup>3</sup>; Felipe Caron<sup>4</sup>; Cacinele M. Rocha<sup>4</sup>; Luiz J. Tomazelli<sup>2</sup>; Sérgio R. Dillenburg<sup>1,2,4</sup>; Matias N. Ritter<sup>1,4</sup>



Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup>; Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>2</sup>; Depto. Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de La Costa<sup>3</sup>; Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>4</sup>



### INTRODUÇÃO

A barreira holocênica da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) apresenta diferentes comportamentos ao longo de sua extensão, onde setores costeiros em acreção (progradacionais) e em erosão (retrogradacionais) coexistem temporalmente e são passíveis de identificação em subsuperfície através de seus padrões de empilhamento (Villwock *et al.*, 1986; Dillenburg *et al.*, 2000, 2004, 2005, 2006, 2007, 2009; Travessas *et al.*, 2005; Barboza *et al.*, 2009, 2011, 2018). No Litoral Norte da PCRS, setores com comportamentos distintos ocorrem entre Xangri-Lá e o balneário Jardim do Éden, com a inversão entre eles ocorrendo na região de Tramandá.

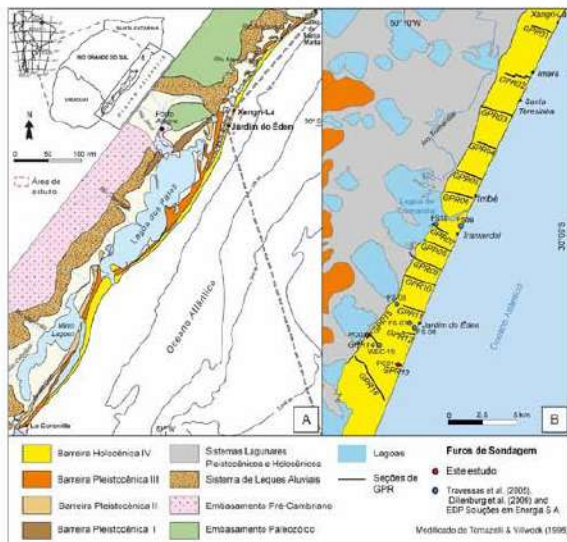


Figura 1. Geologia da Planície Costeira do Rio Grande do Sul (PCRS) e seus depósitos sedimentares. Localização da área de estudo, seções de GPR e furos de sondagem.

### MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de melhor delimitar esses setores antagonísticos, entender seus registros e variabilidades em subsuperfície, bem como definir de que forma ocorre a transição entre eles, perfis de Georradar (GPR) foram coletadas perpendicularmente à linha de costa entre essas localidades. Os perfis foram adquiridos segundo método *Common Offset* utilizando um sistema de aquisição de dados Cobra Plug-In (*Radarteam Sweden AB*) composto por uma antena aérea com frequência central de 80 MHz conectada a um sistema de posicionamento GNSS TRIMBLE<sup>®</sup> Pro-XRT. Os dados foram processados utilizando os softwares Reflex-Win<sup>®</sup>, RADAN<sup>™</sup> 6.6 e Prism<sup>®</sup> 2.5 e a interpretação foi realizada de acordo com o método sismoestratigráfico, definindo radarfácies e padrões de empilhamento. Os dados obtidos também foram analisados em um ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) utilizando o software ArcGIS 10.5<sup>™</sup>, permitindo a espacialização dos setores em erosão e acreção, e então comparados aos perfis adquiridos em trabalhos anteriores, localizados ao norte e ao sul da área de estudo.

### RESULTADOS

De acordo com os padrões de empilhamento da barreira holocênica, foi possível identificar dois setores com comportamentos distintos. Ao norte de Tramandá a barreira apresenta-se em progradação por 21 km e é caracterizada pela presença de feições do paleo-inlet da Lagoa de Tramandá, sendo a região entre Imbé e Tramandá marcada pela menor profundidade de dados. Ao sul, a barreira torna-se retrogradante com uma extensão de pouco mais de 13 km, sendo marcada pela presença de fundos lagunares que diminuem de profundidade ao se aproximar do oceano, por vezes aflorando na atual linha de costa. A transição entre esses dois tipos de barreira ocorre ao sul de Tramandá, se apresentando de forma abrupta em um intervalo de pouco mais de 1 km, sem a presença de um padrão de empilhamento agradacional entre eles ou diferenças significativas nos parâmetros oceanográficos.

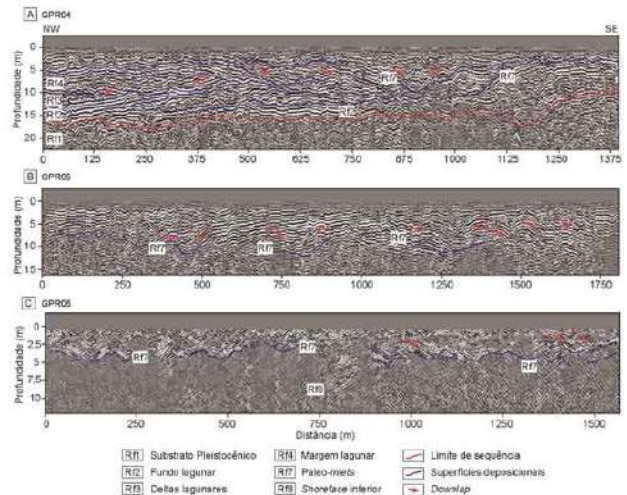


Figura 2. Porção progradacional da barreira holocênica (refletores em *downlap* no sentido SE), com presença de feições representativas do paleo-inlet da Lagoa de Tramandá (Rif).

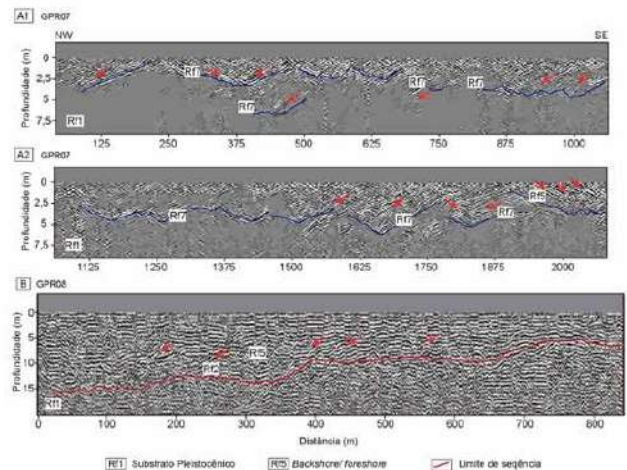


Figura 3. GPR07 em Tramandá (A1 e A2), exibindo uma baixa profundidade dos dados. Inversão de comportamento progradacional (A2) para retrogradacional (B), onde refletores encontram-se em *downlap* em sentido NW. A mudança abrupta nos padrões de empilhamento ocorre em um intervalo de pouco mais de 1km

### CONCLUSÕES

Baseado nos resultados, comportamentos estratigráficos de longo período puderam ser confirmados na barreira holocênica no Litoral Norte do RS. As características da transição entre os dois tipos básicos de barreira na área de estudo fornecem informações relevantes para identificação de regiões transicionais em barreiras holocênicas e para entender registros estratigráficos de subsuperfície, padrões de empilhamento e evolução costeira da Baía de Pelotas.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Watanabe, D.S.Z., Tomazelli, L.J., Dillenburg, S.R., Barboza, E.G., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2019. Evolution of the Holocene coastal plain, progradational and retrogradational phases, Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Coastal Research* 36, 1-11.

Dillenburg, S.R., Tomazelli, L.J., Barboza, E.G., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2018. The Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 35, 1-11.

Travessas, R.S., Tomazelli, L.J., Barboza, E.G., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2017. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 34, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2016. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 33, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2015. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 32, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2014. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 31, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2013. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 30, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2012. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 29, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2011. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 28, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2010. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 27, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2009. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 26, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2008. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 25, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2007. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 24, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2006. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 23, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2005. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 22, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2004. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 21, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2003. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 20, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2002. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 19, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2001. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 18, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 2000. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 17, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1999. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 16, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1998. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 15, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1997. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 14, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1996. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 13, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1995. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 12, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1994. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 11, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1993. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 10, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1992. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 9, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1991. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 8, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1990. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 7, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1989. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 6, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1988. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 5, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1987. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 4, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1986. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 3, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1985. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 2, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1984. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 1, 1-11.

Barboza, E.G., Tomazelli, L.J., Barboza, M.L., Rosa, M.L.C.C., Caron, F., Rocha, C.M., Manzoli, R.P., Ritter, M.N., 1983. Evolution of the Holocene coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil: A new perspective on its evolution. *Journal of Coastal Research* 0, 1-11.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ESTRATÉGIA DE GESTÃO AMBIENTAL PARA A ZONA COSTEIRA DO MUNICÍPIO BARRA DOS COQUEIROS-SE

AMORIM, P.S.; RODRIGUES, T.K.

Universidade Federal de Sergipe (Paloma Santos Amorim, [palomasantosanamorim@gmail.com](mailto:palomasantosanamorim@gmail.com))

O litoral do município da Barra dos Coqueiros-SE nos últimos 10 anos encontra-se em intenso processo de urbanização, o que ocasionou a ocupação nos trechos da linha de costa. Neste sentido, foi de suma importância a realização deste trabalho, que analisou a dinâmica costeira, bem como, os trechos em vulnerabilidade e situação de erosão marinha em eventos extremos. Para isso foi realizado levantamentos bibliográficos, análise dos geoindicadores em campo em dois períodos o (inverno e verão), como também foi utilizado o programa de Sistema de Modelagem Costeira (SMC - Brasil), para entender a dinâmica das ondas atuantes na linha de costa. A partir da análise dos geoindicadores, nos 32 km da faixa litorânea, foi observado que no período do inverno tivemos 24 pontos em erosão e no período do verão apenas 8 pontos. Ao analisar a dinâmica marinha através dos dados de ondas do SMC-Brasil, destacou-se que as maiores frequência de direção de ondas são de Leste/Sudeste (ESE) e Sudeste (SE), observa-se que a altura das onda em condições de maior energia anuais ( $H_{s12}$ ) para as ondas de ESE foi de 2,53m e para as de SE de 2,85m. Para as condições medianas a altura de onda significativa ( $H_{s50\%}$ ) foi de 1,39m para ondas provenientes de ESE e de 1,47m para ondas provenientes de SE. Combinando a ocupação populacional na faixa costeira com os dados de ondas que demonstra que no período de JJA (junho, julho, agosto), na estação de inverno (chuvosa), as ondas apresentam maiores alturas e alcance da costa, representando alto poder erosivo sobre a face de praia e com predomínio de ondas vindas do Sudeste, explica os trechos em erosão que estão situados em pontos com maior adensamento populacional. A ocupação na faixa costeira “em alguns pontos, até sobre a face de praia” muitas vezes desordenadas e sem orientação, demonstra a vulnerabilidade da região, por isso é de extrema importância o planejamento e adoções de medidas de prevenção e mitigação na zona costeira. Tais medidas visa a contenção da erosão marinha e a manutenção da linha de costa, seguindo as técnicas de proteção, recuo e acomodação, sendo que para as áreas de baixa urbanização da linha de costa considera-se o estabelecimento de faixas de recuo recomendadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), que é a técnica mais indicada. As técnicas de proteção e acomodação devem ser implementadas nos trechos com maior urbanização, cujo recuo é improvável. Essas são políticas de adaptação que podem ser adotadas em resposta a subida do nível do mar e a eventos de maior energia, com a finalidade de controlar erosão e possíveis inundações.

Palavras-chaves: Vulnerabilidade. Erosão. Planejamento. Gestão.



### ESTRATÉGIA DE GESTÃO AMBIENTAL PARA A ZONA COSTEIRA DO MUNICÍPIO BARRA DOS COQUEIROS-SE

Tais Kallir Rodrigues<sup>1</sup>, Paloma Santos Amorim<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Sergipe – [tkallir@yahoo.com.br](mailto:tkallir@yahoo.com.br), <sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe – [palomasantossamorim@gmail.com](mailto:palomasantossamorim@gmail.com)



### INTRODUÇÃO

O litoral brasileiro sofre com os processos de erosão, tanto nos setores urbanizados como os naturais. E a zona costeira está caracterizada por uma grande diversidade de ambientes, muitos deles extremamente frágeis, que estão submetidos a processos de degradação causados pela crescente ocupação do litoral (SMC - BRASIL, 2013). Sendo ambientes altamente instáveis e sensíveis, o seu uso desordenado acaba por comprometer a sua qualidade estética e ambiental, como também a própria atividade turística (SILVA e SILVA, 2007).

O litoral do município da Barra dos Coqueiros - SE vem nos últimos 10 anos passando por um intenso processo de urbanização, o que ocasionou a ocupação nos trechos da linha de costa. Neste sentido, foi de suma importância a realização deste trabalho, que analisou a dinâmica costeira, bem como, os trechos em vulnerabilidade e situação de erosão marinha em eventos extremos.

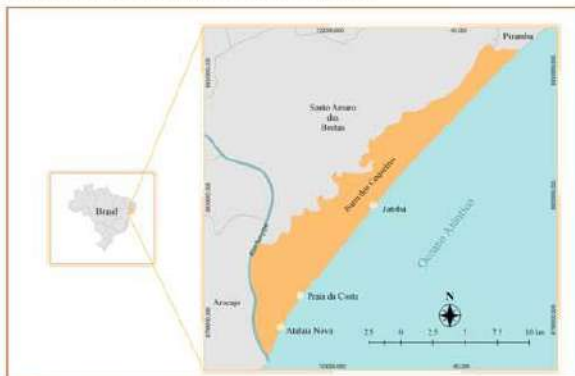


Figura 01: Mapa de localização da área de estudo

### MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo foi realizado levantamentos bibliográficos, análise dos geoindicadores em campo em dois períodos o (inverno e verão), como também foi utilizado o programa de Sistema de Modelagem Costeira (SMC - Brasil), para entender a dinâmica das ondas atuantes na linha de costa. Esse programa consiste em uma ferramenta computacional desenvolvida pelo Instituto Hidráulico Ambiental da Cantábria (IH Cantábria) da Universidade de Cantábria, na Espanha, sendo possível combinar metodologias de trabalho, bases de dados de cartas náuticas e modelos numéricos orientados para o estudo e ou solução de problemas na zona costeira.

A integração de dados gerados pelo sistema de modelagem costeira SMC e dos geoindicadores, possibilitara a identificação dos trechos em vulnerabilidade a eventos costeiros que atuam de forma mais intensa e deste modo propor medidas de prevenção e mitigação para áreas de risco na zona costeira.

### RESULTADOS

A partir da análise dos geoindicadores, nos 32 km da faixa litorânea, foi observado que no período do inverno tivemos 24 pontos em erosão e no período do verão apenas 8 pontos. Ao analisar a dinâmica marinha através dos dados de ondas do SMC-Brasil, destacasse que as maiores frequência de direção de ondas são de Leste/Sudeste (ESE) e Sudeste (SE), observa-se que a altura das ondas em condições de maior energia anuais (Hs12) para as ondas de ESE foi de 2,53m e para as de SE de 2,85m. Para as condições medianas a altura de onda significativa (Hs50%) foi de 1,39m para ondas provenientes de ESE e de 1,47m para ondas provenientes de SE.

Combinando a ocupação populacional na faixa costeira com os dados de ondas que demonstra que no período de JJA (junho, julho, agosto) ( figura 02), na estação de inverno (chuvosa), as ondas apresentam maiores alturas e alcance da costa, representando alto poder erosivo sobre a face de praia e com predomínio de ondas vindas do Sudeste e Leste, explica os trechos em erosão que estão situados em pontos com maior adensamento populacional.

A ocupação na faixa costeira "em alguns pontos, até sobre a face de praia" muitas vezes desordenadas e sem orientação, demonstra a vulnerabilidade da região, por isso é de extrema importância o planejamento e adoções de medidas de prevenção e mitigação na zona costeira. Tais medidas visa a contenção da erosão marinha e a manutenção da linha de costa, seguindo as técnicas de proteção, recuo e

acomodação (figura 03), sendo que para as áreas de baixa urbanização da linha de costa considera-se o estabelecimento de faixas de recuo recomendadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), que é a técnica mais indicada. As técnicas de proteção e acomodação devem ser implementadas nos trechos com maior urbanização, cujo recuo é improvável. Essas são políticas de adaptação que podem ser adotadas em resposta a subida do nível do mar e a eventos de maior energia, com a finalidade de controlar erosão e possíveis inundações.

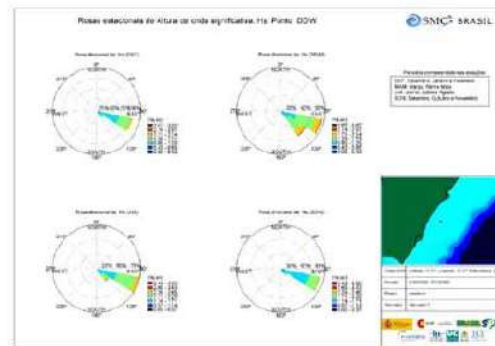


Figura 02: Rosas de direções de ondas para cada estação do ano: Verão (Dezembro, Janeiro e Fevereiro); outono (Março, Abril e Maio); inverno (Junho, Julho e Agosto) e primavera (Setembro, Outubro e Novembro).

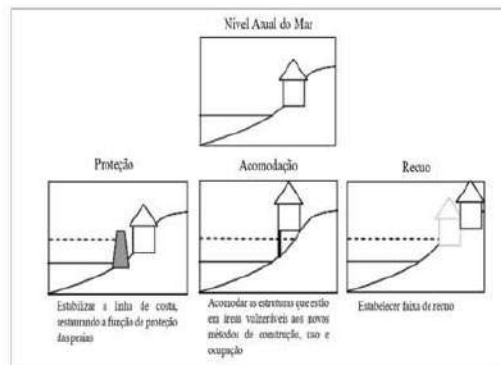


Figura 03: Esquema ilustrativo das três principais políticas de adaptação para as zonas costeiras. A linha tracejada representa o aumento do nível do mar e a cor mais clara na imagem, indica áreas antes habitadas (adaptado de LINHAM e NICHOLLS, 2010).

### CONCLUSÕES

Sendo assim a análise dos dados do SMC-Brasil e os de geoindicadores são informações importantes, que podem ser utilizados para que se faça um melhor planejamento e elaboração estratégias de mitigação e prevenção, para que assim, os riscos sejam amenizados, tendo em vista que que nos períodos de inverno e outono, as ondas apresentam maiores valores de alturas e alcance da costa, evidenciando externos poder erosivo sobre a face de praia, colocando a praia em situação de risco.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LINHAM, Matthew M.; NICHOLLS, Robert J. Technologies for Climate Change Adaptation – Coastal Erosion and Flooding. UNEP Rise Centre on Energy, Climate and Sustainable Development, 2010, 13 p.  
SILVA, B. M.; SILVA, I.R. Caracterização geo-ambiental e de ocupação das praias da costa do denú, litoral Sul do estado da Bahia, 2007.  
SMC-BRASIL. Documento síntese do seminário internacional Brasil – Espanha apoio à gestão de costa brasileira, 2013

### AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Pesquisa Dinâmica e Modelagem Costeira, ao CNPq e a Universidade Federal de Sergipe pelo fomento à pesquisa científica.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### A MORFOLOGIA INFLUENCIA A VULNERABILIDADE DE AMBIENTES ESTUARINOS? UM ESTUDO DE CASO DOS ESTUÁRIOS DO PARANÁ

ANDRADE, J.F.P.<sup>1</sup>; NOERNBERG, M.A.<sup>1</sup>; NAGAI, R.H.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Paraná<sup>1</sup> (João Fernando Pezza Andrade, [jfernando.geof@gmail.com](mailto:jfernando.geof@gmail.com))

Ambientes estuarinos estão crescentemente susceptíveis ao aporte de estressores químicos de origem antropogênica. Os efeitos nocivos dessas substâncias não resultam somente do seu aporte, mas sim do seu acúmulo no sistema, dependendo diretamente da hidrodinâmica estuarina. O tempo de residência, por exemplo, é usado para descrever o transporte e remoção de materiais que entram no estuário, comumente definido como o tempo necessário para substituir a água doce dentro do sistema. Parâmetros de estratificação salina e mistura, por sua vez, afetam o acúmulo dessas substâncias no leito estuarino devido sua influência no trapeamento de sedimentos finos, onde grande parte dos estressores químicos é acumulada. O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e o Estuário de Guaratuba (EG), localizados no litoral do Paraná, estão sujeitos a processos climáticos e oceânicos similares, porém apresentam morfologia distinta. Este trabalho tem como objetivo fazer uma comparação entre os processos hidrodinâmicos entre o CEP e o EG, e assim identificar a influência da morfologia na vulnerabilidade dos estuários do Paraná. A diferença morfológica entre os estuários se dá principalmente devido ao arranjo da Serra do Mar na região costeira, associado à geometria das falhas de rifte, de sua gênese e erosão diferenciada. Na região do EG a proximidade da Serra do Mar com a linha de costa permite um menor espaço de acomodação, resultando em uma área reduzida (50 km<sup>2</sup>), 11 vezes menor que no CEP (551 km<sup>2</sup>). A presença de afloramentos rochosos na desembocadura do EG, associados a Serra do Mar, forma uma entrada afunilada (~500m) gerando uma corrente de maré mais acentuada (máximo de 2,68 m/s), porém retém parte da onda de maré causando um prisma de maré reduzido (0,075 km<sup>3</sup>) e uma amplitude de maré de 2,0 m. Em contra partida, o CEP apresenta uma amplitude de maré de até 2,7 m, um prisma de 1,34 km<sup>3</sup> e corrente máxima de 1,4 m/s. Esses parâmetros afetam diretamente o tempo de residência do estuário, calculados em 3,49 dias no CEP e 9,3 dias no EG. A estratificação salina dos estuários é função da razão do fluxo fluvial (Q) com o prisma de maré (Vp), assim o EG, que possui um prisma de maré pequeno comparado ao seu fluxo fluvial, apresenta uma maior estratificação salina e, conseqüentemente, menor mistura. Por outro lado, o CEP apresenta uma razão Q/Vp menor, sendo mais eficiente no trapeamento de sedimentos finos, devido o efeito da floculação na zona de máxima turbidez. Dessa maneira o CEP possui maior capacidade de reter os estressores químicos nos sedimentos que são acumulados no estuário. Por outro lado, o EG tem maior capacidade em concentrar poluentes na água devido um maior tempo de residência e menor volume, que diminui a capacidade de diluição. Por conseqüência, os estuários apresentam vulnerabilidades distintas para diferentes estressores químicos. Por exemplo, estressores como metais pesados são absorvidos por organismos principalmente em solução, tendo maior impacto no EG. Já os Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos são rapidamente assimilados com sedimentos, degradando rapidamente na água por fotooxidação, sendo mais prejudiciais no CEP.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019. Porto Alegre - RS



### A MORFOLOGIA INFLUENCIA A VULNERABILIDADE DE AMBIENTES ESTUARINOS? UM ESTUDO DE CASO DOS ESTUÁRIOS DO PARANÁ

Andrade, J.F.P.<sup>1</sup>; Noernberg, M.A.<sup>2</sup>; Nagai, R.H.<sup>3</sup>

Universidade Federal do Paraná<sup>1,2,3</sup>

fernando.geof@gmail.com<sup>1</sup>; m.noernberg@ufpr.br<sup>2</sup>; renaianagai@ufpr.br<sup>3</sup>



#### INTRODUÇÃO

Ambientes estuarinos estão crescentemente suscetíveis ao aporte de estressores químicos de origem antropogênica. Os efeitos nocivos dessas substâncias não resultam somente do seu aporte, mas sim do seu acúmulo no sistema, dependendo diretamente da hidrodinâmica estuarina (Bianchi, 2007).

O tempo de residência, por exemplo, é usado para descrever o transporte e remoção de materiais que entram no estuário, comumente definido como o tempo necessário para substituir a água doce dentro do sistema. Parâmetros de estratificação salina e mistura, por sua vez, afetam o acúmulo dessas substâncias no leito estuarino devido sua influência no traqueamento de sedimentos finos, onde grande parte dos estressores químicos é acumulada (Bianchi, 2007).

Este trabalho explora o papel da geomorfologia na hidrodinâmica e na vulnerabilidade de dois estuários em ambas extremidades de um arco de praia subtropical (Fig. 1). O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e o Estuário de Guaratuba (EG), localizados no litoral do Paraná, estão sujeitos a processos climáticos e oceânicos semelhantes. No entanto, a geomorfologia distinta dos estuários forneceu características hidrodinâmicas específicas para cada estuário. O objetivo do trabalho é fazer uma revisão e comparação entre os processos hidrodinâmicos entre o CEP e o EG, e assim identificar a influência da morfologia na vulnerabilidade dos estuários do Paraná.

exemplo, estressores como metais pesados são absorvidos por organismos principalmente em solução (Kennish, 1997), tendo maior impacto no EG. Já os Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos são rapidamente assimilados com sedimentos, degradando rapidamente na água por fotooxidação (Kennish, 1997), sendo mais prejudiciais no CEP.

Tabela 1. Características e parâmetros hidrodinâmicos do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e do Estuário de Guaratuba (EG)

Características	CEP	EG
Área	612 km <sup>2</sup> [4]	50,19 km <sup>2</sup> [11]
Volume	1,4 km <sup>3</sup> [2]	-
Estratificação	Parcialmente estratificado [3]	Altamente estratificado [11]
Tempo de residência	3,45 days [4]	9,3 days [11]
Amplitude de maré sigia	2,7 m [5]	2,0 m [11]
Amplitude de maré quadratura	2,0 m [5]	0,86 m [11]
Corrente de maré enchente	1,19 m/s [6]	-
Corrente de maré vazante	1,41 m/s [6]	2,68 m/s [11]
Prisma de maré sigia	1,34 km <sup>3</sup> [1]	0,075 km <sup>3</sup> [11]
Prisma de maré quadratura	-	0,032 km <sup>3</sup> [11]
Intrusão de maré	12,6 km [2]	-
Entrada de água doce	200 m <sup>3</sup> /s [7]	80 m <sup>3</sup> /s [11]
CMO nos sedimentos superficiais	0 - 13,7% [8]	0 - 30% [12]
Taxa de sedimentação	0,81 ± 0,06 cm/ano [9]	0,56 ± 0,05 cm/ano [13]
	0,49 ± 0,05 cm/ano [10]	0,36 ± 0,02 cm/ano [14]

[1] Camargo et al. 2003, [2] Lana et al. 2001, [3] Knoppers et al. 1987, [4] FUNPAR 1997, [5] Marone e Jamiyana 1997, [6] Lamour et al. 2007, [7] Lessa et al. 1968, [8] Lamour et al. 2004, [9] Corni et al. 2013a, [10] Marone et al. 2015, [11] Marone et al. 2006, [12] Cotovic Junior et al. 2014, [13] Sanders et al. 2006, [14] Combi et al. 2013b.

Tabela 2. Concentração de estressores químicos (poluentes) nos sedimentos superficiais do Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e Estuário de Guaratuba (EG).

Poluentes (ng/g)	CEP	EG
PCB	0 - 6,65 [1]	0 - 5,62 [7]
	0,20 - 17,2 [2]	-
PAH	10 - 30 [3]	1,5 - 3270 [8]
	40,8 - 406,8 [4]	-
	210,5 - 1013,2 [5]	-
OCP	-	0 - 0,74 [7]
DDT	-	0 - 0,49 [7]
Cu	1200 - 21900 [6]	3260 - 22800 [9]
	40 - 16200 [3]	-
Cd	60 - 450 [6]	0200 - 2700 [9]
Pb	1800 - 8400 [6]	4300 - 7100 [9]
	300 - 29700 [3]	-
Zn	6500 - 96300 [4]	3000 - 32600 [9]
	41300 - 80500 [3]	-
As	3400 - 8330 [3]	-
Cr	14500 - 58000 [3]	-
Ni	6650 - 21900 [2]	-
Hg	10 - 90 [3]	15 - 44 [10]

[1] Combi et al. 2013a, [2] Martins et al. 2006, [3] Choueri et al. 2009, [4] Froehner et al. 2011, [5] Martins et al. 2015, [6] Sa et al. 2006, [7] Combi et al. 2013b, [8] Pietrzoch et al. 2010, [9] Rodrigues et al. 2015, [10] Sanders et al. 2006.

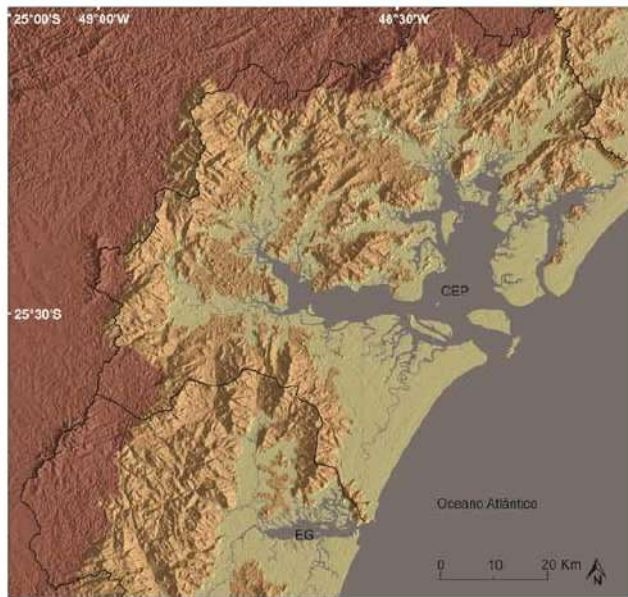


Figura 1 Mapa morfológico do litoral do Paraná incluindo o Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) e o Estuário de Guaratuba (EG)

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de afloramentos rochosos na desembocadura do EG, associados a Serra do Mar (Fig.1), forma uma entrada afunilada (~500m) gerando uma corrente de maré mais acentuada (máximo de 2,68 m/s) (Barbosa e Suguio, 1999), porém retém parte da onda de maré causando um prisma de maré reduzido (0,075 km<sup>3</sup>) e uma amplitude de maré de 2,0 m (Marone et al. 2006). Em contra partida, o CEP apresenta uma amplitude de maré de até 2,7 m (Marone e Jamiyana 1997), um prisma de 1,34 km<sup>3</sup> (Lana et al. 2001) e corrente máxima de 1,4 m/s (Lamour et al. 2007). Esses parâmetros afetam diretamente o tempo de residência do estuário, calculados em 3,49 dias no CEP (FUNPAR 1997) e 9,3 dias no EG (Marone et al. 2006).

A estratificação salina dos estuários é função da razão do fluxo fluvial (Q) com o prisma de maré (Vp), assim o EG, que possui um prisma de maré pequeno comparado ao seu fluxo fluvial, apresenta uma maior estratificação salina e, consequentemente, menor mistura. O CEP apresenta uma razão Q/Vp menor, sendo mais eficiente no traqueamento de sedimentos finos, devido o efeito da floculação acentuada pela maior mistura na zona de máxima turbidez.

Dessa maneira o CEP possui maior capacidade de reter os estressores químicos nos sedimentos que são acumulados no estuário. Por outro lado, o EG tem maior capacidade em concentrar poluentes na água devido um maior tempo de residência e menor volume (menor capacidade de diluição). Por consequência, os estuários apresentam vulnerabilidades distintas para diferentes estressores químicos. Por

#### CONCLUSÕES

A morfologia de ambos os estuários é fundamental no controle dos processos hidrodinâmicos estuarinos. A estratificação, salinidade, processos de mistura, tempo de residência e volume de água estão intrinsecamente ligados às suas características morfológicas. Dessa maneira, a compreensão desses parâmetros é essencial para entender e estimar a vulnerabilidade desses ecossistemas à entrada de estressores químicos antropogênicos. Nesse sentido, o CEP e o EG têm resiliência diferente à entrada de poluentes antropogênicos, exigindo gerenciamento ambiental específico.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento através do projeto "Panorama histórico e perspectivas futuras frente à ocorrência de estressores químicos presentes no Complexo Estuarino de Paranaguá (ECEP)" e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro através de bolsa de estudos e auxílio para participação do II SBGGM para o primeiro autor.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbosa, C.F., Suguio, K. 1999. Biosedimentary facies of a subtropical microtidal estuary-An example from Southern Brazil. J. Sediment. Res. 69, 576-587.  
 Bianchi, T.S., 2007. Biogeochemistry of Estuaries. Oxford University Press, Inc., New York.  
 Kennish, M.J., 1997. Practical Handbook of Estuarine and Marine Pollution. CRC Press marine science series.  
 Lamour, M.R., Angulo, R.J., Soares, C.R., 2007. Bathymetrical Evolution of Critical Shoaling Sectors on Galheta Channel, Navigable Access to Paranaguá Bay Brazil. J. Coast. Res. 23, 49-58.  
 Lana, P.C., Marone, E., Lopes, R.M., 2001. The Subtropical Estuarine Complex of Paranaguá Bay, Brazil. Ecol. Stud. 144, 131-145.  
 Marone, E., M.A. Noernberg, Dos Santos, I., Lautert, L.F., Andreoli, O.R., Buba, H., Fill, H.D., 2006. Hydrodynamic of Guaratuba Bay, PR, Brazil. J. Coast. Res. Special Is. 1675-1683.  
 Marone, E., Jamiyana, D., 1997. Tidal characteristics and a variable boundary numerical model for the M2 tide for the estuarine complex of the bay of Paranaguá, Néncia, Curitiba 11, 95-107.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EVOLUÇÃO DE PALEOESTUÁRIO A NORTE DA FOZ DO RIO AMAZONAS

JARDIM, K.A.<sup>1</sup>; SANTOS, V.F dos.<sup>1</sup>; SILVA, J.P.F da.<sup>2</sup>; FIGUEIREDO JR., A.G de.<sup>3</sup>

Universidade Federal Fluminense<sup>1,3</sup> (Kerly Araújo Jardim, [kerlyjardim@gmail.com](mailto:kerlyjardim@gmail.com)); Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá<sup>1</sup>; Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>2</sup>

Estudos realizados a partir da década de 1970, na planície costeira do Amapá, têm revelado a presença de vários sistemas de paleodrenagens. Estas paleofeições sugerem variações no nível de base do relevo e apontam para uma história complexa de migração e abandono de canais na costa amazônica durante o Quaternário. Este trabalho apresenta novas interpretações e novos registros de paleodrenagens a norte do estuário do rio Amazonas. O estudo foi realizado a partir da integração de dados de sensores remotos (radar aerotransportado, em banda X e P, ano 2014, com imagens ópticas de alta resolução espacial), mapeamento morfológico e reanálise de datações C-14. A paleofeição em foco é encontrada a norte do rio Cuñani, denominada localmente como rio Seco. Trata-se de uma feição sinuosa, contínua, com meandros bem desenvolvidos e extensão máxima medida de 33 km e largura de cerca de 40 m em sua desembocadura. Várias paleofeições de canais indicando migração são encontradas a sul entre o referido paleoestuário e o atual rio Cuñani. O paleoestuário é marcado pela presença de floresta de várzea às suas margens, e vegetação campestre no interior do paleocanal. Vários sistemas de *cheniers* desenvolvidos sobre uma sequência lamosa de intermaré, com idades de 5.030 +/- 45 anos a 4.140 anos +/- 35 anos A.P., são encontrados próximo a última desembocadura do paleocuñani. As relações morfocronológicas indicam que essa desativação ocorreu em tempos mais recentes durante a regressão marinha do Holoceno. A conexão deste paleoestuário com a morfologia atual do estuário do rio Cuñani indica que trata-se de uma paleofeição do atual rio e a mesma teria migrado para sul. Esta direção de migração é a mesma que tem sido encontrada em outras paleodrenagens na planície costeira ao norte da foz do rio Amazonas. Estudos de sondagens de subsuperfícies e datações dentro do paleoestuário são necessários para determinar seu arcabouço geológico e a cronologia absoluta dos pacotes sedimentares.

Palavras-chave: Paleoestuário. Foz do rio Amazonas. Sensoriamento remoto.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### EVOLUÇÃO DE PALEOESTUÁRIO A NORTE DA FOZ DO RIO AMAZONAS

JARDIM, K.A.<sup>1</sup>; SANTOS, V.F. dos.<sup>1\*</sup>; SILVA, J.P.F. da.<sup>2</sup>; FIGUEIREDO JR., A.G. de.<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Fluminense<sup>1</sup> (Kerly Araujo Jardim, kerlyjardim@id.uff.br);

<sup>2</sup> Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá<sup>2</sup>;

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Norte.



#### INTRODUÇÃO

Estudos realizados a partir da década de 1970 (Guerra, 1954; Boaventura e Narita, 1974; Silveira, 1998; Jardim *et al.*, 2018), na planície costeira do Amapá, têm revelado a presença de vários sistemas de paleodrenagens. Estas paleofeições sugerem variações no nível de base do relevo e apontam para uma história complexa de migração e abandono de canais na costa amazônica durante o Quaternário.



Localização do estuário do rio Cuñani ao norte da Foz do Amazonas. Fonte: BING, © DIGITAL GLOBE 2019

#### OBJETIVOS

Apresentar novos registros de paleoestuários a norte da foz do do rio Amazonas.

#### MATERIAL E MÉTODOS



#### RESULTADOS

Uma paleofeição sinuosa, contínua, com meandros bem desenvolvidos foi encontrada a norte do estuário do rio Cuñani. A feição denominada localmente como rio Seco no trabalho de Silveira (1998) foi tratada como apenas uma paleodrenagem cortada por cheniers.

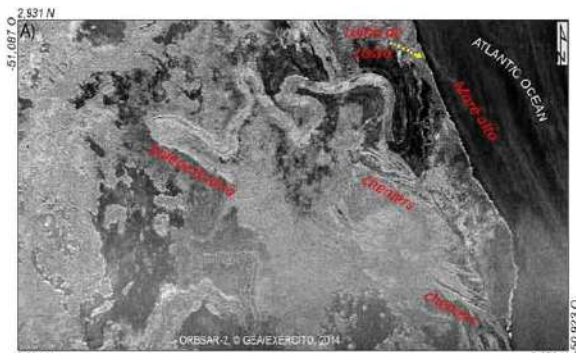
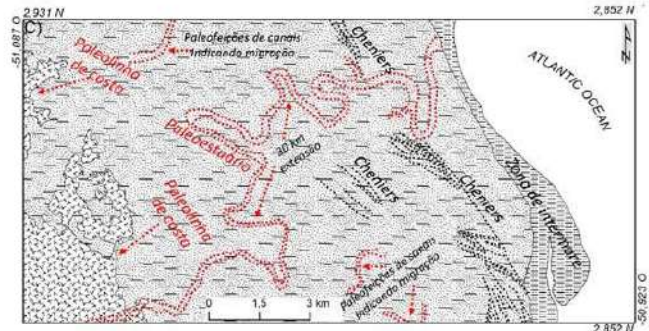


Imagem de RADAR aerotransportado, com polarização VV, banda P, ressaltando as feições de paleodrenagens e cheniers. Situação ambiental: maré alta.



Imagem óptica da plataforma Bing, mostrando as paleodrenagens, cheniers e a zona de intermaré Paleostuário e marcado pela presença de floresta de várzea às suas margens, e vegetação campestre no interior do paleocanal. Situação ambiental: baixa mar.



Mapa apresentando os valores interpretados a partir das imagens de sensores remotos.

Os sistemas de *cheniers* desenvolvidos sobre uma sequência lamosa de intermaré, com idades de 5.030 +/- 45 anos a 4.140 anos +/- 35 anos A.P indicam o período aproximado de desativação deste estuário.

#### CONCLUSÕES

- As relações morfocronológicas indicam que a desativação do estuário ocorreu durante a regressão marinha do Holoceno. A sua conexão com a morfologia atual do estuário do rio Cuñani indica migração do sistema para sul.
- A direção de migração para sul é a mesma que tem sido encontrada em outras paleodrenagens na planície costeira ao norte da foz do rio Amazonas.
- Necessidade de sondagens e novas datações dentro do paleoestuário para determinar o arcabouço geológico e a cronologia absoluta dos pacotes sedimentares.

#### AGRADECIMENTOS



#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boaventura, F. M. C. & Narita, C. Geomorfologia. Folha Na/NB 22-Macapá. In: Projeto Radam, Levantamento de Recursos Naturais, Rio de Janeiro, v.6 MNE/CNPM, p. 11/1-11/27, 1974.

Guerra, A. C. Estudos geográficos do território federal do Amapá. Rio de Janeiro, IBGE Conselho Nac. de Geografia. Biblioteca Geográfica Brasileira, 366 p, 1954.

JARDIM, Kerly Araujo; SANTOS, Valdenia Ferreira dos; DE OLIVEIRA, Ulisses Rocha. Paleodrainage Systems and Connections to the Southern Lacustrine Belt applying Remote Sensing Data, Amazon Coast, Brazil. Journal of Coastal Research, v. 85, n. sp1, p. 671-675, 2018.

Silveira, O. F. M. A Planície Costeira do Amapá. Dinâmica do Ambiente Influenciado por Grandes Fontes Fluviais Quaternárias. Tese (Doutorado). CPGG, UFPA/CC, Belém, 214p, 1998.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PROSPECÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MINERAIS CONTENDO ETR EM SEDIMENTOS MARINHOS DO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

RESENDE, L.R.M.; FARIA, R.F.; MARIM, T.L.

Instituto Federal do Espírito Santo (Lincoln Ribeiro Maia de Resende; [lincoln.resende@ifes.edu.br](mailto:lincoln.resende@ifes.edu.br))

O trabalho em questão vem apresentar uma metodologia prospectiva utilizada para minerais pesados, contidos em sedimentos marinhos inconsolidados (areias de praias), que foi realizada afim de se localizar, identificar e caracterizar minerais que contenham os elementos terras-raras (ETR). Esse trabalho foi realizado ao longo da faixa costeira do estado do Espírito Santo, desde sua porção central (município de Guarapari-ES) até a sua porção norte (Município de São Mateus-ES). Este trabalho representa a consolidação de um projeto de iniciação científica júnior, para alunos de escolas de ensino médio (no caso em questão, alunos de uma escola técnica federal – IFES campus Nova Venécia – curso de mineração), financiado pela FAPES (Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo), tendo como um de seus objetivos centrais a disseminação de ciências entre alunos do ensino médio. Pelos estudos pré-campo, curso de nivelamento teórico junto aos alunos e revisão da bibliografia especializada, presumiu-se desde o início que um dos minerais alvos dessa pesquisa seria a monazita (que pode conter em sua composição química os seguintes ETR: Cério, Lantânio, Escândio, Neodímio, Gadolínio, Samário e Ítrio), sendo de conhecimento geral a sua ocorrência em praias capixabas, principalmente a Praia da Areia Preta, em Guarapari-ES. Como parte da metodologia prospectiva em campo, foi realizada uma amostragem por sondagem à trado, ao longo de uma linha base em pontos de localidades pré-estabelecidas, partindo-se, em etapa posterior, para os procedimentos de laboratório, tais como quarteamento, redução e separação das amostras, as quais foram enviadas para análise geoquímica (via técnica ICP-MS e FAAS) e caracterização mineralógica (em lupa binocular). Constatou-se como um dos principais resultados dessa pesquisa a presença de minerais contendo ETR em todas localidades amostradas, sendo que a variação de ocorrência mineral da monazita foi mais significativa na região de Guarapari-ES. Nas praias localizadas ao norte do estado, em localidades dos municípios de Aracruz e Linhares, a monazita ocorre associada quase sempre a outros minerais pesados, tais como magnetita e ilmenita, porém em pequenas quantidades.

Palavras-chave: Elementos Terras Raras. Prospecção Mineral. Geoquímica. Monazita.



### PROSPECÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MINERAIS CONTENDO ETR EM SEDIMENTOS MARINHOS DO CENTRO-NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

RESENDE, Lincoln Ribeiro Maia de; FARIA, Rômulo Furtado; MARIM, Thalya Leandro

IFES - INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

lincoln.resende@ifes.edu.br; romulo.faria@ifes.edu.br; thalyamarim@gmail.com



#### INTRODUÇÃO

Apresenta-se aqui os resultados de um projeto de iniciação científica júnior (PIC Jr), tendo como agência de fomento à FAPES, que consistiu em uma pesquisa mineral e de cunho científico sobre os elementos químicos terras raras (ETR), suas formas de ocorrências na natureza (minerais que contêm tais elementos) e a detecção dessas ocorrências minerais no estado do Espírito Santo, particularmente na sua porção central e norte do litoral.

As terras raras são um assunto em evidência nos tempos atuais, tendo uma ampla gama de aplicação tecnológica e uma forma de ocorrência natural restrita à poucos pontos do planeta, sendo que no litoral capixaba sua ocorrência se dá na forma de placeres aluvionares marinhos (VELHO, J. L.).

Esse projeto foi desenvolvido por alunos do curso técnico integrado ao ensino médio do IFES Campus Nova Venécia, monitorados por uma aluna de graduação em geografia e professores da área de mineração e química do IFES.



Figura 1. Coleta de Amostras em Campo com trado manual (localidade da praia da Areia Preta, em Guarapari-ES – à esquerda) e procedimentos de laboratório (quarteamento – figura do meio e peneiramento – à direita).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto teve início com uma revisão de artigos e referências bibliográficas sobre ocorrências de minerais portadores de ETR no Brasil, sua química, técnicas prospectivas e de beneficiamento.

A etapa seguinte envolveu a compra de equipamentos e preparação da etapa de coleta de amostras em campo.

Na etapa de coleta de amostras em campo, utilizando-se de sondagem com um trado manual, fez-se a amostragem em localidades pré-estabelecidas, obedecendo-se aos preceitos de prospecção mineral em sedimentos marinhos inconsolidados (PEREIRA, R. M.). Foram coletadas e nomeadas amostras no litoral dos municípios capixabas de Guarapari, Aracruz, Linhares e São Mateus.

Posteriormente procedeu-se a etapa de ensaios e procedimentos em laboratório de tratamento de minérios (IFES/Nova Venécia). Nessa etapa, foi feito a pesagem, secagem, quarteamento, redução e separação das amostras coletadas em etapa anterior. Tais amostras, com as massas devidamente adequadas, foram encaminhadas para descrição mineralógica em lupa binocular e análise geoquímica (via técnica ICP-MS, para detecção dos ETR) entre outros ensaios (peneiramento fino, para verificação da correlação da segregação de minerais pesados por faixas granulométricas).

#### RESULTADOS

Os resultados dos ensaios e procedimentos com amostras de sedimentos marinhos (material arenoso) comprovou a ocorrência de minerais portadores dos ETR, sendo tal mineral portador das ETR a monazita, claramente visível nas amostras coletadas em localidades de Guarapari (detecção direta em lupa binocular – vide figura 02, com a análise geoquímica corroborando teores elevados dos ETR). Nas amostras coletadas em localidades de Aracruz e Linhares não foi possível uma detecção direta (identificação mineralógica) da monazita portadora dos ETR, mas a análise geoquímica confirmou que o mineral suspeito (monazita) estava presente.



Figura 2: Imagem oblíqua em lupa binocular (aumento 35 x) das areias monazíticas que constituem a amostra P3GRPA2, com destaque para as ocorrências de Monazita (Mnz), Quartzo (Qtz), Magnetita (Mag) e ilmenita (Ilm).

#### Análise Geoquímica (Via ICP-MS)

Descrição da Amostra	Y ppm 0,1	Ce ppm 0,1	La ppm 0,01	Nd ppm 0,03	Sm ppm 0,1	Sc <sup>+</sup> ppm 1
P1 GUR A1	8,5	76,6	37,5	30,4	5,21	8
P3 GRP A2	427	8130,0	3900,0	3470,0	555,0	63
P1 ARAC A1	14,1	109,5	49,7	40,9	6,92	47
P4 LIN A1	17,8	60,1	29,6	23,5	4,13	7

Tabela 1. Resultados expressos em ppm de análise geoquímica (técnica de ICP-MS, exceto para o elemento Sc<sup>+</sup>, onde se utilizou FAAS) de amostras diversas de sedimentos marinhos inconsolidados contendo ETR no mineral Monazita.

#### CONCLUSÕES

Em todas as regiões costeiras amostradas foram encontrados minerais contendo elementos terras raras (ETR), mas em concentrações diferentes, sendo que a variação de ocorrência mineral da monazita foi mais significativa na região de Guarapari-ES. Outros minerais que ocorreram associados foram Ilmenita, Magnetita, Zircão, Granada e Quarto (maior quantidade).

Conclui-se que a pesquisa obteve resultados significativos em todos os âmbitos, principalmente no que tange a geração de dados geológicos confiáveis para o estado do Espírito Santo além de uma iniciação científica e formação de qualidade do aluno.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LIUZ, Adão Benvidio da; LINS, Fernando A. Freitas. Rochas & Minerais Industriais: usos e especificações. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008, 2 ed.
- PEREIRA, Ronaldo Melo. Fundamentos de Prospecção Mineral. 2ª Edição: Revista e Ampliada. Editora Interciência, Rio de Janeiro: 2012.
- VIJAYAN, S.; MELNYK, A.; SINGH, R.; NUTTAL, K. 1969. Rare earths-their mining, processing and growing industrial use. *Mining Engineering*, vol. 41, n.º 1, pp. 13-18.
- VELHO, José Lopes. *Minerologia Industrial: Princípios e Aplicações*. Lidel, Lisboa: 2005.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### FORMAS DE FONDO Y SU SIGNIFICADO HIDROSEDIMENTOLÓGICO EN UN AMBIENTE MACROMAREAL NORPATAGÓNICO, ARGENTINA

ALIOTTA, S.<sup>1,2</sup>; GINSBERG, S.S.<sup>1,2</sup>

Instituto Argentino de Oceanografía (UNS-CONICET)<sup>1</sup>, Universidad Nacional del Sur (UNS)<sup>2</sup>, Argentina (Salvador Aliotta; [gmaliott@criba.edu.ar](mailto:gmaliott@criba.edu.ar))

San Matías es el mayor golfo norpatagónico de la costa argentina. En su extremo noroeste se localiza la bahía de San Antonio, la cual ocupa una extensa área costera gobernada por un régimen macromareal, con amplitudes de hasta 9 m y corrientes de marea que superan los 2 m/seg. En este ambiente se desarrollan diversas estructuras sedimentarias, las cuales constituyen una importante evidencia de la acción de flujos residuales y del transporte de sedimento. El análisis de estas formas de fondo permitieron inferir las condiciones morfodinámicas e hidrosedimentológicas dominantes en el sector de entrada a la bahía de San Antonio. En este estudio se aplicaron los siguientes métodos acústicos: sonda multibeam (250 kHz), sonar de barrido lateral (100 kHz) y sísmica de reflexión (3,5 khz). Las formas de fondo más conspicuas observadas fueron dunas de diversas dimensiones y características, y franjas sedimentarias (*sand ribbons*), las cuales ocupan diferentes tramos del canal investigado. En el sector norte, hacia el interior de la bahía de San Antonio, se desarrollan dunas grandes asimétricas, cuyas alturas oscilan entre 1,0 y 2,5 m. Estas geoformas se disponen de manera aislada o en sucesión, con una longitud de onda de aproximadamente 80-100 m. Perpendiculares a las crestas de las dunas se presentan *sand ribbons* de varios cientos de metros de longitud, algunas de las cuales evidencian, por la generación de pequeñas dunas sobrepuestas, una mayor disponibilidad de sedimento. Aquí, la arena es movilizada por la corriente de reflujo hacia el exterior de la bahía sobre un sustrato gravoso, de elevada reflectividad acústica. Las dunas de mayores alturas (3 m) se presentan en la entrada de la bahía, a lo largo del tramo del canal con menores profundidades (5 m), entre los bancos arenosos Palisa (al oeste) y Lobos (al este). Las crestas de las dunas se prolongan por más de 300 m, perpendiculares al eje del canal. Una capa areno-gravosa de 4 m de espesor constituye la secuencia superficial que incluye a estas formas de fondo. La posición de sus taludes muestra una significativa variabilidad en la dirección de migración de estas geoformas. Así, se observó que aquellas generadas en el sector oeste del canal se orientan según la corriente de creciente, mientras que las localizadas en la franja este se disponen según el reflujo. Esta particularidad morfológica en el cambio de asimetría de las dunas define una compleja dinámica sedimentaria, revelando una tendencia al ingreso de material arenoso a la bahía de San Antonio por el sector adyacente al banco Palisa. En cambio, en la franja contigua al banco Lobos, las fuertes corrientes de marea establecen una dominancia del transporte de sedimento como carga de fondo hacia el exterior del sistema.

Palabras clave: Dunas. Macromarea. Dinámica sedimentaria.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### FORMAS DE FONDO Y SU SIGNIFICADO HIROSEDIMENTOLÓGICO EN UN AMBIENTE MACROMAREAL NORPATAGÓNICO, ARGENTINA.

ALIOTTA, S.<sup>1,2</sup>; GINSBERG, S.S.<sup>1,2,3</sup>

Instituto Argentino de Oceanografía (UNS-CONICET)<sup>1</sup>, Bahía Blanca, Argentina; Departamento de Geología<sup>2</sup>, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina; Dpto. Ingeniería Civil<sup>3</sup>, Facultad Regional Bahía Blanca, Universidad Tecnológica Nacional, Bahía Blanca, Argentina. Salvador Aliotta: gmalott@criba.edu.ar.



#### INTRODUCCION

San Matías es el mayor golfo norpatagónico de la costa argentina. En su extremo noroeste se localiza la bahía de San Antonio (Fig. 1), la cual ocupa una extensa área costera gobernada por un régimen macromareal, con amplitudes de hasta 9 m y corrientes de marea que superan los 2 m/seg.

En este ambiente se desarrollan diversas estructuras sedimentarias, las cuales constituyen una importante evidencia de la acción de flujos residuales y del transporte de sedimento. El análisis de estas formas de fondo permitieron inferir las condiciones morfodinámicas e hidro sedimentológicas dominantes en el sector de entrada a la bahía de San Antonio.

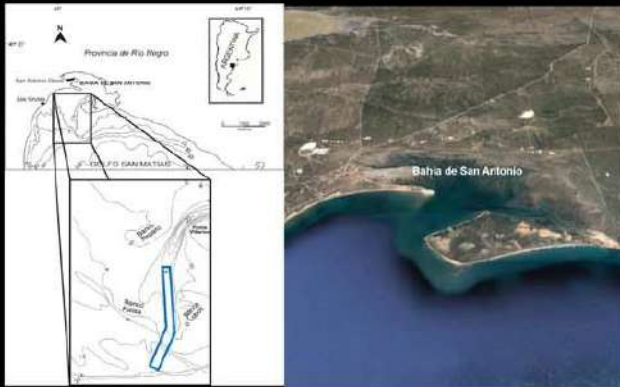


Figura 1. Zona de estudio. Canal de acceso a la bahía de San Antonio, Provincia de Río Negro, Argentina.

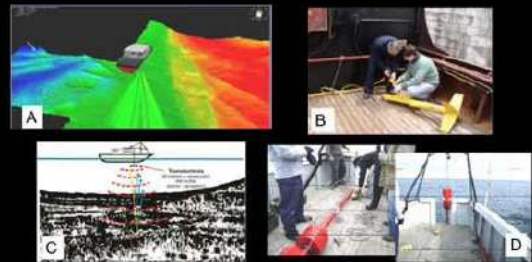


Figura 2. Equipamiento utilizado. A: multibeam, B: sonar de barrido lateral, C: sísmica de 3,5 Khz, D: muestreo de sedimentos (coring).

#### MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se aplicaron los siguientes métodos acústicos: sonda multihaz Geoswath Plus de Geoacoustics, cuya frecuencia de operación fue de 250 kHz. Un sonar de barrido lateral con Transmitter Sonarlik Seemap y rango de barrido de 100 m y Tow Fish Modelo 272 (100 kHz). El sistema sísmico empleado fue un equipo Geopulse Transmitter 5430A, con frecuencia de 3.5 Khz. Además, un arreglo de cuatro transductores GeoAcoustics 137D (emisores-receptores) con una potencia máxima de 10 Kw. También, se extrajeron muestras superficiales con extractor tipo Van Veen y saca testigo coring (Fig. 2).

#### RESULTADOS

Las formas de fondo más conspicuas observadas fueron dunas de diversas dimensiones y características, y *sand ribbons*. Hacia el interior de la bahía de San Antonio, se desarrollan dunas grandes asimétricas, cuyas alturas oscilan entre 1,0 y 2,5 m. Estas se disponen de manera aislada o en sucesión, con una longitud de onda de aproximadamente 80-100 m (Fig. 3, A). Perpendiculares a las crestas de las dunas se presentan *sand ribbons* de varios cientos de metros de longitud, algunas de las cuales evidencian, por la generación de pequeñas dunas sobrepuestas, una mayor disponibilidad de sedimento (Fig. 3, A). Aquí, la arena es movilizada por la corriente de reflujo hacia el exterior de la bahía sobre un sustrato gravoso, de elevada reflectividad acústica.

Las dunas de mayores alturas (3 m) se presentan en la entrada de la bahía, a lo largo del tramo del canal con menores profundidades (5 m), entre los bancos arenosos Palisa (al oeste) y Lobos (al este) (Fig. 1). Las crestas de las dunas se prolongan por más de 300 m, perpendiculares al eje del canal (Fig. 3, B). Una capa areno-gravosa de 4 m de espesor constituye la secuencia superficial que incluye a estas formas de fondo. La posición de sus taludes muestra una significativa variabilidad en la dirección de migración de estas geoformas. Así, se observó que aquellas generadas en el sector oeste del canal se orientan según la corriente de creciente, mientras que las localizadas en la franja este se disponen según el reflujo.

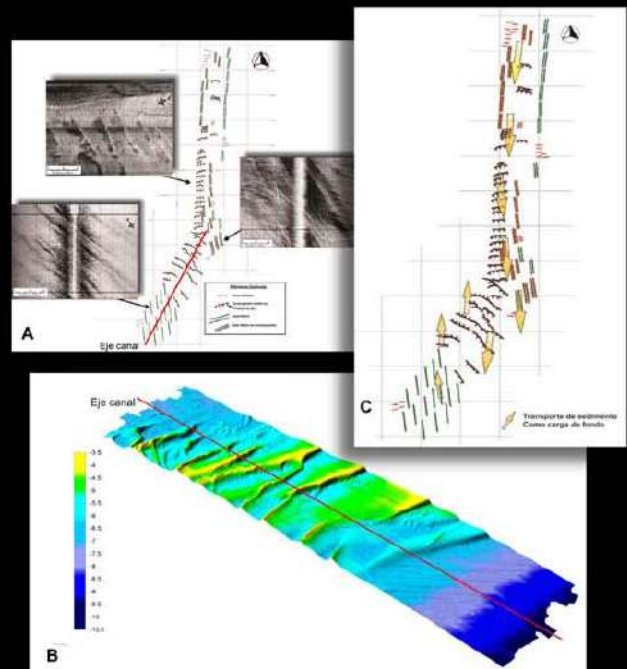


Figura 3. A: Distribución de las formas de fondo y ejemplos de registros de sonar lateral. B: Batimetría 3D de grandes dunas con asimetría invertida. C: Esquema del transporte de sedimento como carga de fondo.

#### CONCLUSIÓN

La particularidad morfológica en el cambio de asimetría de las dunas define una compleja dinámica sedimentaria (Fig. 3, C), revelando una tendencia al ingreso de material arenoso a la bahía de San Antonio por el sector adyacente al banco Palisa. En cambio, en la franja contigua al banco Lobos, las fuertes corrientes de marea establecen una dominancia del transporte de sedimento como carga de fondo hacia el exterior del sistema.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ORIGEM DA MATÉRIA ORGÂNICA EM SEDIMENTOS HOLOCÊNICOS DA PLATAFORMA INTERNA DE PERNAMBUCO, NE DO BRASIL

MARTINS, S.E.M.<sup>1</sup>; FLORES-MONTES, M.J.<sup>2</sup>; SIAL, A. N.<sup>2</sup>; VALENÇA, L.M.M.<sup>2</sup>; BARCELLOS, R.L.<sup>2</sup>.

Universidade Federal do Oeste do Pará<sup>1</sup> (Silvio Eduardo Matos Martins, [silvio.martins@ufopa.edu.br](mailto:silvio.martins@ufopa.edu.br)); Universidade Federal de Pernambuco<sup>2</sup>

O objetivo deste trabalho foi elaborar uma análise histórica da origem da matéria orgânica sedimentar na plataforma continental interna de Pernambuco, na área de influência do estuário do rio Capibaribe (8°03'S/34°53"W) e do Porto de Recife, utilizando análise de parâmetros, sedimentológicos e isotópicos de Carbono (C) e Nitrogênio (N). A área é um local densamente urbanizado associada a um clima tropical (25°C/>2000 mm.ano<sup>-1</sup>). Foram coletados dois testemunhos (T1 e T2) pelo método *pushcore*. Os conteúdos de Carbono orgânico total (COT) variaram de 0,65% (126 a 128 cm) a 2,87% (36 a 38 cm – ano de 1904). As concentrações de nitrogênio total (NT) variaram de 0,13% (20 a 22 cm, 1952) à 0,26% (06 a 08 cm, 1995). A razão isotópica  $\delta^{13}\text{C}$  variou de valores mais enriquecidos de -17‰PDB (70 a 72 cm) até valores menos enriquecidos de -34‰PDB (120 a 122 cm). A razão isotópica  $\delta^{15}\text{N}$  variou de valores menos enriquecidos de -1,53‰Ar (80 a 82 cm) até valores mais enriquecidos de 21,96‰Ar (20 a 22 cm de profundidade, ano de 1952). O valor médio de COT encontrado (2,25%) para uma área costeira sob influência da pluma de sedimentos do setor inferior do estuário, indica que esse pode estar sofrendo influências de descarga de esgotos domésticos e efluentes industriais. Os dados das razões C/N variaram de 8,28 (topo) até 18,5 entre 14 e 16 cm (ano de 1971). Os resultados da razão isotópica  $\delta^{13}\text{C}$  indicaram que de 1892 AD ao atual ocorre uma predominância de carbono de origem C<sub>3</sub>, sendo considerado um ambiente de influência mista (média de -22‰PDB). Os altos teores de matéria orgânica total (MOT) indicam a forte contribuição fluvial desse sistema para o setor inferior do estuário e plataforma continental interna adjacente. A matéria orgânica de origem continental foi classificada como de ambientes de pântano-salino, de origem de plantas terrestres, solos e plâncton de água doce. A matéria orgânica foi relacionada aos eventos de intensificação pluviométrica nas bacias hidrográficas dos rios Capibaribe, Beberibe e bacia do Pina. Os dados da razão C/N indicaram uma mistura de matéria orgânica de origens autóctone e alóctone, indicando importante contribuição de matéria orgânica de origem vegetal terrestre nos sedimentos transportados do estuário do rio Capibaribe para a plataforma continental interna adjacente ao sistema estuarino. O estudo elementar e isotópico de C e N da matéria orgânica sedimentar possibilitou melhor compreender as mudanças deposicionais ocorridas na área do baixo estuário do rio Capibaribe, na plataforma interna, sob a ótica da influência antrópica na produção e dinâmica deposicional de sedimentos em um ambiente de importância histórica para a costa brasileira, como a área portuária da cidade de Recife.

Palavras-chave: Evolução deposicional. Sedimentação recente. Geoquímica sedimentar. C e N.



### ORIGEM DA MATÉRIA ORGÂNICA EM SEDIMENTOS HOLOCÊNICOS DA PLATAFORMA INTERNA DE PERNAMBUCO, NE DO BRASIL

SILVIO EDUARDO MATOS MARTINS<sup>1</sup> MANUEL DE J. FLORES-MONTES<sup>2</sup> ALCIDES NOBREGA SIAL<sup>3</sup> LÚCIA MARIA MAFRA VALENÇA<sup>3</sup> ROBERTO LIMA BARCELLOS<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Docente do curso de Geologia da Universidade Federal do Oeste do Pará. E-mail de contato: [marlins@oceanic@gmail.com](mailto:marlins@oceanic@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco.

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco.



#### INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho foi elaborar uma análise histórica da origem da matéria orgânica sedimentar na plataforma continental interna de Pernambuco, na área de influência do estuário do rio Capibaribe (8°03'S/34°53'W) e do Porto de Recife, utilizando análise de parâmetros, sedimentológicos e isotópicos de Carbono (C) e Nitrogênio (N). A área é um local densamente urbanizado associada a um clima tropical (25°C/>2000 mm.ano<sup>-1</sup>).

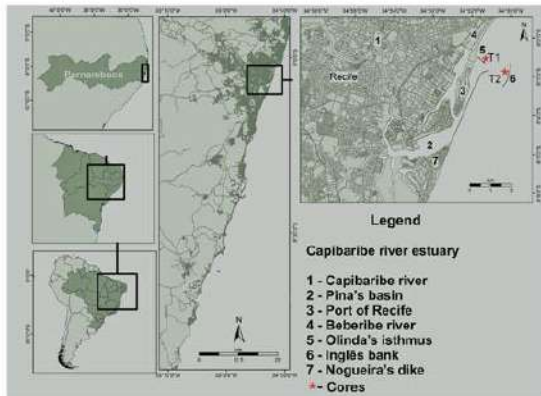


Figura 1. Localização dos pontos de coleta

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletados dois testemunhos (T1 e T2) pelo método *pushcore*. Os conteúdos de Carbono orgânico total (COT) variaram de 0,65% (126 a 128 cm) a 2,87% (36 a 38 cm – ano de 1904). As concentrações de nitrogênio total (NT) variaram de 0,13% (20 a 22 cm, 1952) à 0,26% (06 a 08 cm, 1995).

#### RESULTADOS

Os conteúdos de Carbono orgânico total (COT) variaram de 0,65% (126 a 128 cm) a 2,87% (36 a 38 cm – ano de 1904). As concentrações de nitrogênio total (NT) variaram de 0,13% (20 a 22 cm, 1952) à 0,26% (06 a 08 cm, 1995). A razão isotópica  $\delta^{13}C$  variou de valores mais enriquecidos de -17‰PDB (70 a 72 cm) até valores menos enriquecidos de -34‰PDB (120 a 122 cm). A razão isotópica  $\delta^{15}N$  variou de valores menos enriquecidos de -1,53‰Ar (80 a 82 cm) até valores mais enriquecidos de 21,96‰Ar (20 a 22 cm de profundidade, ano de 1952). O valor médio de COT encontrado (2,25%) para uma área costeira sob influência da pluma de sedimentos do setor inferior do estuário, indica que esse pode estar sofrendo influências de descarga de esgotos domésticos e efluentes industriais. Os dados das razões C/N variaram de 8,28 (topo) até 18,5 entre 14 e 16 cm (ano de 1971). Os resultados da razão isotópica  $\delta^{13}C$  indicaram que de 1892 AD ao atual ocorre uma predominância de carbono de origem  $C_3$ , sendo considerado um ambiente de influência mista (média de -22‰PDB). Os altos teores de matéria orgânica total (MOT) indicam a forte contribuição fluvial desse sistema para o setor inferior do estuário e plataforma continental interna adjacente. A matéria orgânica de origem continental foi classificada como de ambientes de pântano-salino, de origem de plantas terrestres, solos e plâncton de água doce. A matéria orgânica foi relacionada aos eventos de intensificação pluviométrica nas bacias hidrográficas dos rios Capibaribe, Beberibe e bacia do Pina. Os dados da razão C/N indicaram uma mistura de matéria orgânica de origens autóctone e alóctone, indicando importante contribuição de matéria orgânica de origem vegetal terrestre nos sedimentos transportados do estuário do rio Capibaribe para a plataforma continental interna adjacente ao sistema estuarino.

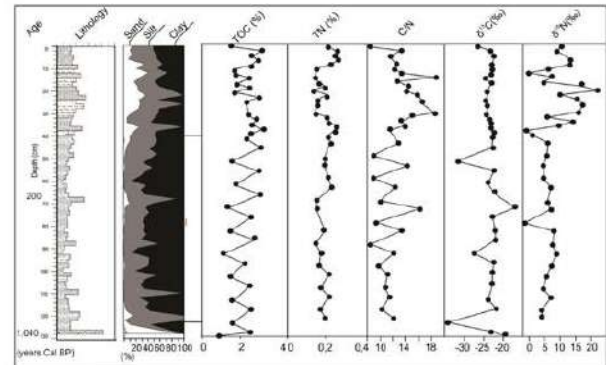


Figura 2. Idades <sup>210</sup>Pb, estratigrafia, valores de carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), C/N,  $\delta^{13}C$  e  $\delta^{15}N$  do testemunho T2

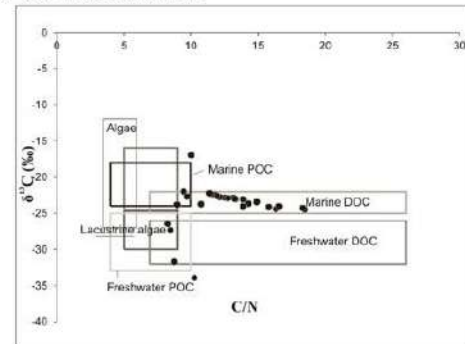


Figura 3. Gráfico  $\delta^{13}C$  x C/N do testemunho T2

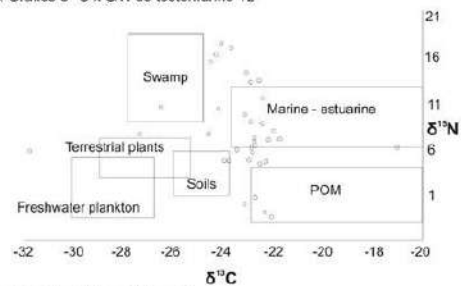


Figura 4. Gráfico  $\delta^{13}C$  x  $\delta^{15}N$  do T2

#### CONCLUSÕES

O estudo elementar e isotópico de C e N da matéria orgânica sedimentar possibilitou melhor compreender as mudanças deposicionais ocorridas na área do baixo estuário do rio Capibaribe, na plataforma interna, sob a ótica da influência antrópica na produção e dinâmica deposicional de sedimentos em um ambiente de importância histórica para a costa brasileira, como a área portuária da cidade de Recife.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, F. C.; ROSSETTI, D. F. 2017. Late Holocene coastal dynamics and relative sea-level changes in the littoral of Paraíba, northeastern Brazil. *Progress in Physical Geography*. DOI: 10.1177/0309133317709744.

ARAVENA, R.; EVANS, M. L.; CHERRY, J. A. 1993. Stable isotopes of oxygen and nitrogen in source identification of nitrate from septic systems. *Ground water*, v.31, n.2, p. 180-186.

BARCELLOS, R. L.; CAMARGO, P. B.; GALVÃO, A.; WEBER, R. R. 2009. Sedimentary organic matter in cores of Cananéia-Iguape lagoonal-estuarine system, São Paulo State, Brazil. *Journal of Coastal Research*, Special Edition n° 56: 1335-1339.

LORENTE, F. L. Caracterização paleoambiental de depósitos quaternários da costa norte do Estado do Espírito Santo (ES – Brasil): uma abordagem interdisciplinar. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, USP: Piracicaba, 2015. 213 p.

MEYERS, P. A. 1994. Preservation of source identification of sedimentary organic matter during and after deposition. *Chemical Geology*, Amsterdam, v. 144, n. 3-4, p. 289-302.

OGRINC, N.; FONTOLAN, G.; FAGANELI, J. AND COVELLI, S. 2005. Carbon and nitrogen isotope compositions of organic matter in coastal marine sediments (Gulf of Trieste, N Adriatic Sea): indicators of sources and preservation. *Marine Chemistry*, 95: 163-181.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PALEOAMBIENTES DO HOLOCENO MÉDIO EM UM SISTEMA ESTUARINO TROPICAL NA COSTA NORDESTE DO BRASIL

MARTINS, S.E.M.<sup>1</sup>; FRANÇA, M.C.<sup>2</sup>; PESSEDA, L.C.R.<sup>3</sup>; CAMARGO, P.B.<sup>3</sup>; SIAL, A. N.<sup>4</sup>;  
VALENÇA, L.M.M.<sup>4</sup>; BARCELLOS, R.L.<sup>4</sup>.

Universidade Federal do Oeste do Pará<sup>1</sup> (Silvio Eduardo Matos Martins, [silvio.martins@ufopa.edu.br](mailto:silvio.martins@ufopa.edu.br)); Instituto Federal do Pará<sup>2</sup>; Universidade de São Paulo<sup>3</sup>; Universidade Federal de Pernambuco<sup>4</sup>.

O objetivo deste trabalho foi realizar o estudo ambiental dos depósitos sedimentares do Holoceno no sistema estuarino do rio Formoso, litoral sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil, com a finalidade de melhor compreender os processos atuantes na evolução deposicional e as resultantes geomorfológicas no sistema costeiro. Três testemunhos foram recuperados no sistema estuarino do rio Formoso. Foram determinadas 3 fácies, sendo: Fácies FI (Finos com laminação) – transicional lago/laguna costeira (7.214–6.712 anos Cal AP): com fácies associada a evento transgressivo e estabilização do nível de mar alto. As médias de COT,  $\delta^{13}\text{C}$ , NT,  $\delta^{15}\text{N}$  e da razão C/N foram, respectivamente de: 5,6%, -25,3‰, 0,17%, 4,46‰ e 43. A MO apresentou dados indicativos de incursões marinhas, porém com predominância de origem continental e plantas do tipo C<sub>3</sub>. A estabilização do nível máximo da última transgressão marinha entre 6000 e 5000 anos AP permitiu o desenvolvimento de áreas de manguezal não observados antes de 7000 anos AP. Fácies fHp (Heterolíticos arenosos com finos e cruzadas planas) – Praia/Canal de maré (6.712–4.570 anos Cal AP): associada ao aumento de fluxos energético devido à estabilização do nível do mar acima da atual zona de interflúvio entre o sistema fluvial do rio dos Passos e um canal de maré do sistema estuarino do rio Sirinhaém, localizado ao norte do ponto estudado, possibilitando um incremento energético com transporte sedimentar entre os dois sistemas. As médias de COT,  $\delta^{13}\text{C}$ , NT,  $\delta^{15}\text{N}$  e da razão C/N foram, respectivamente de: 7,9%, -19,2‰, 0,4%, 11,16‰ e 19,4. Nesta fácies se observa a expansão do manguezal composto exclusivamente por *Rhizophora mangle*. Fácies mAp (Areia média com cruzadas planas) - Praia (4.570–1795 anos Cal AP): a partir de 4.570 anos Cal AP, inicia a colonização por *Laguncularia racemosa*. Fácies associada ao aumento de fluxos energéticos propiciados por evento regressivo. As médias de COT,  $\delta^{13}\text{C}$ , NT,  $\delta^{15}\text{N}$  e da razão C/N foram, respectivamente de: 1,6%, -25,8‰, 0,08%, 0,16‰ e 19,8. Observou-se a ausência de preservação de pólen e esporos entre 40 e 20 cm (3.101 – 1.469 anos Cal AP). Fácies mfAr (Areias muito finas com bioturbação) – Estuário (1.795 anos AP- ao atual): Presença de bioturbações. Marca o início da colonização do manguezal por *Avicennia*. As médias de COT,  $\delta^{13}\text{C}$ , NT,  $\delta^{15}\text{N}$  e da razão C/N foram, respectivamente de: 1,59%, -26,9‰, 0,08%, 6,9‰ e 17,9. A porção mais recente se encontra sob influência de atividades econômicas nas adjacências, como plantações e tanques de carcinicultura. As variações do nível do mar nos últimos 7.000 anos foram responsáveis por mudanças geomorfológicas e ambientais no sistema estuarino estudado e puderam ser observadas a partir da análise multi-parâmetros utilizada na presente pesquisa.

Palavras-chave: Evolução deposicional. Sedimentação estuarina. Palinologia.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### PALEOAMBIENTES DO HOLOCENO MÉDIO EM UM SISTEMA ESTUARINO TROPICAL NA COSTA NORDESTE DO BRASIL



SILVIO EDUARDO MATOS MARTINS<sup>1</sup> LUIZ CARLOS R. PESSENA<sup>2</sup> AÍCIDES NÓBREGA SIAL<sup>3</sup> LÚCIA MARIA MAFRA VALENÇA<sup>3</sup> MARLON CARLOS FRANÇA<sup>4</sup> ROBERTO LIMA BARCELLOS<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Docente do curso de Geologia da Universidade Federal do Oeste do Pará. E-mail de contato: [martinsociano@gmail.com](mailto:martinsociano@gmail.com)

<sup>2</sup> Docente do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

<sup>3</sup> Docente do Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco.

<sup>4</sup> Docente do Instituto Federal do Pará.

#### INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho foi realizar o estudo ambiental dos depósitos sedimentares do Holoceno no sistema estuarino do rio Formoso, litoral sul de Pernambuco, Nordeste do Brasil, com a finalidade de melhor compreender os processos atuantes na evolução deposicional e as resultantes geomorfológicas no sistema costeiro. Três testemunhos foram recuperados no sistema estuarino do rio Formoso.

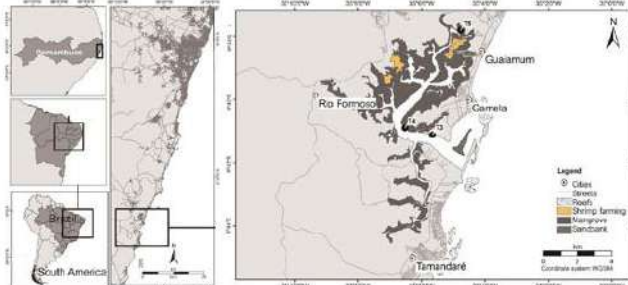


Figura 1. Localização dos pontos de coleta

#### MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados três testemunhos (T3, T4 e T5) pelo método *pushcore*. Os testemunhos foram sub-amostrado a cada 2cm. Do material coletado, separou-se cerca de 10 g para a análise de conteúdo de carbonato biodetrítico (CaCO<sub>3</sub>) (INGRAM, 1971) e 30 g para análise de conteúdo de matéria orgânica total (MOT). Cerca de 50g foram acondicionadas em potes e sacos plásticos, para as análises sedimentológicas restantes como: granulometria por peneiramento e pipetagem (MÜLLER, 1967), Conteúdo palinológico, taxa de sedimentação e datações por <sup>14</sup>C. Após a obtenção dos resultados os dados foram tratados segundo os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957). E descritos segundo as classificações faciológicas de Larsson (1977) e Shepard (1954).

#### RESULTADOS

Foram determinadas 3 fácies, sendo: Fácies FI (Finos com laminação) – transicional lago/laguna costeira (7.214–6.712 anos Cal AP): com fácies associada a evento transgressivo e estabilização do nível de mar alto. As médias de COT,  $\delta^{13}C$ , NT,  $\delta^{15}N$  e da razão C/N foram, respectivamente de: 5,6%, -25,3‰, 0,17%, 4,46‰ e 43. A MO apresentou dados indicativos de incursões marinhas, porém com predominância de origem continental e plantas do tipo C<sub>3</sub>. A estabilização do nível máximo da última transgressão marinha entre 6000 e 5000 anos AP permitiu o desenvolvimento de áreas de manguezal não observados antes de 7000 anos AP. Fácies fHp (Heterolíticos arenosos com finos e cruzadas planas) – Praia/Canal de maré (6.712–4.570 anos Cal AP): associada ao aumento de fluxos energético devido à estabilização do nível do mar acima da atual zona de interflúvio entre o sistema fluvial do rio dos Passos e um canal de maré do sistema estuarino do rio Sirinhaém, localizado ao norte do ponto estudado, possibilitando um incremento energético com transporte sedimentar entre os dois sistemas. As médias de COT,  $\delta^{13}C$ , NT,  $\delta^{15}N$  e da razão C/N foram, respectivamente de: 7,9%, -19,2‰, 0,4%, 11,16‰ e 19,4. Nesta fácies se observa a expansão do manguezal composto exclusivamente por *Rhizophora mangle*. Fácies mAp (Areia média com cruzadas planas) – Praia (4.570–1795 anos Cal AP): a partir de 4.570 anos Cal AP, inicia a colonização por *Laguncularia racemosa*. Fácies associada ao aumento de fluxos energéticos propiciados por evento regressivo. As médias de COT,  $\delta^{13}C$ , NT,  $\delta^{15}N$  e da razão C/N foram, respectivamente de: 1,6%, -25,8‰, 0,08%, 0,16‰ e 19,8. Observou-se a ausência de preservação de pólen e esporos entre 40 e 20 cm (3.101 – 1.469 anos Cal AP). Fácies mfAr (Areias muito finas com bioturbação) – Estuário (1.795 anos AP- ao atual): Presença de bioturbações. Marca o início da colonização do manguezal por *Avicennia*. As médias de COT,  $\delta^{13}C$ , NT,  $\delta^{15}N$  e da razão C/N foram, respectivamente de: 1,59%, -26,9‰, 0,08%, 6,9‰ e 17,9.

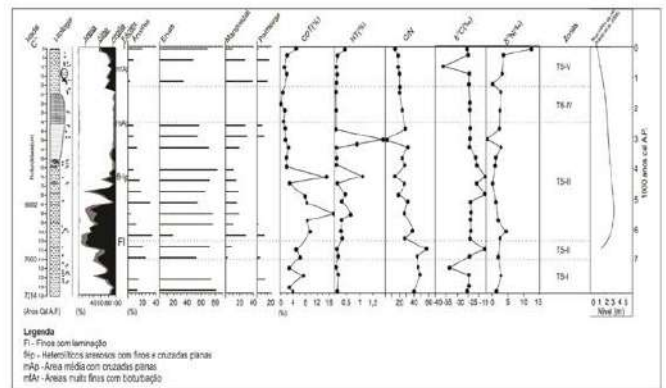


Figura 2. Idades <sup>14</sup>C, estratigrafia, valores de carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), C/N,  $\delta^{13}C$ ,  $\delta^{15}N$  e zonas palinológicas do testemunho T5

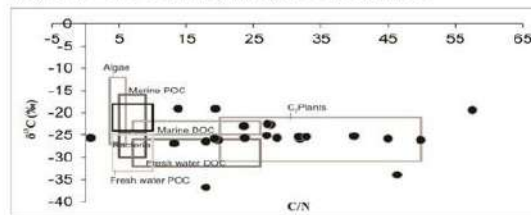


Figura 3. Gráfico  $\delta^{13}C$  x C/N do testemunho T5

#### CONCLUSÕES

A porção mais recente se encontra sob influência de atividades econômicas nas adjacências, como plantações e tanques de carcinicultura. As variações do nível do mar nos últimos 7.000 anos foram responsáveis por mudanças geomorfológicas e ambientais no sistema estuarino estudado e puderam ser observadas a partir da análise multi-parâmetros utilizada na presente pesquisa.

A análise em conjunto dos vários parâmetros estudados na presente pesquisa possibilitou a interpretação paleoambiental da seguinte forma:

Entre 7.214 – 6.712 anos Cal. AP, o paleoambiente foi caracterizado como um sistema transicional lago/laguna costeira.

Entre 6.712 – 4.570 anos Cal. AP o paleoambiente foi caracterizado como um sistema praia / canal de maré. Sendo sottoposto por um sistema praial em aproximadamente 4.570 – 1795 anos Cal AP.

O sistema estuarino atual se estabeleceu, a partir de 1.795 anos Cal. AP.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, F. C.; ROSSETTI, D. F. 2017. Late Holocene coastal dynamics and relative sea-level changes in the littoral of Paraíba, northeastern Brazil. *Progress in Physical Geography*. DOI: 10.1177/030913317709744.
- ARAVENA, R.; EVANS, M. L.; CHERRY, J. A. 1993. Stable isotopes of oxygen and nitrogen in source identification of nitrate from septic systems. *Ground water*, v.31, n.2, p. 180-186.
- BARCELLOS, R. L.; CAMARGO, F. B.; GALYÃO, A.; WEBER, R. R. 2009. Sedimentary organic matter in cores of Cananã-Iguape lagoonal-estuarine system, São Paulo State, Brazil. *Journal of Coastal Research*, Special Edition n° 56: 1335-1339.
- LORENTE, F. L. Caracterização paleoambiental de depósitos quaternários da costa norte do Estado do Espírito Santo (ES - Brasil): uma abordagem interdisciplinar. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências – Centro de Energia Nuclear na Agricultura. USP: Piracicaba, 2015. 213 p.
- MEYERS, P. A. 1994. Preservation of source identification of sedimentary organic matter during and after deposition. *Chemical Geology*, Amsterdam, v. 144, n. 3-4, p. 289-302.
- OGRIK, N.; FONTOLAN, G.; FAGANELI, J. AND COVELLI, S. 2005. Carbon and nitrogen isotope compositions of organic matter in coastal marine sediments (Gulf of Trieste, N Adriatic Sea): indicators of sources and preservation. *Marine Chemistry*; 95: 163-181.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### TEXTURA E MOBILIDADE DAS PRAIAS AO NORTE DA DESEMBOCADURA DO RIO DOCE, ESPÍRITO SANTO

ZANOTTI, M. N.; ALBINO, J.

Universidade Federal do Espírito Santo (Maitê Noda Zanotti; [maitenoda@gmail.com](mailto:maitenoda@gmail.com))

A planície deltaica do rio Doce apresenta grande variação no seu padrão de sedimentação, alternando o sentido do seu aporte fluvial e da deriva litorânea de acordo com condições de ventos e ondas, gerando uma modificação nos perfis praias adjacentes. Considerando que o transporte longitudinal líquido dos sedimentos pela ação das ondas é preferencialmente para norte, esse estudo fundamentou-se no monitoramento dos perfis praias ao norte do rio Doce, em relação às suas composições sedimentológicas e mobilidades morfológicas, relacionando com condições meteoceanográficas no período, para determinar os respectivos estágios praias e ainda discutir a contribuição da carga do rio Doce nos mesmos. Análises composicionais de minerais pesados e bioclastos e de características texturais dos sedimentos, bem como a análise integrada com a variação sazonal dos perfis topobatimétricos e condições do clima de ondas foram utilizadas para descrever essas praias. Quatro campanhas foram executadas ao longo de 12 meses nas praias de Povoação, Pontal do Ipiranga e Guriri, com levantamentos topobatimétricos e coletas de sedimentos. Os resultados indicam que as praias são extremamente influenciadas pelo aporte fluvial do rio, com predominância de grãos de quartzo angulosos e sub-angulosos, mesmo em regiões de alta energia, que tendem a retrabalhar os grãos, deixando-os mais arredondados. Essa característica textural dos grãos, juntamente com a predominância de minerais pesados instáveis na assembleia e a presença de sedimento lamoso na antepraia, que tende a aumentar nas praias mais próximas à desembocadura, sugerem um aporte recente do rio nas praias e a permanência desses sedimentos, com pouco transporte offshore. A análise dos perfis topobatimétricos indicaram também a influência fluvial, apresentando alta mobilidade morfológica, principalmente em Povoação, que exibiu um estágio praias refletivo, havendo migração sazonal do cordão litorâneo. Em Pontal do Ipiranga e Guriri a mobilidade se concentrou na região da antepraia, apresentando migração de bancos e calhas submersos, sendo característico de perfis dissipativos ou intermediários com domínio dissipativo, apontando tendências acrescenciais. Foi observado, também, que em condições mais energéticas, com maior ação de ondas, houve um aumento significativo dos teores de minerais pesados nessas praias, e no caso de Povoação, o crescimento foi exponencial paralelamente com a erosão do cordão litorâneo. O efeito gradual da deriva litorânea nas praias adjacentes ao rio Doce é também explicitado na distribuição do diâmetro médio dos grãos, que tende a afinar à medida que se afasta da desembocadura. O monitoramento dos parâmetros analisados nesse estudo é essencial para verificar a variação da mobilidade dos perfis dependendo das condições meteoceanográficas e ainda fluviais, sendo ambos ambientes determinantes para a manutenção da morfodinâmica atual, e qualquer alteração ambiental ou antropogênica nestes sistemas pode desencadear um desequilíbrio, causando processos de erosão/acreção na linha de costa.

Palavras-chaves: Mobilidade morfológica. Planície deltaica do rio Doce.





## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### MOBILIDADE MORFOLÓGICA E CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DOS PERFIS DE PRAIAS AO NORTE DO RIO DOCE

Zanotti, M. N.<sup>1</sup> & Albino, J.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Espírito Santo<sup>1</sup>

maitenoda@gmail.com

#### RESULTADOS

#### INTRODUÇÃO

Os rios são fontes sedimentares potenciais para praias, e no caso do rio Doce, a carga e descarga fluvial, juntamente com a deriva litorânea vêm exercendo papel fundamental nas variações morfológicas e sedimentares das praias adjacentes a sua desembocadura (Dominguez, et al., 1981). Como evidenciado por Short & Wright (1984), o ambiente praias e a zona de surfe estão sempre se modificando de acordo com condições meteoroclimáticas, logo, seu monitoramento é de extrema importância.

Os padrões de ventos e ondas na região variam predominante entre leste/nordeste, e sul/sudeste, enquanto o transporte longitudinal líquido de sedimentos é de sul para norte (Albino & Suguió, 2010; Oliveira, et al., 2015).

Dessa forma, a presente pesquisa teve como objetivo verificar a mobilidade morfológica e realizar uma caracterização sedimentar das praias adjacentes à planície deltaica do rio Doce, analisando o papel do rio e de condições hidrodinâmicas nas alterações das características da praia.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas 4 campanhas ao longo de um ano em três estações ao norte da planície do rio Doce, nas praias de Povoação, Pontal do Ipiranga e Gurri, monitorando a mobilidade e composição sedimentar dos perfis.

O levantamento topográfico foi realizado por meio de posicionamento espacial e altimétrico em tempo real, utilizando um GNSS com função RTK, e posterior processamento dos dados com software Excel.

As coletas sedimentológicas foram realizadas nas feições emersas da berma e face praias e submersas, na antepraia rasa, e isóbatas de 5 e 10 metros. As amostras foram triadas em laboratório e posteriormente analisadas quanto sua granulometria e composição, realizando a morfoscopia dos grãos de quartzo e determinando teores e identificando os minerais pesados.

Por meio da integração de dados de ondas (obtidos no site <https://www.windguru.cz>) com a caracterização sedimentar, foi possível determinar o estágio morfodinâmico praias de acordo com Wright & Short (1984).

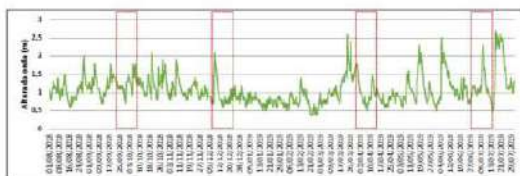


Figura 1. Altura das ondas da região de estudo ao longo de um ano. As regiões destacadas representam os dias das campanhas. Observa-se que em abril, o campo se deu logo após a passagem de um ciclone extratropical, havendo condições hidrodinâmicas altamente energéticas, tendo como resposta um aumento no teor de minerais pesados na berma da praia de Povoação (86%).

#### CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que as praias adjacentes à planície do rio Doce sofrem extrema influência da carga/descarga do rio nas suas características sedimentológicas e morfológicas, sendo que há um gradiente dessas características a medida que se afasta da desembocadura do rio.

Espera-se que o contínuo monitoramento sirva para futuramente entender mais sobre o transporte nessas praias e a correlação entre as condições hidrodinâmicas e as alterações que se dão no prisma praias.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, Jacqueline; SUGIÓ, Keniro. Sedimentation processes and beach morphodynamics active at the Doce River mouth, Espírito Santo State, Brazil. Vitória: UFES, 2010.  
DOMINGUEZ, J.M.L., BITTENCOURT, A.C.S.P., MARTIN, L. 1981. Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). Rev. Brasil. Geoc. 11(4).  
OLIVEIRA, Tiago Castro Alves; ALBINO, Jacqueline; VENACIO, Igor. Transporte longitudinal de sedimentos no litoral da planície deltaica do Rio Doce. Vitória: UFES, 2015.  
SHORT, A. D., & WRIGHT, L. D. 1984. Morphodynamics of high energy beaches: an Australian perspective. Coastal geomorphology in Australia, 43-88.

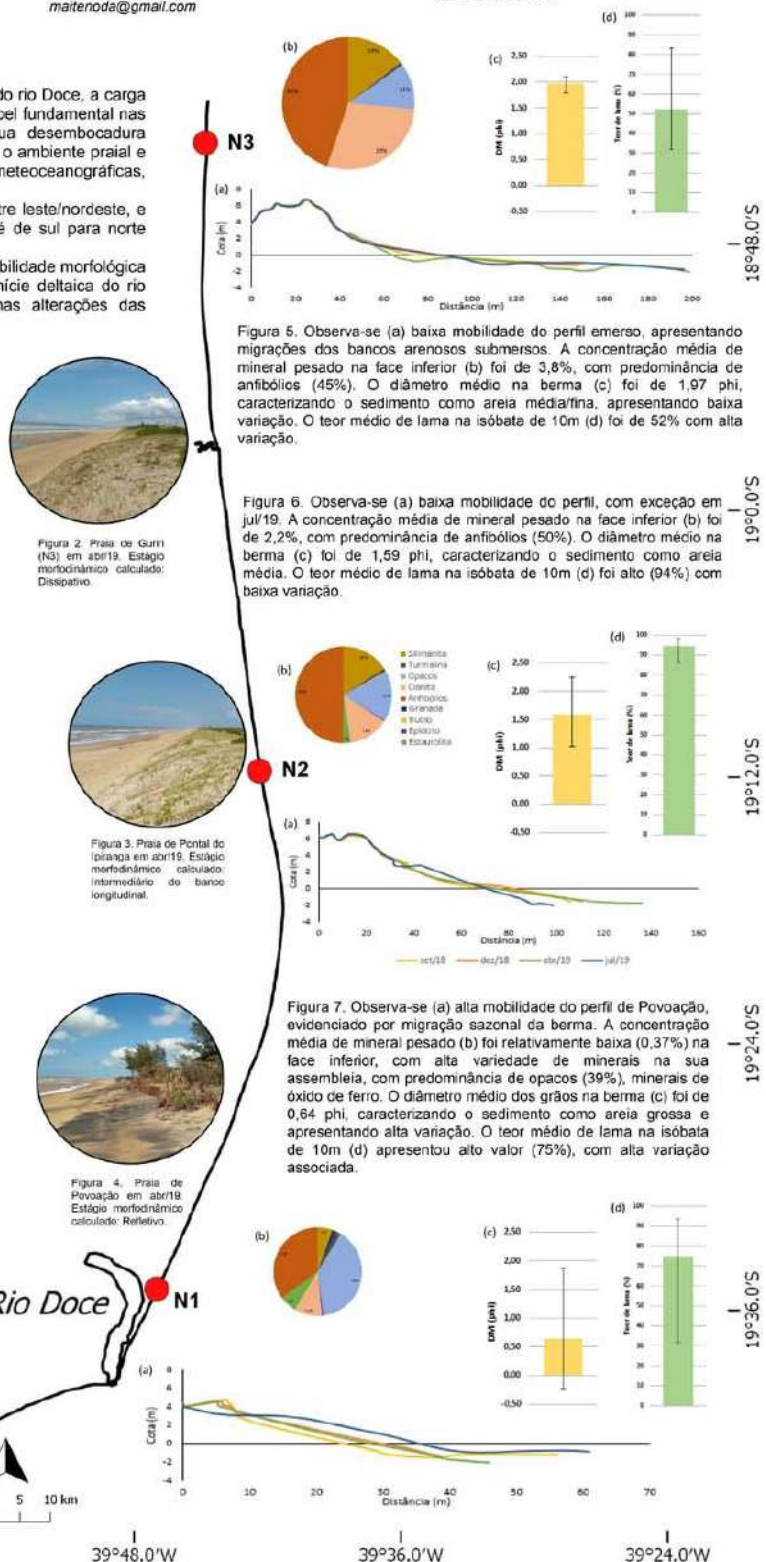


Figura 5. Observa-se (a) baixa mobilidade do perfil emerso, apresentando migrações dos bancos arenosos submersos. A concentração média de mineral pesado na face inferior (b) foi de 3,8%, com predominância de anfibólios (45%). O diâmetro médio na berma (c) foi de 1,97 phi, caracterizando o sedimento como areia média/fina, apresentando baixa variação. O teor médio de lama na isóbata de 10m (d) foi de 52% com alta variação.

Figura 6. Observa-se (a) baixa mobilidade do perfil, com exceção em jul/19. A concentração média de mineral pesado na face inferior (b) foi de 2,2%, com predominância de anfibólios (50%). O diâmetro médio na berma (c) foi de 1,59 phi, caracterizando o sedimento como areia média. O teor médio de lama na isóbata de 10m (d) foi alto (94%) com baixa variação.

Figura 7. Observa-se (a) alta mobilidade do perfil de Povoação, evidenciado por migração sazonal da berma. A concentração média de mineral pesado (b) foi relativamente baixa (0,37%) na face inferior, com alta variedade de minerais na sua assembleia, com predominância de opacos (39%), minerais de óxido de ferro. O diâmetro médio dos grãos na berma (c) foi de 0,84 phi, caracterizando o sedimento como areia grossa e apresentando alta variação. O teor médio de lama na isóbata de 10m (d) apresentou alto valor (75%), com alta variação associada.

Rio Doce

40°12.0'W 40°0.0'W 39°48.0'W 39°36.0'W 39°24.0'W



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### REGISTRO HOLOCÊNICO DA VARIAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NA PLANÍCIE COSTEIRA DA BAÍA DE SEPETIBA (SUDESTE DO BRASIL)

MARTINS, M.V.A.<sup>1,2</sup>; PINTO, A.F.S.<sup>1</sup>; BORGHI, L.<sup>3</sup>; CARELLI, T.G.<sup>3</sup>; MORLOTE, M.<sup>4</sup>; REY, D.<sup>4</sup>; PEREIRA, E.<sup>1</sup>; RAMALHO, J.C.M.<sup>5</sup>; ROCHA, F.<sup>2</sup>; GERALDES, M.<sup>1</sup>; POTRATZ, G.L.<sup>1,3</sup>; DULEBA, W.<sup>6</sup>; REIS, T.<sup>1</sup>; GUERRA, J.V.<sup>1</sup>; RODRIGUES, M.A.C.<sup>1</sup>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro<sup>1</sup> (Maria Virgínia Alves Martins; [virginia.martins@ua.pt](mailto:virginia.martins@ua.pt)); Universidade de Aveiro, Portugal<sup>2</sup>; Universidade Federal do Rio de Janeiro<sup>3</sup>; Universidade de Vigo, Espanha<sup>4</sup>; Universidade Federal do Espírito Santo<sup>5</sup>; Universidade de São Paulo<sup>6</sup>

Este trabalho analisa resultados de um testemunho de sedimentos SP2 (50,30 m de comprimento), coletado nos terrenos da Usina Termelétrica de Santa Cruz (latitude 22° 55'S, longitude 43° 46'W), situada na planície costeira da Baía de Sepetiba (BS; SE Brasil), próximo à foz do Rio Guandu, a ≈2 km da atual linha de costa. O objetivo é estudar a influência do nível relativo do mar durante o Holoceno, na planície costeira da BS. Após ser descrito, o testemunho SP2 foi amostrado a cada 5 cm. As amostras sedimentares foram submetidas a análises texturais, geoquímicas, mineralógicas e micropaleontológicas (foraminíferos). O modelo de idades baseou-se em quatro datações calibradas de radiocarbono, obtidas nos primeiros 18 m e moduladas com estatística Bayesiana. A base do testemunho SP2, entre 50,30-43,80 m, é composta por rochas do embasamento, sobre as quais assentam sedimentos continentais 43,80-21,00 m, até uma idade estimada de ≈5,0 mil anos antes do presente (Ka BP); entre 21,00-18,80 m registam-se mudanças súbitas na textura e composição dos sedimentos, acumulados entre ≈5,0-4,8 Ka BP; entre 18,80-3,35 m foram encontrados sedimentos finos com intercalações de níveis arenosos depositados entre ≈4,7-0,8 Ka BP. Acima desta profundidade foram depositados sedimentos de aterro, perturbados. As areias fluviais acumuladas antes de ≈5,0 Ka BP correspondem a material erodido transportado pela rede de drenagem da região N da BS, principalmente pelo Guandu Rio. A abundância de foraminíferos e a composição das assembléias indicam que depois de ≈5,0 Ka BP, o ambiente da área de estudo correspondeu a um ambiente marinho raso entre ≈4.5-3.5 Ka BP, entre ≈3,0-1,9 Ka BP e entre ≈1.8-0.8 kyr BP. Cada um destes eventos de influência marinha na área de estudo foi antecedido e precedido por processos de exposição subárea tendo-se perdido o registro depois de ≈0,8 Ka BP (perturbação da área por ação antrópica). O primeiro evento de afogamento da área de estudo ocorreu na sequência do nível máximo relativo do mar no Holocénico Médio (NMRM) Seguiu-se lhe um período, em que o local do estudo foi exposto a processos subaéreos, num cenário de abaixamento do nível relativo do mar, entre ≈3,5-3,0 kyr BP, durante o qual a taxa de acumulação de sedimentos foi a mais baixa dos últimos ≈5.0 ka BP. Porém, a ocorrência de um ambiente marinho raso foi identificada entre ≈1,4-0,35 Ka BP, no manguezal de Guaratiba, NE da BS. Os resultados do testemunho SP2 mostram que o NMRM no Holocénico Médio deixou um registro marcante na área de estudo. As mudanças ambientais identificadas no local estudado poderão estar também provavelmente relacionadas a ajustes do curso inferior do rio Guandu e canais de maré e a variações na configuração dos cordões arenosos litorâneos. O desenvolvimento de um sistema de ilha barreira, a Restinga da Marambaia, desde os últimos ≈8-7.5 Ka BP, também pode ter induzido mudanças na área de estudo.

Palavras-chave: Oscilação ao nível do mar. Abordagem multiproxi. Foraminíferos. Indicadores sedimentológicos. Modelagem bayesiana.

### REGISTRO HOLOCÊNICO DA VARIAÇÃO DO NÍVEL RELATIVO DO MAR NA PLANÍCIE COSTEIRA DA BAÍA DE SEPETIBA (SUDESTE DO BRASIL)

MARIA VIRGÍNIA ALVES MARTINS<sup>1,2</sup>, ANITA FERNANDES SOUZA PINTO<sup>1</sup>, LEONARDO BORGHI<sup>3</sup>, THIAGO GONÇALVES CARELLI<sup>4</sup>, MAIDER MORLOTE<sup>1</sup>, DANIEL REY<sup>4</sup>, EGBERTO PEREIRA<sup>1</sup>, JOSÉ CARLOS MARTINS RAMALHO<sup>5</sup>, FERNANDO ROCHA<sup>6</sup>, MAURO GERALDES<sup>1</sup>, GUILHERME LORIANO POTRATZ<sup>7,8</sup>, WANIA DULEBA<sup>1</sup>, TADEU REIS<sup>9</sup>, JOSEFA VARELA GUERRA<sup>6</sup>, MARIA ANTONIETA DA CONCEIÇÃO RODRIGUES<sup>1</sup>

1. Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, Faculdade de Geologia, Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. virginia.martins@ua.pt. 2. Universidade de Aveiro, Departamento de Geociências, GeoBioTec, Aveiro, Portugal. 3. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 4. GEOMA, Dpto. Geociencias Marinas y O.T., Universidade de Vigo, Vigo, Espanha. 5. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo. 6. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Especialização em Geologia do Quaternário, Museu Nacional, Rio de Janeiro, Brasil. 7. Escola de Artes Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, Brasil. 8. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Oceanografia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

#### INTRODUÇÃO

Este trabalho analisa resultados de um testemunho (core) de sedimentos SP2 (50,30 m de comprimento), coletado nos terrenos da Usina Termelétrica de Santa Cruz (latitude 22° 55'S, longitude 43° 46'W), na planície costeira da Baía de Sepetiba (SB; SE Brasil), próximo à foz do Rio Guandu, a ≈2 km da atual linha de costa.

O objetivo é estudar a influência do nível relativo do mar durante o Holoceno (RSL) na planície costeira da BS.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Após ter sido descrito, o core SP2 foi amostrado a cada 5 cm. As amostras sedimentares foram submetidas a análises texturais, geoquímicas, mineralógicas e micropaleontológicas (foraminíferos).

O modelo de idades baseou-se em quatro datações calibradas de radiocarbono, obtidas nos primeiros 18 m e moduladas com estatística Bayesiana.

#### RESULTADOS / DISCUSSÃO

A base do core SP2, entre 50,30-43,80 m, é composta por rochas do embasamento, sobre as quais assentam sedimentos continentais 43,80-21,00 m, até uma idade estimada de ≈5,0 mil anos antes do presente (Ka BP); entre 21,00-18,80 m registam-se mudanças súbitas na textura e composição dos sedimentos, acumulados entre ≈5,0-4,8 Ka BP; entre 18,80-3,35 m foram encontrados sedimentos finos com intercalações de níveis arenosos depositados entre ≈4,7-0,8 Ka BP. A cima desta profundidade foram depositados sedimentos de aterro, perturbados.

As areias fluviais acumuladas antes de ≈5,0 Ka BP correspondem a material erodido transportado pela rede de drenagem da região N da BS, principalmente pelo Rio Guandu.

A abundância de foraminíferos e a composição das assembleias indicam que depois de ≈5,0 Ka BP, o ambiente da área de estudo correspondeu a um ambiente marinho raso: entre ≈4,5-3,5 Ka BP, entre ≈3,0-1,9 Ka BP e entre ≈1,8-0,8 kyr BP.

Cada um destes eventos de influência marinha na área de estudo foi antecedido e precedido por processos de exposição subárea tendo-se perdido o registro depois de ≈0,8 Ka BP (perturbação da área por ação antrópica).



Figura 1. Localização do testemunho SP2.

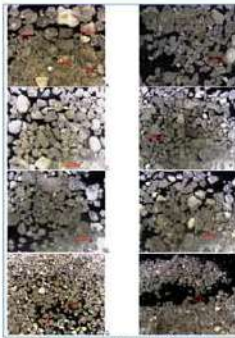


Figura 3. Fotos de lupa de área (> 63 µm) da seção 43,80-21,15 m do core SP2, nos seguintes níveis: A: 23,20 m; B: 25,80 m; C: 28,00 m; D: 38,70 m; E: 39,00 m; F: 43,50 m; G: 2,80 m; H: 6,00 m. Nota as fotos A-F correspondem às areias da seção 43,80-21,00 m, fotos G-H representam a seção 20,95-2,50 m, na qual a granulometria tende a diminuir e o sorting e arredondamento tendem a aumentar (Pinto, 2017).

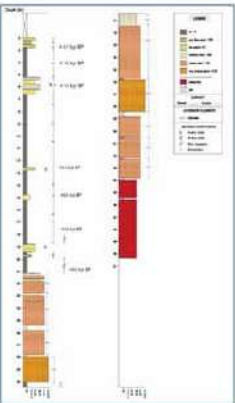


Figura 2. Representação esquemática do core SP2. Também são apresentadas as idades de radiocarbono obtidas (Adaptado de Pinto, 2017).

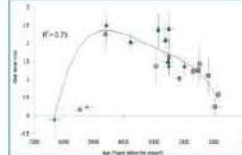


Figura 4. Curva das mudanças relativas do nível do mar na região de Cabo Frio, Aranal de Cabo e Armação dos Rios (Jorau et al., 2017).

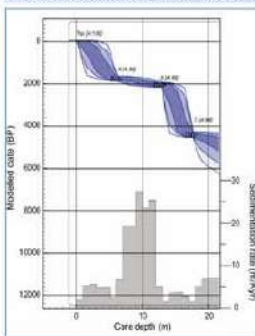


Figura 5. O modelo de idade e taxa de sedimentação da seção 21,2m do core SP2.

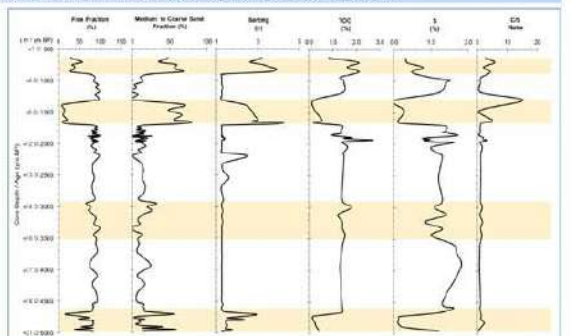


Figura 6. Gráficos de percentagem da fração fina (< 63 µm) e fração de área média a grossa (> 250 µm) e valores de sorting. Também são apresentados dados de percentagem de carbono orgânico total (TOC) e enxofre total (S) e da razão C/E. Os níveis onde não foram encontrados foraminíferos estão marcados em amarelo.

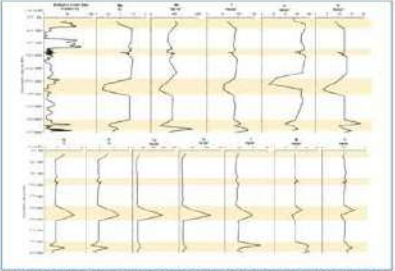


Figura 7. Gráficos das concentrações de Mg, Mn, V, Cr, Si, Fe, K, La, Th, Y, Ni e Ti em comparação com a percentagem de fração de área média a grossa. Os níveis onde não foram encontrados foraminíferos estão marcados em amarelo.

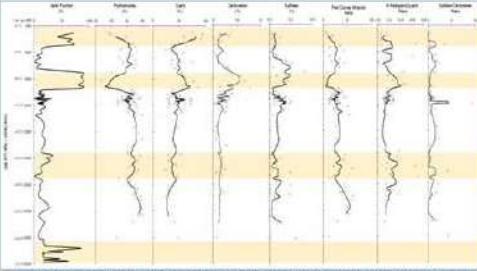


Figura 8. Gráficos da percentagem de fração areia, silte, argila, carbonatos e sulfatos. Também são apresentados os valores das razões minerais fósforos, K-feldspato:quartzo e sulfato:carbonato. A linha de tendência e o respectivo R<sup>2</sup> são mostrados para os valores de minerais fósforos. Os níveis onde não foram encontrados foraminíferos estão marcados em amarelo.

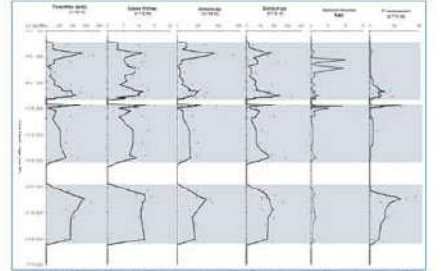


Figura 9. Gráficos da densidade de foraminíferos (n° / 10 ml), riqueza de espécies (n° / 10 ml), abundância de alguns taxa e valores da razão Ephidium/Ammonia. Foram usadas para mostrar tendências na distribuição de dados médias móveis de 165 valores consecutivos (linha preta).

#### DISCUSSÃO/ CONCLUSÃO

O primeiro evento de afogamento da área de estudo ocorreu na sequência do nível máximo relativo do mar no Holoceno Médio (MHLH). Seguiu-se-lhe um período, em que o local do estudo foi exposto a processos subaéreos, num cenário de abaixamento do nível relativo do mar, entre ≈3,5-3,0 kyr BP, durante o qual a taxa de acumulação de sedimentos (SAR) foi a mais baixa dos últimos ≈5,0 ka BP.

Porém, a ocorrência de um ambiente marinho raso foi identificada entre ≈1,4-0,35 Ka BP, no manguezal de Guaratiba, NE do SB. Os resultados do testemunho SP2 mostram que o MHLH deixou um registro marcante na área de estudo.

As mudanças ambientais identificadas no local estudado poderão estar também provavelmente relacionadas a ajustes do curso inferior do rio Guandu e canais de maré e a variações na configuração dos cordões arenosos litorâneos. O desenvolvimento de um sistema de ilha barreira, a Restinga da Marambaia, desde os últimos ≈8-7,5 Ka BP, também pode ter induzido mudanças na área de estudo.

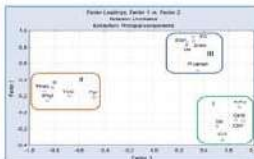


Figura 10. Fator 1 contra o fator 2 da Análise de Componentes Principais com base em dados de foraminíferos e sedimentológicos.

Legenda: (SF - sensibilidade de foraminíferos (n° / 10 ml); SR - riqueza de espécies (n° / 10 ml); Armm - Ammonia spp.; Ephi - Ephioidium spp. (incluindo também *Chroasichorium acavatum*); P - *Planulina*; P. *planulina*; Fines - fração fina; S - enxofre total; TOC - carbono orgânico total; Filo - fósforos; Pi - Pírita; Qz - quartzo; Carb - carbonatos; K-Fd - K-feldspato; CSF - fração de sedimento médio e grosso.

Jorau, P.B., Dias, F.F., Muniz, R.A., Macário, K.C.D., Seoane, C.S., Quattrocchi, D.O.S., Cassão, R.C.T., Aguiar, G., Souza, R.C.C.L., Alves, E.Q., Chancel, I.S., Carvalho, C.R.A., Araújo, J.C. 2017. Holocene paleo-sea level in southeastern Brazil: an approach based on varveded shells. *Journal of Sedimentary Environments*, 2, 36-48. <https://doi.org/10.12957/jse.2017.29158>

Pinto, A.F.S., 2017. Evolução paleoambiental holocênica da Baía de Sepetiba, RJ. Tese de doutorado Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

#### REFERÊNCIAS

Os autores agradecem ao CNPQ o financiamento concedido (Processo: 443962/2016-5) e à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa (FAPERJ) do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ, Processo: APQ1/E28/11.398/2014 e Programa: E\_09/2019 Processo: 202/2019) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ, Processo: 443662/2018-5 e Processo: 501588/2018-3).



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CLASSIFICAÇÃO MORFODINÂMICA DAS PRAIAS DO LITORAL SUL DO ESTADO DE SERGIPE

RODRIGUES, T.K. AMORIM, P.S., SILVA, D.C. da; SANTOS, T. A. dos.

Universidade Federal de Sergipe (Taís Kalil Rodrigues; [tkalilr@yahoo.com.br](mailto:tkalilr@yahoo.com.br))

Os processos morfodinâmicos que atuam na linha de costa são representados por ações naturais, que exercem grandes influencia na modelagem costeira. As ondas são a principal força responsável pelos processos da dinâmica costeira, responsáveis pelo transporte de sedimentos nos sentidos longitudinal e transversal à linha de costa. O objetivo deste trabalho é apresentar as características morfodinâmicas das praias do Saco, Abais e Cauceira, correspondentes ao litoral sul do estado de Sergipe. Para isso foi realizado uma atividade de campo, onde ocorreu uma coleta de sedimentos de 100g da face de praia, para uma análise granulométrica e de morfoscopia dos sedimentos, assim como um preenchimento de uma ficha de campo referente a dados morfodinâmicos das praias. As amostras nas três praias estudadas não apresentam padrões de distribuições granulométricos homogêneos ao longo de sua extensão. Os resultados mostram que há uma predominância de areia muito fina a fina e, composta essencialmente por grãos de quartzo. A análise morfoscópica permitiu concluir que os grãos são bem selecionados e arredondados, com esfericidade moderada que pode ser justificada pelo intenso processo de transporte e retrabalhamento por ondas e correntes. Por fim as amostras apresentam curvas do tipo mesocúrtica que podem ser justificadas pela mistura de diferentes frações granulométricas e assimetria negativa típica de ambiente praial. Em algumas amostras nota-se a presença de assimetria positiva, que pode estar associada a desembocaduras de rios próximos. De acordo com a literatura, a predominância das praias do litoral sul de granulometria fina a muito fina, largura de face de praia alta, declividade suave (variando entre 2° e 3°) e zona de surfe bem desenvolvida, se encaixa na classificação do tipo dissipativa. As feições naturais e nível de urbanização também foram analisados para a classificação da situação da praia, onde demonstrou que nos trechos urbanizados a condição da praia se encontrava em erosão, tornando esses locais como área de risco. Os resultados apresentados por esse estudo permitirão um melhor conhecimento do ambiente, o que possibilitará a elaboração de propostas metodológicas adequadas para o estudo da geomorfologia costeira das praias estudadas, a fim de avaliar a compatibilidade das ações antrópicas, como a construção de casas e bares, que interfere na circulação dos sedimentos, sendo um dos fatores condicionante dos processos erosivos, com às peculiaridades da região. Este fato pode subsidiar o planejamento ambiental e de ocupação da linha de costa do litoral sul do estado de Sergipe.

Palavras-chaves: Dinâmica Costeira. Sedimentologia. Morfologia. Erosão.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### CLASSIFICAÇÃO MORFODINÂMICA DAS PRAIAS DO LITORAL SUL DO ESTADO DE SERGIPE



Tais Kalil Rodrigues<sup>1</sup>, Paloma Santos Amorim<sup>2</sup>, Danielle Cruz da Silva<sup>3</sup>, Túlio Andrade dos Santos<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Sergipe – [ikalilr@yahoo.com.br](mailto:ikalilr@yahoo.com.br), <sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe – [palomasantosanorim@gmail.com](mailto:palomasantosanorim@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Sergipe – [dani.cs3@live.com](mailto:dani.cs3@live.com), <sup>4</sup> Universidade Federal de Sergipe – [tulio\\_ads@hotmail.com](mailto:tulio_ads@hotmail.com)

#### INTRODUÇÃO

Os processos que atuam na linha de costa são representados por ações naturais, que exercem grandes influência na modelagem costeira. As ondas são a principal força responsável pelos processos da dinâmica costeira, responsáveis pelo transporte de sedimentos nos sentidos longitudinal e transversal à linha de costa. O litoral Sul do estado de Sergipe apresenta uma linha de costa com aproximadamente 35 km de extensão, formado por quatro grandes municípios - Itaporanga d'Ajuda, Estância, Indiaroba e Santa Luzia do Itanhhy, seu litoral é delimitado pela desembocadura do rio Vaza-Barris ao norte e ao sul pela desembocadura dos rios Piauí/Real. A área de estudo está localizada na planície costeira holocênica de Sergipe, mais especificamente ao sul a bacia sedimentar de Sergipe e a nordeste a plataforma de Estância, o que separa as duas feições estruturais é a falha de Itaporanga. Na área verifica-se a presença de planícies e tabuleiros costeiros e uma elevada rede hidrográfica. O objetivo deste trabalho é apresentar as características morfodinâmicas das praias do Saco, Abais e Caueira, correspondentes ao Litoral Sul do estado de Sergipe.

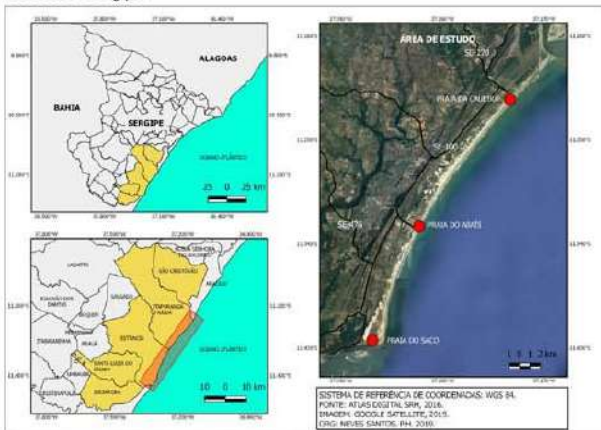


Figura 01: Mapa de localização da área de estudo

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi realizada uma atividade de campo, para o levantamento de dados das praias e também foi feita a coleta de sedimento da faixa de praia. A metodologia empregada nesse estudo consiste no processamento padrão de análise granulométrica, as quais foram preparadas e analisadas no Laboratório de Bentos Costeiros da Universidade Federal de Sergipe, em seguida os dados foram inseridos no programa Sysgran 2.2 para o cálculo dos parâmetros estatísticos que permitiram entender a dinâmica desse ambiente costeiro. As informações anteriores foram agrupadas no ARCGIS 10.2.2 para confecção de mapas temáticos com características morfológicas da linha de costa estudada e para a realização da classificação morfodinâmica com base Wright & Short (1984).

#### RESULTADOS

As amostras nas três praias estudadas não apresentam padrões de distribuições granulométricas homogêneas ao longo de sua extensão. Os resultados mostram que o tamanho médio dos grãos analisados variou de areia muito fina correspondendo a 55% das amostras e de areia fina em 45% das amostras coletadas na face praial (Figura 02). A análise morfoscópica permitiu concluir que os grãos são bem selecionados e arredondados, com esfericidade moderada que pode ser justificada pelo intenso processo de transporte e retrabalhamento por ondas e correntes.

Com base na classificação de Wright & Short (1984), as praias do Litoral Sul apresentam característica de forma predominante de praias em estágio dissipativo, com presença de granulometria fina a muito fina, largura de face de praia extensa, declividade suave (variando ente 2° e 3°) e zona de surfe bem desenvolvida. As exceções com praias apresentando características de estágio intermediário com menor largura de face de praia e inclinação moderada da face de praia, ocorreram nas extremidades da área em estudo, devido à proximidade de desembocaduras (Figura 03).

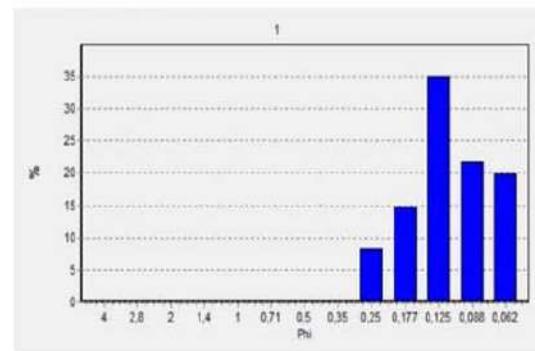


Figura 02: Classificação do tamanho médio das amostras.

As feições naturais e nível de urbanização também foram analisados para a classificação da situação da praia, onde demonstrou que nos trechos urbanizados a situação da praia se encontrava em erosão tornando locais de risco. A urbanização na orla marítima do litoral sul nas praias da Caueira, Abais e Saco vem ganhado grandes proporções nas últimas décadas, essa expansão são principalmente de segundas residências para veraneios e turismo, construídas em cima dos cordões de dunas, com implantações de estruturas como muros e enrocamentos que interfere na circulação dos sedimentos, sendo um dos fatores dos processos erosivos.



Figura 03: Praias do Litoral sul de Sergipe, Caueira e Saco.

#### CONCLUSÕES

A área estudada apresenta uma linha de costa com praias com características bastante similares, os resultados mostraram que há um predomínio de sedimentos de granulometria fina a muito fina em toda a linha de costa. Por serem praias de características dissipativa, apresentam predomínio de extensa largura da face de praia e baixa declividade. O grau de selecionamento dos sedimentos foi classificado em bem selecionado e moderadamente selecionado em alguns pontos devido à mistura de frações granulométricas próximo às desembocaduras.

Os resultados apresentados por esse estudo permitirão um melhor conhecimento do ambiente, o que possibilitará a elaboração de propostas metodológicas adequadas para o estudo da geomorfologia costeira das praias estudadas, a fim de avaliar a compatibilidade das ações antrópicas, como a construção de casas e bares, que interfere na circulação dos sedimentos, sendo um dos fatores condicionante dos processos erosivos, com às peculiaridades da região. Este fato pode subsidiar o planejamento ambiental e de ocupação da linha de costa do litoral sul do estado de Sergipe.

#### ADREDECIMENTOS

Ao Grupo de Pesquisa Dinâmica e Modelagem Costeira, ao CNPq e a Universidade Federal de Sergipe pelo fomento à pesquisa científica.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL DE UM TESTEMUNHO DO INTERIOR DA LAGOA DOS PATOS – RS – BRASIL

BAITELLI, R.; CARVALHO, D.S.; DEHNHARDT, B.A.; BARROS, C.E.; BECKER, C.D.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ricardo Baitelli, [baitelli@ufrgs.br](mailto:baitelli@ufrgs.br))

O trabalho apresenta uma reconstrução paleoambiental, a partir de um testemunho na célula sul da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul – Brasil) entre a saída do rio Camaquã e a localidade de Bojuru, com base em análises de isotópos estáveis de carbono e de oxigênio, realizadas em conchas de moluscos. Três zonas distintas foram observadas no testemunho estudado. Zona inferior marinha composta pelos moluscos *Carycorbula tryoni*, *Acteocina bidentata* e *Tawera gayi*, mostrando um comportamento espelhado entre os valores de  $\delta^{18}\text{O}$  e de  $\delta^{13}\text{C}$  relativamente à profundidade e uma temperatura média de 17°C. Uma Zona de transição, onde não são encontrados moluscos fósseis. E uma Zona superior mixohalina, com o molusco *Erodona mactroides*, de comportamento concordante entre os valores negativos de  $\delta^{18}\text{O}$  e de  $\delta^{13}\text{C}$ . Nesta zona, a temperatura aumenta em 5°C, chegando a 22°C. A 1,2 m a idade radiocarbono é de 3.054 ± 27 anos AP. A 0,3 m, o comportamento do  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  passa a ser estável, refletindo o provável fechamento da Lagoa dos Patos (2.080 AP), pertencente a Série Meghalayan da parte Superior do Holoceno. Este estudo corrobora com a variação do nível do mar e com a história evolutiva da formação de ilhas barreira no litoral sul-brasileiro em função da presença de espécies marinhas na base do testemunho e de espécies mixohalinas no topo.

Palavras-chave: Isótopos Estáveis. Quaternário. Moluscos.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL DE UM TESTEMUNHO DO INTERIOR DA LAGOA DOS PATOS - RS - BRASIL

Baitelli, R.<sup>1</sup>; Carvalho, D.S.<sup>1</sup>; Dehnhardt, B.A.<sup>1</sup>; Barros, C.E.<sup>1</sup> & Becker, C.D.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Instituto de Geociências/Centro de Estudo de Geologia Costeira e Oceânica

#### INTRODUÇÃO

O trabalho apresenta uma reconstrução paleoambiental, a partir de um testemunho na célula sul da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul – Brasil) entre a saída do rio Camaquã e a localidade de Bojuru, com base em análises de isótopos estáveis de carbono e de oxigênio, realizadas em conchas de moluscos.

#### RESULTADOS

Três zonas distintas foram observadas no testemunho estudado.

Uma Zona Inferior Marinha (ZIM) composta pelos moluscos *Caryocorbula tryoni*, *Acteocina bidentata* e *Tawera gayi*, mostrando um comportamento espelhado entre os valores de  $\delta^{18}\text{O}$  e de  $\delta^{13}\text{C}$  relativamente à profundidade e uma temperatura média de 17 °C.

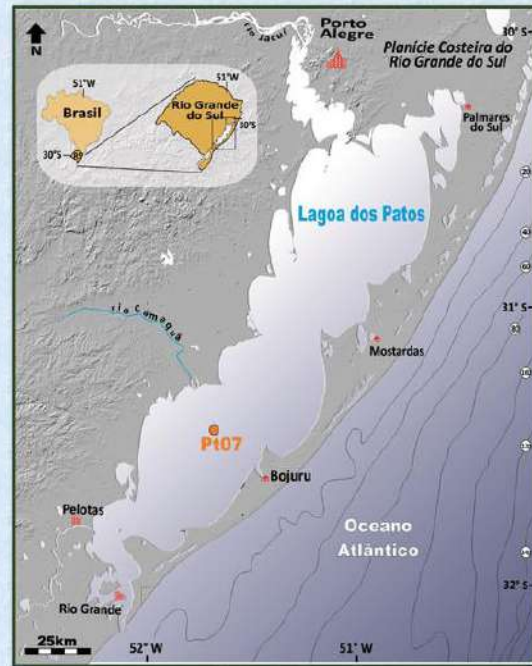
Uma Zona De Transição (ZDT), onde não são encontrados moluscos fósseis.

E uma Zona Superior Mixohalina (ZSMx), com o molusco *Erodona mactroide*, de comportamento concordante entre os valores negativos de  $\delta^{18}\text{O}$  e de  $\delta^{13}\text{C}$ . Nesta zona, a temperatura aumenta em 5 °C, chegando a 22 °C. A 1,2 m a idade radiocarbônica é de  $3.054 \pm 27$  anos AP.

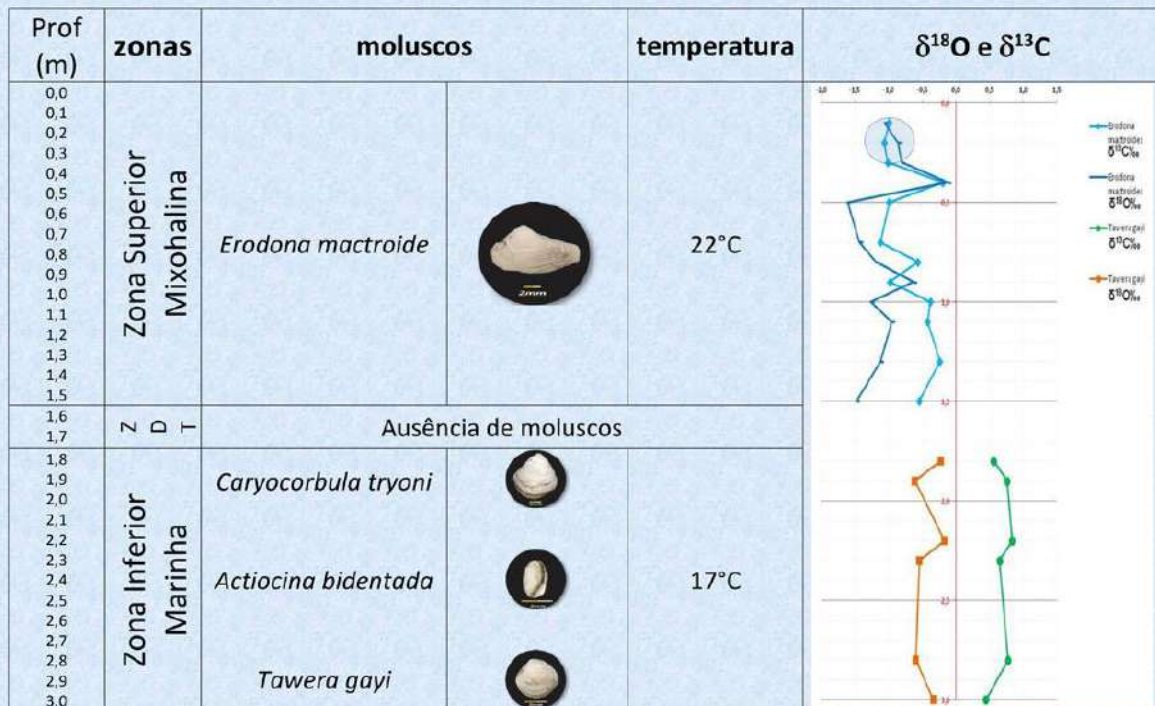
A 0,3 m, o comportamento do  $\delta^{13}\text{C}$  e  $\delta^{18}\text{O}$  passa a ser estável, refletindo o provável fechamento da Lagoa dos Patos (2.080 AP), pertencente a Série Meghalayan da parte Superior do Holoceno.

#### CONCLUSÕES

Este estudo corrobora com a variação do nível do mar e com a história evolutiva da formação de ilhas barreira no litoral sul-brasileiro em função da presença de espécies marinhas na base do testemunho e de espécies mixohalinas no topo.



Mapa de localização da área de estudo





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ZONAS BIOGÊNICAS DE FÓSSEIS HOLOCÊNICOS DO TESTEMUNHO MO, LAGOA DOS PATOS, RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

DEHNHARDT, B.A.; CORRÊA, I.C.S.; BARROS, C.E.; BAITELLI, R.; SANTOS-FISCHER, C.B.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Beatriz Appel Dehnhardt,  
[beatriz.dehnhardt@ufrgs.br](mailto:beatriz.dehnhardt@ufrgs.br))

Quatro grupos taxonômicos fósseis (ostracodes, moluscos, foraminíferos e diatomáceas) foram reconhecidos em um estudo sobre biogênicos realizado em testemunho na parte imersa da Lagoa dos Patos. O testemunho em questão denominado Mo, está localizado na região de Mostardas, sob as coordenadas 31°00'25"S e 51°00'10"W, possui 29,5 m de comprimento e profundidade de 7,30 m de lâmina d'água. Este trabalho permitiu estabelecer um zoneamento com base nestes fósseis na qual três zonas biogênicas foram definidas: a Zona I, intervalo 14,0-15,0 m de profundidade, exclusiva das diatomáceas, as quais caracterizam um ambiente marinho a marinho mixohalino com influência marinha; a Zona II, intervalo 10,5-14,0 m de profundidade, onde ocorrem todos os biogênicos reconhecidos, sendo esta indicativa de ambiente marinho associado a espécies marinhas a marinhas mixohalinas e diatomáceas dulciaquícolas; e a Zona III, intervalo 7,3-10,5 m de profundidade, onde se observa uma redução dos biogênicos, caracterizando organismos de diferentes ambientes associados, como marinhos, mixohalinos, marinho mixohalinos e marinhos a marinhos mixohalinos, indicativa de ambiente marinho a marinho mixohalino com uma influência marinha. Evidências de pequenos pulsos também são observadas entre os eventos de transgressão e regressão que ocorreram no Quaternário ao longo de todo o testemunho, através dos distintos ambientes fornecidos pelos organismos. Datações realizadas nas conchas de moluscos pelo método <sup>14</sup>C indicam idades calibradas entre 7.680 e 8.160 AP. As três zonas propostas neste trabalho vêm a corroborar com várias pesquisas elaboradas na Lagoa dos Patos em relação a sua evolução paleogeográfica.

Palavras-chave: Quaternário. Moluscos. Paleoambiente.



### INTRODUÇÃO

Ostracodes, moluscos, foraminíferos e diatomáceas foram reconhecidos no testemunho Mo localizado na região de Mostardas coordenadas 31°00'25"S e 51°00'10"W; 29,5 m de comprimento, parte imersa da Lagoa dos Patos (Fig. 1). Datações realizadas nas conchas de moluscos pelo método <sup>14</sup>C indicam idades calibradas entre 7680 e 8160 AP (Tab. 1). Este trabalho permitiu estabelecer três zonas biogênicas (Fig. 2) e também foram observadas evidências de pequenos pulsos de oscilações do nível do mar entre os eventos de transgressão e regressão do Quaternário.



Figura 1 – Mapa de localização da Lagoa dos Patos e do testemunho Mo.

### CONCLUSÕES

A mistura destes biogênicos marinhos, mixohalinos, marinhos a marinhos mixohalinos e marinhos mixohalinos, identificados nas três zonas do testemunho Mo, acrescido das diatomáceas de água doce observadas por Santos (2015) indica os pequenos pulsos de eventos transgressivos e regressivos que ocorreram na região costeira do Rio Grande do Sul entre eventos maiores de transgressões e regressões.

A Zona I caracteriza um ambiente marinho a marinho mixohalino com uma influência marinha, migrando para a Zona II, com influência fluvial, e que também representa um ambiente marinho a marinho mixohalino e na sequência a Zona III que mostra novamente um ambiente marinho a marinho mixohalino com influência marinha.

As informações aqui fornecidas vêm a corroborar com os estudos efetuados por vários pesquisadores sobre a evolução da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, caracterizando que essa região esteve sobre eventos oscilantes de pequena amplitude do nível médio do mar no Holoceno.

Tabela 1 – Datação por <sup>14</sup>C e localização das espécies no testemunho Mo

Profundidade (m)	Idade convencional ( <sup>14</sup> C anos AP)	Idade calibrada (anos AP)	Material	Autor
7,3-10,5	7420 ± 40	7960-7680	<i>E. mactroides</i>	Santos-Fischer et al., 2016
11,5-12,3	7.490 ± 50	7980-7750	<i>T. gayi</i>	Baitelli, 2012
13,4-13,5	7.260 ± 40	8160-7920	<i>T. gayi</i>	Baitelli, 2012

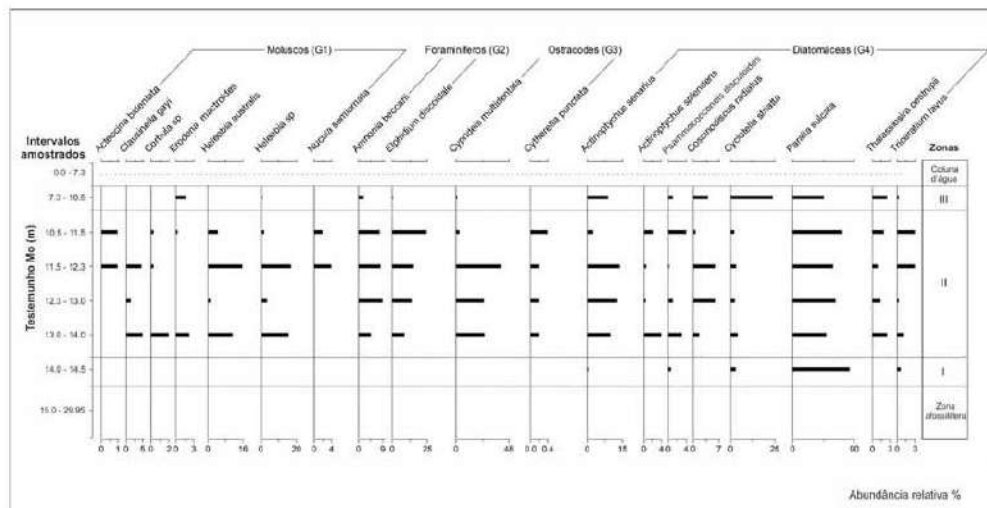


Figura 2 - Diagrama bioestratigráfico do testemunho Mo com os táxons mais representativos divididos em quatro grupos (G1-G4) de acordo com a abundância relativa e as três zonas identificadas (I-III).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baitelli, R. 2012. Evolução Paleogeográfica do Sistema de Paleodrenagem do Rio Jacuí na Planície Costeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 148p. Tese (Doutorado em Geociências), Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Santos, C.B. 2015. Paleocologia de diatomáceas como subsídios para o conhecimento da evolução paleogeográfica da região costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre, 221p. Tese (Doutorado em Geociências), Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Santos-Fischer, C.B., Corrêa, I.C.S., Weschenfelder, J., Torgan, L.C. & Stone, J.R. 2016. Paleoenvironmental insights into the Quaternary evolution of the southern Brazilian coast based on fossil and modern diatom assemblages. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 446: 108-124.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ESTUDO COMPOSICIONAL DA FRAÇÃO ARENOSA DE TESTEMUNHO SEDIMENTAR DO ESTUÁRIO DE RIO FORMOSO, COSTA SUL DE PERNAMBUCO

CLEMENTE, E.S.; MARTINS, S. E.M.

Universidade Federal do Oeste do Pará (Evilane dos Santos Clemente,  
[evilane.clemente2016@gmail.com](mailto:evilane.clemente2016@gmail.com))

O estuário do rio Formoso é caracterizado como do tipo planície costeira, formado durante a última transgressão marinha do Holoceno. Os sedimentos que compõem a região do estuário do rio Formoso são predominantemente arenosos e pobremente selecionados. O clima da região é tropical úmido. A distribuição sedimentar e da matéria orgânica indica que o sistema parece funcionar como retentor de material de origem continental. O objetivo do referido trabalho consistiu no estudo das frações arenosas de amostras coletadas no testemunho sedimentar T4. A área de estudo localiza-se no médio estuário do Rio Formoso, costa sul de Pernambuco. O testemunho foi coletado pelo método "pushcore", o qual consiste em coleta de amostra sedimentar em tubos de PVC ou metálicos, com auxílio de equipamentos como braçadeiras e pesos, os quais facilitam o processo de penetração do tubo no depósito sedimentar. O testemunho foi aberto longitudinalmente e amostrado a cada 2 cm. Os processos metodológicos utilizados foram: queima de matéria orgânica com a utilização de reagente e posterior lavagem das amostras com água destilada secando-as a seguir em estufa; peneiramento seco em um conjunto de peneiras, e por fim contagem de grãos em lupa binocular. A contagem se deu a partir das frações retidas nas peneiras de malhas 0,500 mm (1  $\phi$ ). Foram identificados 1.159 grãos, em um total de 10 amostras, sendo 67,90 % grãos de quartzo, que variam de angulosos a subarredondados; 2,59 % grãos de minerais pesados subarredondados; 8,02 % grãos de micas; 2,15 % grãos de fragmentos vegetais e, por fim, 19,32 % grãos de carbonatos. Esta análise foi realizada no laboratório de Geologia I pertencente ao Instituto de Engenharia e Geociências da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA). Na porção basal do testemunho, foi detectado um aumento na quantidade de minerais pesados subarredondados. Identificou-se também um percentual elevado na quantidade de carbonatos ao comparar topo e base, com o topo apresentando um percentual maior. De uma maneira geral o testemunho apresentou um elevado percentual de sedimentos arenosos de granulção fina a muito fina, com conteúdo de silte e argila associados a elevados teores de matéria orgânica total. Os elevados níveis de matéria orgânica total estão associados ao material lamoso. A composição de fração arenosa da área de estudo, a partir dos resultados obtidos da análise dos parâmetros granulométricos na porção estudada é composta por uma variabilidade de grãos, como quartzo, minerais pesados, micas, fragmentos vegetais e carbonatos, sendo que, os grãos de quartzo são predominantes e sofreram transporte, o que explica a presença de grãos de quartzo subarredondados.

Palavras-chave: Testemunho sedimentar. Morfoscopia de grãos. Fração arenosa.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### INFLUÊNCIA DOS SANGRADOUROS NO APORTE DE ELEMENTOS TRAÇO PARA A REGIÃO COSTEIRA

SILVA,C.A.B.; SOUZA,M.F.; SOUZA,G.K.

Universidade Federal do Rio Grande (Carlos Augusto Barbosa da Silva, [carlosabdasilva.eaqta@gmail.com](mailto:carlosabdasilva.eaqta@gmail.com))

Ao longo da costa ao sul da Laguna dos Patos (LP) no Rio Grande do Sul (RS) podemos destacar e caracterizar neste ambiente oceânico as Descargas de Água Subterrânea (DAS), reconhecidas pela grande influência no aporte de nutrientes e elementos traço ao Oceano Atlântico(OA), bem como outros elementos hídricos importantes como os cursos d'água naturais denominados Sangradouros de Praia(SP). Com origem pela drenagem pluvial acumulada na região de pós-dunas, sua distribuição espacial e impacto ambiental são decorrentes de fatores como condições de declividade, saturação do solo, profundidade do lençol freático, sazonalidade, clima, geologia e espaço-temporalidade. Estas características podem evidenciar de maneira ampla sua participação elementar e muito significativa nos processos hidráulicos da água excedente ao longo da faixa litorânea, demonstrando serem fundamentais para o balanço hídrico e sedimentar na zona de transição entre a planície costeira e o OA, estabelecendo uma importante função na troca de material entre o mar e a zona costeira, o que lhes diferencia sob o ponto de vista geomorfológico e ambiental de outros pequenos corpos d'água costeiros. Levando em consideração o acúmulo e retenção hídricos, e a complexidade dinâmica destes processos, este estudo avaliou a vazão e determinou o fluxo de entrada na costa de alguns elementos (Cd,Cr,Cu,Fe,Zn) no intuito de estabelecer um panorama entre a zona de transição na mistura estuarina entre praia e planície costeira. As análises dos metais foram realizadas por método de GF-AAS, após decomposição ácida das amostras de água. A determinação da vazão líquida de cada SP foi estabelecida utilizando-se um cálculo de área de secção transversal multiplicando-se este pelo valor de velocidade média de fluxo laminar. Este fluxo por sua vez foi calculado com o tempo necessário para um flutuador de material plástico percorrer no interior do SP uma distância referencial marcada a beira do mesmo e sem a influência do vento. Com os valores de medições de SP de períodos anteriores comparamos as vazões encontradas na região. Pode-se notar que todas as vazões dos SP da região aumentaram nos períodos de outono e inverno, diminuindo no verão, diferentemente da salinidade que diminuiu em todos os períodos certamente pela elevação da intrusão de água doce na zona de transição. O maior aporte de entrada ocorreu no período de outono posteriormente a dias com alta pluviosidade, o que comprova a influência dos fatores climáticos. Como um entendimento da importância dos SP, utilizamos como referência o desague na desembocadura da LP com vazão estimada em 566m<sup>3</sup>/s.Consideramos também a média anual de SP a cada 10 Km (6,75/10Km) nos 640Km costeiros do RS com a média dos resultados de vazão por SP, trazendo uma estimativa de aporte entorno de 250,56 m<sup>3</sup>/s de água, um percentual de 44,3%relativo ao estimado para a vazão de desague da LP.

Palavras Chave: Sangradouros. Elementos traços. Descargas de água subterrânea.

### INFLUÊNCIA DOS SANGRADOUROS NO APORTE DE ELEMENTOS TRAÇO PARA A REGIÃO COSTEIRA

SILVA, C.A.B.<sup>1</sup>; SOUZA, M.F.<sup>2</sup>; SOUZA, G.K.<sup>3</sup>

Universidade Federal do Rio Grande - FURG 1-2-3

#### INTRODUÇÃO

Ao longo da costa ao sul da Laguna dos Patos no Rio Grande do Sul podemos destacar neste ambiente oceânico as Descargas de Água Subterrânea reconhecidas pela grande influência no aporte de nutrientes e elementos traço ao Oceano Atlântico, bem como outros elementos hídricos importantes como os cursos d'água naturais denominados Sangradouros de Praia. Com origem na drenagem pluvial acumulada na região de pós-dunas, sua distribuição espacial e impacto ambiental são decorrentes de vários fatores que podem evidenciar de maneira ampla sua participação elementar e muito significativa nos processos hidráulicos da água excedente ao longo da faixa litorânea. Levando isto em consideração, este estudo avaliou a vazão e determinou o fluxo de entrada na costa de alguns elementos a nível traço (Cádmio, Cromo, Cobre, Ferro e Zinco) no intuito de tentar estabelecer um panorama entre praia e planície costeira na zona de transição de mistura estuarina.



Figura 1. Localização da região de estudo. Faixa de praia ao sul da desembocadura da Laguna dos Patos, Rio Grande (RS), Brasil (BR).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta de amostras de água superficial nos sangradouros foram estabelecidas entre a região do Navio Naufragado Altair e o Farol do Sarita. As análises de metais foram realizadas pela técnica de absorção atômica com forno de grafite (GF-AAS). A determinação da vazão líquida de cada sangradouro foi estabelecida utilizando-se um cálculo de área de seção transversal considerando os valores encontrados para a velocidade média de fluxo laminar e o tempo necessário para que um flutuador de material plástico percorrer no interior do sangradouro uma distância referencial sem a influência do vento. Com dados pretéritos da região comparamos as vazões encontradas para termos uma melhor compreensão da influência desta dinâmica nos processos marinhos costeiros deste tipo de região.

#### RESULTADOS

Todas as vazões dos sangradouros da região aumentaram nos períodos de outono e inverno, diminuindo no verão, diferentemente da salinidade que diminuiu em todos os períodos certamente pela elevação da intrusão de água doce na zona de transição. O maior aporte metálico com mais elevado fluxo (Toneladas/dia) foi o Ferro (1,122) seguido do Zinco (1,075) e Cádmio (0,012). Dimensionando a importância dos sangradouros, pode-se comparar estes resultados com o desague na desembocadura da Laguna dos Patos que, apesar de ter uma contribuição média mensal dos seus afluentes dos Complexos Patos (rios Vacaraí, Taquari, Jacuí, Cai, Sinos, Gravataí, Camaquã, Guaíba e arroios e Mirim (Lagoa Mirim, rios Jaquaraí, Taquari, Cebolati, Piratini, Pelotas e arroios Sarandi Grande, Santa Vitória, Rio Grande e Canal do São Gonçalo) na ordem de 2.400 m³/s, com certeza devido a sua forma e contorno morfológico possui em seu canal de ligação com o atlântico uma vazão estimada em apenas 566 m³/s. Bem como também dados anteriores relativos a metade norte da região costeira da Laguna dos Patos e que verificaram um número médio de sangradouros nos meses referentes a primavera, verão, outono e inverno entre 7,3, 8 e 9 sangradouros a cada 10 Km, respectivamente, tendo assim uma média de 6,75 sangradouros /10 km. Considerando esta média anual e sendo uma estimativa referente aos 640Km costeiros do RS, temos uma abrangência estimada em 432 sangradouros em sua extensão, indexando a média aqui verificada com medidas de vazão por sangradouro em média de 0,58m³/s, verifica-se uma estimativa de aporte de 251 m³/s de água, uma taxa percentual de 44,3% relativa ao estimado para a vazão de desague da Laguna dos Patos. E, numa maior convergência de significância para o Continente, comparamos o do estuário proveniente do desague da bacia dos rios Paraná/Paraguai e Uruguai, a Bacia do Rio da Prata, a quarta bacia em extensão do mundo, que envia em média 22 mil m³/s de água de origem continental ao Atlântico sul, aproximadamente 27 vezes superior em vazão ao aporte da laguna dos patos somado ao aporte de sangradouros da região costeira do RS.

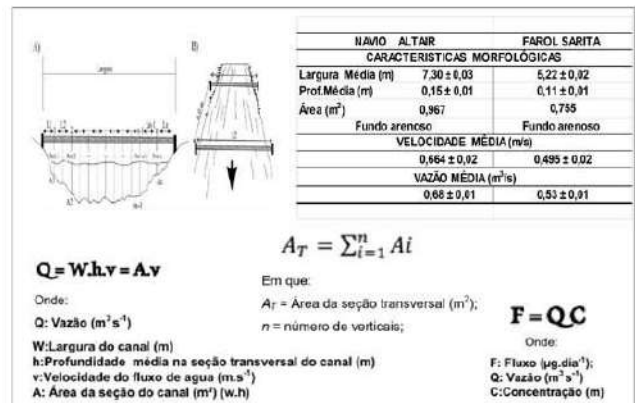


Figura 2- Definições matemáticas do cálculo de vazão de canais fluviais; Tabela de Caracterização morfológica dos sangradouros respectivos as regiões do Navio Altair e do Farol Sarita

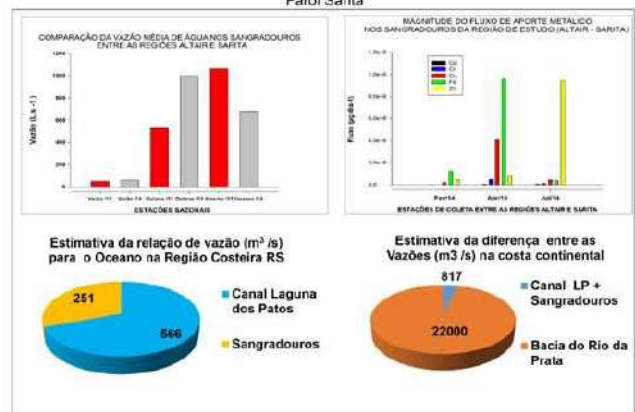


Figura 3. Comparação sazonal das vazões dos sangradouros da região de estudo e Magnitude do aporte metálico; Estimativas de diferença e Relação entre as vazões na região costeira

#### CONCLUSÕES

A influência dos sangradouros de praia no aporte de elementos dissolvidos a região costeira pode ser verificado dentro do que se pode compreender da magnitude dos fenômenos existentes nestes eventos. Os fluxos correspondentes destes corpos d'água estão diretamente ligados a atuação das descargas de água subterrânea ocorrentes ao longo de toda a costa do Rio Grande do Sul. Se quisermos ter um dimensionamento mais amplo deste cenário pode-se em trabalhos futuros correlacionar estes eventos com outros de igual dimensão e características ocorrentes em outros locais do continente que também exercem influência nos aspectos hidrológicos da região, como os ocorrentes no Rio da Prata e que contribuem com um significativo aporte de água e elementos dissolvidos, exercendo grande influência na dinâmica e significativa importância ambiental na região costeira.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calliani, L. J., & Figueiredo, S. A. D. (2005). Sangradouros: distribuição espacial, variação sazonal, padrões morfológicos e implicações no gerenciamento costeiro.
- SERPA, C. G. (2008). Estudo da influência dos fatores climáticos, hidrológicos e morfológicos no ciclo de vida de um sangradouro intermitente, Praia do Cassino, Brasil (Doctoral dissertation, Tese (Mestrado), Fundação Universidade do Rio Grande, Engenharia Oceânica).
- Pereira da Silva, R. (1998). Ocorrência, distribuição e características morfodinâmicas dos sangradouros na zona costeira do Rio grande do Sul: trecho Rio Grande-Chuí, RS. Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Master's thesis, 146p.
- de Carvalho, T. M. (2008). Técnicas de medição de vazão por meios convencionais e não convencionais. Revista Brasileira de Geografia Física, 1(1), 73-85.
- EPA. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Stream Flow. In: Office Of Water: Monitoring Water Quality. Volunteer stream monitoring: a methods manual. Washington: EPA, 1997. Cap 5, p. 134-138.
- Piola, A. R., Möller, O. O., & Palma, E. D. (2005). O impacto do rio da Prata no Oceano Atlântico.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ASPECTOS ESTRATIGRÁFICOS DO SISTEMA DE BARREIRA-LAGUNA ALMOFALA-GUAJIRÚ (NE-BRASIL)

XIMENES NETO, A.R.<sup>1</sup>; MORAIS, J.O.<sup>1</sup>; PESSOA, P.R.S.<sup>1</sup>; PINHEIRO, L.S.<sup>2</sup>; IRION, G.<sup>3</sup>

Universidade Estadual do Ceará<sup>1</sup> (Antonio Rodrigues Ximenes Neto, [antonio.lgco@gmail.com](mailto:antonio.lgco@gmail.com))  
Universidade Federal do Ceará<sup>2</sup>; Institute Senckenberg<sup>3</sup>

O setor compreendido entre as praias de Almofala e Guajirú, Itarema (Ceará) apresenta importantes indicadores sedimentares e geomorfológicos de variação do nível relativo do mar no Holoceno. Esta planície costeira apresenta extensão média de 4,4 km entre a base de uma paleofalésia e a moderna linha de costa, apresentado como indicadores de nível de mar elevado – paleolaguna, paleobarreiras costeiras (spit e ilhas) e depósitos paludiais de mangue. O objetivo desta pesquisa foi analisar os padrões estratigráficos neste sistema de barreiras costeiras-lagunas, para isto foram realizadas 2 sondagens por *piston-corer* e *vibra-corer* observando o devido controle topográfico através do GNSS L1/L2 RTK - precisão horizontal de 8mm e vertical de 15mm. Em laboratório as fácies identificadas foram analisadas conforme sua textura, conteúdo de matéria orgânica e bioclastos. A recuperação dos testemunhos foi de 4m em Almofala - manguezal e 6m em Guajirú – *tidal flat*, apresentando altitudes de 1,1m e 0,3m, respectivamente. Foram identificadas 6 fácies sedimentares: paludial de mangue (fpm), tidal flat (ftf), coquinas (fc), canal de maré (fcm), estirâncio (fe) e depósito fluvial (fdf). A fpm apresentou elevado teor de matéria orgânica (média de 4,06%), predomínio da fração lama (média de 63,7%), classificada como lama arenosa com cascalho esparsos e muito pobremente selecionada, destaca a presença de troncos e vegetais associados aos bosques de mangues, ostras e conchas. A ftf apresentou intermediário teor de matéria orgânica (média de 2,46%), predomínio de areia (65,3%), classificada principalmente como areia lamosa com cascalho esparsos e muito pobremente selecionada, destaca a presença de conchas. A fc apresentou intermediário teor de matéria orgânica (média de 2,75%), grande presença cascalho bioclásticos, principalmente as ostras (~20%), classificado como cascalho areno lamoso e extremamente mal selecionado. A fcm apresentou baixo teor de matéria orgânica (1,39%), predomínio da fração arenosa (78,5%), classificada como areia com cascalho e areia lamosa com cascalho esparsos, além de apresentar um selecionamento pobre. A fe apresentou baixo teor de matéria orgânica (0,56%), sendo classificada como areia com cascalho esparsos (predomínio de areia fina 49,2%) e com um selecionamento variando de moderadamente a pobremente selecionado. A fdf apresentou baixo teor de matéria orgânica (0,71%), sendo classificada como areia lamosa com cascalho esparsos (predomínio de areia - 54,6% e lama – 35,4%) e muito pobremente selecionada. A análise interpretativa destas fácies demonstra a presença de ~4,5m de depósitos costeiros sobrepostos a depósitos fluviais. Verifica-se que entre a fácies de depósito fluvial (fdf) e as fácies costeiras (fpm, ftf, fcm, fc, fe) existe uma superfície de ravinamento transgressivo (em torno da altitude em subsuperfície de -4,5m) caracterizado pela presença de níveis de conchas e sedimentos mal selecionados. Fica evidenciado que este sistema de barreiras costeiras e lagunas estão associados a um nível de mar mais elevado que o atual durante o Holoceno, sendo que a posterior queda do nível do mar até atingir a cota atual favoreceu a acreção vertical da fácies paludial de mangue e consequente preservação das paleobarreiras costeiras.

Palavras-chave: Barreiras Costeiras. Ambientes Depositionais. Variação do Nível do Mar.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### ASPECTOS ESTRATIGRÁFICOS DO SISTEMA DE BARREIRA-LAGUNA ALMOFALA-GUAJURÚ (NE-BRASIL)

Ximenes Neto, A.R.<sup>1</sup>; Morais, J.O.<sup>1</sup>; Pessoa, P.R.S.<sup>1</sup>; Pinheiro, L.S.<sup>2</sup>; Irion, G.<sup>3</sup>

Universidade Estadual do Ceará/Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica<sup>1</sup> (Antonio Rodrigues Ximenes Neto, antonio.lgco@gmail.com)

Universidade Federal do Ceará/Instituto de Ciências do Mar<sup>2</sup>

Institute Senckenberg/Department of Marine Geology<sup>3</sup>



### INTRODUÇÃO

O setor compreendido entre as praias de Almofoala e Guajurú, Itarema (Ceará) apresenta importantes indicadores sedimentares e geomorfológicos de variação do nível relativo do mar no Holoceno. Esta planície costeira apresenta extensão média de 4,4 km entre a base de uma paleofalésia e a moderna linha de costa, apresentando como indicadores de nível de mar elevado – paleolaguna, paleobarreiras costeiras (*spit* e ilhas), depósitos paludiais de mangue, além da Pedra de Itapagé (*beachrock*).

O objetivo desta pesquisa foi analisar os padrões estratigráficos neste sistema de barreiras costeiras-lagunas a partir do modelo de fácies (Walker e James, 1992) e estratigrafia de sequência em sistemas deposicionais misto (Zecchin e Catuneanu, 2017).



Figura 1. Localização da área de estudo na transição da sub-bacia de Icaraí para a sub-bacia de Acararé (Bacia do Ceará)

### MATERIAIS E MÉTODOS

#### Atividades em Campo



#### Atividades em Laboratório

- Granulometria
  - ↳ Peneiramento e Pipetagem
- Carbono 14
  - ↳ AMS
- Matéria Orgânica
  - ↳ Titulação com Reagentes Químicos
- Forma do Grão
  - ↳ Arredondamento e Esfericidade
- Fluorescência de Raio-X
  - ↳ Rigaku (ZSX-Mini)
- Coluna Estratigráfica
  - ↳ SedLog
- Siliciclásticos x bioclásticos
  - ↳ Lupa Binocular
- LOE
  - ↳ Protocolo SAR (10 alíquotas)

### RESULTADOS

Foram identificadas 8 fácies sedimentares que englobam 4 ambientes: **Retro-Barreira** - paludial de mangue (fpm), tidal flat (ftf), coquinas (fc), canal de maré (fcm); **Costa Aberta** - estirâncio (fe) e lag transgressivo (flt); **Eólico** - dunas (fdu) e **Fluvial** - depósito fluvial (fdf).

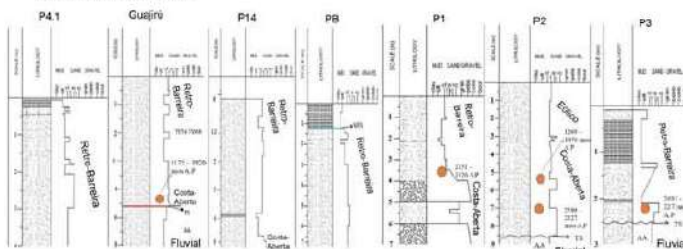


Figura 2. Colunas estratigráficas

### Sistema Depositional Misto – Bioclástico x Siliciclástico

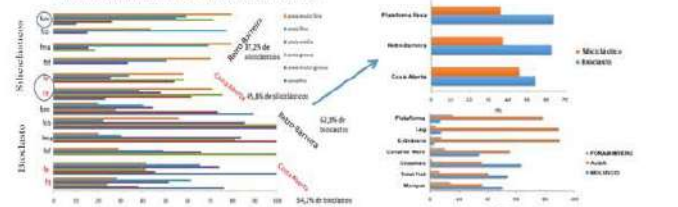


Figura 3. Relação Bioclásticos x Siliciclásticos entre a planície costeira e a plataforma rasa

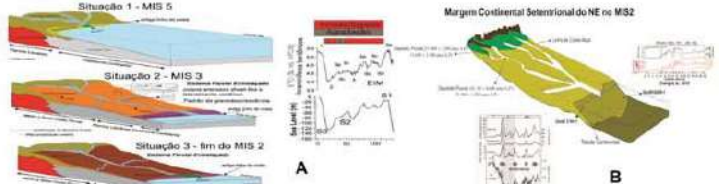


Figura 4. Gênese dos depósitos fluviais de mar baixo (A) e correlação de depósitos em Fortaleza e Parnaíba (B)

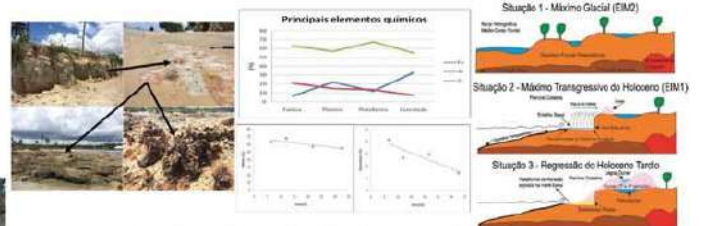


Figura 5. Gênese das plataformas de abrasão marinha

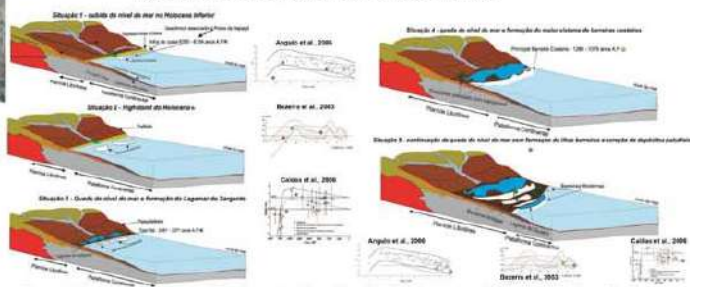


Figura 6. Evolução da planície litorânea de Almofoala-Guajurú durante o Holoceno Médio e Tardio



Figura 7. Provável gênese de escurecimento dos grãos bioclásticos

### CONCLUSÕES

Fica evidenciado que este sistema de barreiras costeiras e lagunas estão associados a um nível de mar mais elevado que o atual durante o Holoceno, sendo que a posterior queda do nível do mar até atingir a cota atual favoreceu a acreção vertical da fácies paludial de mangue e consequente preservação das paleobarreiras costeiras. Desta forma, verifica-se que assim como a Costa Leste brasileira, o setor estudado apresentou nível do mar acima da cota atual no Holoceno Médio, diferentemente do que apontou Irion et al., (2012) que afirmou que durante o Holoceno, o nível do mar nunca esteve acima do atual.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Irion, G., Morais, J. O., Bungenstock, F., 2012. Holocene and Pleistocene sea-level indicators at the coast of Jericoacoara, Ceará, NE Brazil. Quaternary Research 77, 251–257;  
 Ximenes Neto, A. R., Morais, J. O., Paula, L. F. S., Pinheiro, L. S., 2018. Transgressive deposits and morphological patterns in the equatorial Atlantic shallow shelf (Northeast Brazil). Reg Stud Mar Sci. 24, 212–224;  
 Walker, R. G., James, N. P., 1992. Facies Models: Response to Sea Level Change. St. John's, Nfld: Geological Association of Canada = Association géologique du Canada. Print;  
 Zecchin, M., Catuneanu, O., 2017. High-resolution sequence stratigraphy of elastic shelves VI: mixed siliciclastic-carbonate systems. Mar. Pet. Geol. 88, 712–723.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DOS BANCOS TRANSVERSAIS (TIPO FINGER BARS) DA MARGEM INTERNA DA RESTINGA DA MARAMBAIA (BAÍA DE SEPETIBA, RJ)**

CASTRO, M. C.; GOMES, C. L. S.; GUERRA, J. V.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Marianna da Costa Castro, [castromariannac@gmail.com](mailto:castromariannac@gmail.com))

A morfologia costeira apresenta padrões complexos, fruto da interação entre agentes hidrodinâmicos e os sedimentos superficiais inconsolidados. Os bancos transversais de orientação geral NE-SO, presentes na margem interna da restinga da Marambaia (RJ), caracterizam-se por serem acumulações alongadas de sedimentos com orientação perpendicular ou oblíqua em relação à costa e paralelas entre si. Medições correntométricas realizadas nas proximidades dos bancos estudados, sob condições de sizígia, registraram que as correntes de maré vazante são mais intensas e apresentam maior duração que as de enchente. Próximo ao fundo, a intensidade média das correntes foi de 0,3, 0,58 e 0,59 m/s nos setores oeste, central e leste, respectivamente, ocasionalmente atingindo valores acima de 0,7 m/s. Em geral, os setores oeste e leste apresentam padrões semelhantes com sentido para oeste, durante a vazante, e para leste, durante a enchente. Já na porção central, o padrão de circulação registrado é mais variável, sem clara relação com a fase da maré e com predomínio de correntes transversais à orientação da restinga. O presente estudo tem o objetivo de apresentar a caracterização sedimentológica dos bancos transversais, através de sua granulometria (tamanho médio, grau de seleção, assimetria e curtose), além do teor de matéria orgânica e carbonato de cálcio. Foram coletadas 37 amostras de sedimentos superficiais nas cristas e cavas de 18 bancos. Em laboratório, as amostras foram processadas pelas técnicas clássicas de análise de sedimentos, com retirada dos sais solúveis, matéria orgânica e carbonato. A separação da fração fina (< 0,062 mm, silte e argila) da grossa (> 0,062 mm) foi realizada por peneiramento a úmido. A distribuição granulométrica da fração fina foi determinada através de analisador de partículas por difração a laser Malvern™ e a da fração grossa por peneiramento a intervalos de 0,5  $\Phi$ . A análise estatística dos dados granulométricos foi realizada através do programa Gradistat 8.0. No geral, o tamanho médio dos sedimentos apresenta-se semelhante entre cristas e cavas (areia média), com exceção de dois bancos, na porção leste, constituídos por areia fina. As cavas apresentaram, em média, 1,6% a mais de material fino do que as cristas, padrão também observado quanto ao teor de material orgânico. O teor de finos tende a aumentar da porção oeste até a curvatura leste da restinga, comportamento similar ao da matéria orgânica. Em relação ao grau de seleção, os sedimentos são, em sua maioria, bem selecionados, com exceção de duas amostras na curvatura leste da restinga, que foram classificadas como mal selecionadas, devido ao maior teor de finos, confirmados pela sua assimetria muito positiva. No geral, as amostras não apresentam nenhum padrão espacial no que diz respeito à assimetria e ao teor de carbonato. Os sedimentos das cristas dos bancos possuem caráter leptocúrtico e das cavas muito leptocúrtico. A próxima etapa do estudo dos bancos transversais é identificar os mecanismos físicos que controlam sua evolução e manutenção.

Palavras-chave: Formas de fundo. Dinâmica sedimentar. Circulação em baías costeiras.

### SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DOS BANCOS TRANSVERSAIS (TIPO FINGER BARS) DA MARGEM INTERNA DA RESTINGA DA MARAMBAIA (BAÍA DE SEPETIBA, RJ)

CASTRO, M. C.<sup>1</sup>; GOMES, C. L. S.<sup>1</sup>; GUERRA, J. V.<sup>1</sup>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)<sup>1</sup>

castromarianna@gmail.com



#### INTRODUÇÃO

- A morfologia costeira apresenta padrões complexos, fruto da interação entre agentes hidrodinâmicos e os sedimentos superficiais inconsolidados.
- Bancos transversais:** acumulações alongadas de sedimentos que se estendem do infra-maré até poucos metros de profundidade, com orientação perpendicular ou oblíqua em relação à costa e paralelas entre si.
- Os bancos amostrados na região apresentam orientação **NE-SO** e estão presentes ao longo da margem interna da Restinga da Marambaia, RJ.
- Apresentam distância média entre 60 e 90 metros (Gomes et al., 2019).
- Medições correntométricas nas proximidades mostraram que, próximo ao fundo, a intensidade média das correntes variou entre 0,3 e 0,6 m/s, mostrando haver um **transporte ativo** de sedimentos na região (Carvalho, 2014).

- Objetivo:** apresentar a caracterização sedimentológica dos bancos transversais, através de sua **granulometria** (tamanho médio, grau de seleção, assimetria e curtose), **teor de matéria orgânica** e **carbonato de cálcio**.



Figura 1: Localização dos Bancos Transversais amostrados na Restinga da Marambaia.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

- Campanhas amostrais ocorreram em 2 dias consecutivos, sob condições de maré de sizígia.
- Coletadas 32 amostras de sedimentos superficiais nas cristas e cavas de 15 bancos (Figura 1).
- Em laboratório, as amostras foram processadas pelas técnicas clássicas de análise de sedimentos (p. ex. Friedman & Johnson, 1982), com retirada dos sais solúveis, matéria orgânica (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 30%) e carbonato (HCl a 30%).
- Separação das frações fina (< 0,062 mm, silte e argila) e grossa (> 0,062 mm) por peneiramento úmido.
- Distribuição granulométrica da fração fina determinada através de analisador de partículas por difração a laser Malvern™ e da fração grossa por peneiramento a intervalos de 0,5 φ.
- A análise estatística realizada através do programa Gradistat 8.0 (Blott & Fyfe, 2001)

#### RESULTADOS

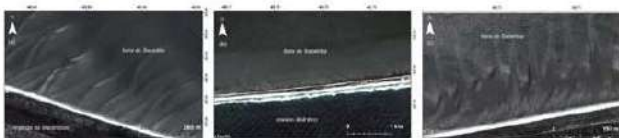


Figura 2: Imagens de satélite com os bancos transversais NE-SO presentes na margem norte da restinga da Marambaia. (a) extremidade O da restinga; (b) setor central da restinga; (c) curvatura L da restinga. Imagens: 31/08/2012. Fonte: Google Earth-Digital Globe.

- Tamanho médio: **areia média**, com exceção dos dois últimos bancos a leste.
- Grau de seleção (Figura 3): em sua maioria, **bem selecionados** com exceção de 4 amostras classificadas como moderadamente selecionadas (B8, B9 e B13 nas cavas e B10 na crista) e 3 como mal selecionadas (B10 na cava, lama1 e lama2).
- As cavas apresentaram, em média, 1,6% a mais de material fino do que as cristas.

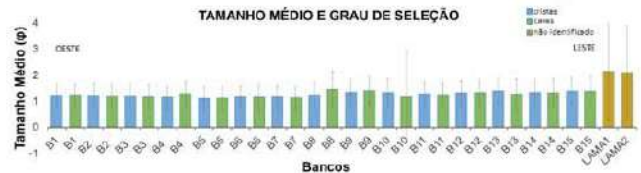


Figura 3: Tamanho médio e grau de seleção dos sedimentos nas cristas e cavas dos bancos transversais.

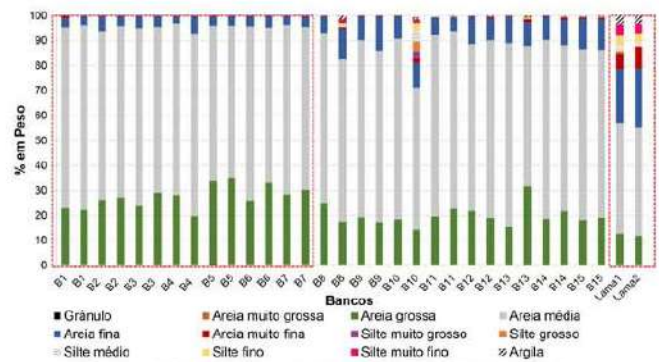


Figura 4: Distribuição granulométrica dos bancos transversais

- Curtose:** todas as amostras das cristas apresentaram caráter leptocúrtico, enquanto as das cavas foram classificadas como mesocúrticas, leptocúrticas e muito leptocúrticas.

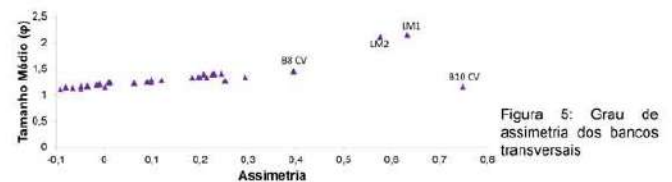


Figura 5: Grau de assimetria dos bancos transversais

- O teor de **matéria orgânica** apresentou uma tendência de aumentar em direção a leste, possivelmente pela maior proximidade com os rios e manguezais da baía.



- No geral, as amostras não apresentaram nenhum padrão espacial sobre o teor de **carbonato de cálcio**, que variou entre 1,1 a 0,3%.

#### CONCLUSÕES

- O trabalho permitiu observar as características granulométricas: em sua maioria apresentando tamanho de areia média, bem selecionados, leptocúrticos e assimetria bem dividida em positiva e quase simétrica.
- Maior presença de sedimentos finos e de matéria orgânica nas porções mais a leste.
- Os dados observados nos parâmetros de assimetria, grau de seleção e curtose dão indicativos sobre os mecanismos de transporte de sedimento na área de estudo.
- A próxima etapa deste estudo dos bancos transversais contribuirá para a identificação dos mecanismos físicos que controlam sua evolução e manutenção.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Blott, S.; Fyfe, K. 2001. Gradistat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, v. 26, n. 11, p. 1237-1248.
- Carvalho, B.C. 2014. Aplicação de múltiplas ferramentas no estudo do transporte de sedimentos na margem interna da restinga da Marambaia (baía de Sepetiba, RJ). Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Oceanografia, *Dissertação de Mestrado*, 137p.
- Friedman, G. M., & Johnson, K. G. 1982. *Exercises in sedimentology*. John Wiley & Sons.
- Folk, R.; Ward, W.C. 1957. Brazos River Bay: Study of the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 27, pp. 3-27.
- Gomes, C.L.; Guerra, J.V.; Gallo, J.V. 2019. Mapeamento de bancos transversais (tipo *finger bars*) na margem norte da restinga da Marambaia (baía de Sepetiba, RJ). In: *Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sersorciamento Renato*, 2019, Santos. *Anais eletrônicos...* Campinas, GALDA.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ASPECTOS MORFOLÓGICOS, SEDIMENTOLÓGICOS E GEOCRONOLÓGICOS DA PLATAFORMA INTERNA NO SUL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

CARON, F.; BARBOZA, E.G.; TOMAZELLI, L.J.; DILLENBURG, S.D.;  
LOPES, R.P.; RITTER, M.N.; ROSA, M.L.C.C.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Felipe Caron; [felipe.caron@ufrgs.br](mailto:felipe.caron@ufrgs.br))

Com o objetivo de caracterizar a plataforma interna da porção sul do Rio Grande do Sul sob os aspectos evolutivos durante o Pleistoceno Superior e Holoceno, foram realizados perfis batimétricos perpendiculares à linha de costa atual e coletas de amostras superficiais para análises sedimentológicas e geocronológicas em duas zonas denominadas: A (região ao largo do Chuí ao Balneário Hermenegildo), e B (região ao largo da Praia dos Concheiros ao Farol do Albardão). A zona A foi caracterizada pela alta variabilidade textural, com predomínio da fração areia e presença marcante de altos topográficos próximos à linha de costa (~3 e 6 km de distância), entre 12 a 7 m de profundidade. Associadas a estas feições ocorrem concentrações de cascalho biodetrítico, em alguns trechos ocorre à exposição de substrato rígido (arenitos). Nas regiões mais profundas, principalmente entre os altos, ocorrem as frações silte e argila. A zona "B" também possui alta variabilidade textural. Da linha de costa atual até 10 km de distância (entre as profundidades 10 e 15 m) ocorre a presença de sedimentos finos com pequenas concentrações biodetríticas. A partir deste trecho, altos topográficos (de 2 a 5 m) foram identificados entre as profundidades de 21 a 15 m, predominando a fração areia, com importantes concentrações de cascalho biodetrítico. Entretanto, não foi observada a presença de substrato rígido. Estas feições ocorrem alinhadas entre os perfis a 10 e 12 km e 14 e 20 km da atual linha de costa, e foram interpretados como *shelf ridges*. Datações de  $^{14}\text{C}$  em moluscos bivalves (*Mactra* sp) coletados nas profundidades de 7 a 21 m revelaram dois grupos distintos de idades: 40 ka AP e outro grupo com valores menores que 6 ka AP. Os altos topográficos rígidos expostos denotam a erosão na plataforma interna. A presença de *shelf ridges* associadas a importantes concentrações biodetríticas com idades de 40 e 6 ka AP, demonstram os depósitos de *lag* transgressivo da barreira holocênica relacionados à última transgressão pós-glacial. Estas configurações na plataforma interna corroboram com as evidentes características transgressivas na morfologia e na estratigrafia da porção emersa da barreira costeira neste setor.

Palavras-Chave: Altos topográficos. Bioclastos. *Lag* transgressivo. *Shelf ridges*.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### ASPECTOS MORFOLÓGICOS, SEDIMENTOLÓGICOS E GEOCRONOLÓGICOS DA PLATAFORMA INTERNA NO SUL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.

CARON, F.<sup>1</sup>; BARBOZA, E.G.<sup>1</sup>; TOMAZELLI, L.J.<sup>1</sup>; DILLENBURG, S.D.<sup>1</sup>; LOPES, R.P.; RITTER, M.N.<sup>1</sup> & ROSA, M.L.C.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
felipe.caron@ufrgs.br

#### INTRODUÇÃO

Com o objetivo de caracterizar a plataforma interna da porção sul do Rio Grande do Sul sob os aspectos evolutivos durante o Pleistoceno Superior e Holoceno foram realizados perfis batimétricos perpendiculares à linha de costa atual e coletas de amostras superficiais para análises sedimentológicas e geocronológicas em duas zonas denominadas: A (região ao largo do Chui ao Balneário Hermenegildo), e B (região ao largo da Praia dos Concheiros ao Farol do Albarádo), Fig. 1.

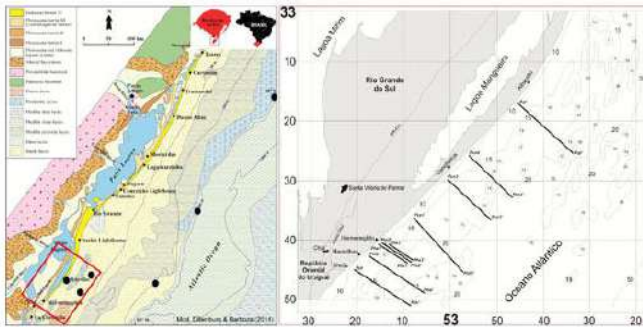


Figura 1 Área de estudos. Os pontos negritos ilustram a localização das amostras datadas. A figura em destaque apresenta os perfis batimétricos realizados na Plataforma Interna.

#### RESULTADOS

A zona A foi caracterizada pela alta variabilidade textural, com predomínio da fração areia e presença marcante de altos topográficos próximos à linha de costa (~3 e 6 km de distância), entre 12 a 7 m de profundidade. Associadas a estas feições ocorrem concentrações de cascalho biotérmico, em alguns trechos ocorre à exposição de substrato rígido (arenitos). Nas regiões mais profundas, principalmente entre os altos, ocorrem as frações silte e argila. A zona "B" também possui alta variabilidade textural. Da linha de costa atual até 10 km de distância (entre as profundidades 10 e 15 m) ocorre a presença de sedimentos finos com pequenas concentrações biotérmicas. A partir deste trecho, altos topográficos (de 2 a 5 m) foram identificados entre as profundidades de 21 a 15 m, predominando a fração areia, com importantes concentrações de cascalho biotérmico. Entretanto, não foi observada a presença de substrato rígido. Estas feições ocorrem alinhadas entre os perfis a 10 e 12 km e 14 e 20 km da atual linha de costa, e foram interpretados como *shelf ridges*. Datções de <sup>14</sup>C em moluscos bivalves (*Macra* sp.), coletados nas profundidades de 7 a 21 m, revelaram dois grupos distintos de idades: 40 ka AP e outro grupo com valores menores que 6 ka AP. Os altos topográficos rígidos expostos denotam a erosão na plataforma interna.

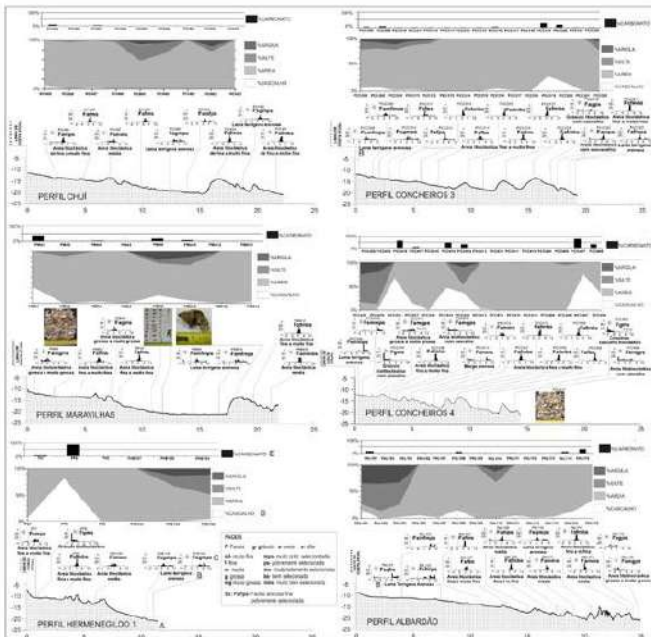


Figura 2: Morfologia e Sedimentologia da Plataforma Interna. A: Perfis Batimétricos. B: Classificação de Lasonneur. C: Histograma e Fácies. D: Percentagem textural. E: Percentagem Carbonatos

#### MATERIAIS E MÉTODOS

##### DADOS BATIMÉTRICOS:

- \*Navio Oceanográfico Atlântico Sul – FURG.
- \*Ecobatímetro ODOM® Hydrotrak 200 kHz e GNSS.
- \*Velocidade constante de 5 nós.
- \*PROCESSAMENTO
- \*Ambiente Matlab® (identificação de erros)
- \*Geração de perfis: Distância X Cota Batimétrica

##### SEDIMENTOLOGIA DAS AMOSTRAS:

- \*Draga do tipo Gibbs - Embarcação em movimento.
- \*Tempo de arrasto da draga 2 min (fundo) +/-150 m
- \*Análise granulométrica:
- \*Separação frações com 1/4 de phi.
- \*Classificações:
- \*Folk & Ward (1957); Lasonneur (1977)
- \*Controle das porcentagens de carbonatos totais

##### DATAÇÕES POR RADIOCARBONO:

- \*60 idades de Radiocarbono
- \*Espécie: *Macra isabelliana*
- \*Profundidades: 7, 19, 21 m
- \*80 idades de Radiocarbono
- \*Espécie: *Nuculana larranagai*
- \*Profundidades: 100, 160, 242 m

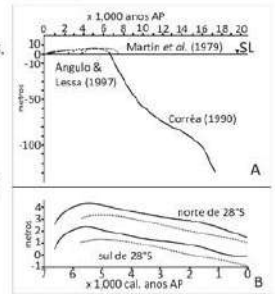
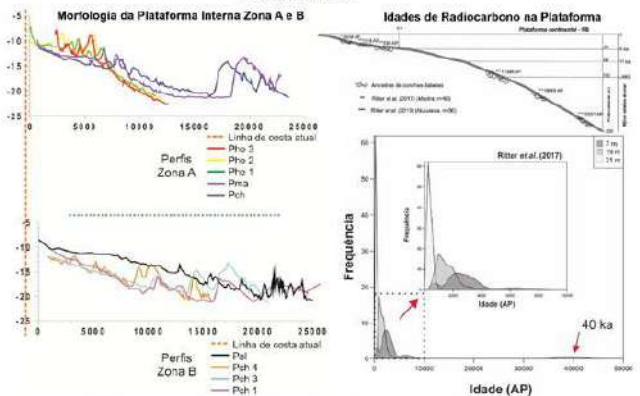


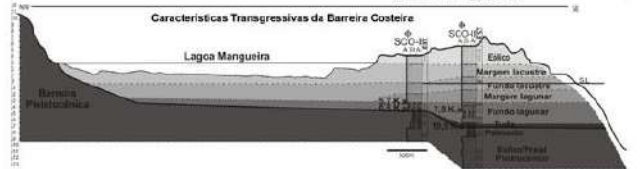
Figura 3 A: Curvas do nível do mar no Holoceno para a costa leste do Brasil. Curva sólida da Corréa (1990). Curva pontilhada Martin et al. (1979). Curva tracejada após Angulo & Llesca (1997). B: Curvas de variações do nível do mar para a costa brasileira durante o Holoceno ao norte de 28°S (linha sólida) e sul de 26°S (linha tracejada) de Angulo et al. 2006. Modificada de Dillenburg et al. (2009).

#### DISCUSSÃO



Mecanismos de migração e evolução durante o processo transgressivo:

- Recuo da antepraia (Swift, 1988)
- Lag transgressivo e "shelf sand ridges"
- Sai-Us (Swift, 1991)
- Feições reliquias na plataforma interna
- Ancoramento em altos topográficos pré-existentis



#### CONCLUSÕES

A presença de *shelf ridges* associadas a importantes concentrações biotérmicas com idades de 40 e 6 ka AP, demonstram os depósitos de lag transgressivo da barreira holocênica relacionados à última transgressão pós-glacial. Estas configurações na plataforma interna corroboram com as evidentes características transgressivas na morfologia e na estratigrafia da porção emersa da barreira costeira neste setor.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angulo & Llesca GG (1997) The Brazilian coastal curve: a critical review with emphasis on the curve from Maranhão and Ceará regions. Mar. Geol. 141: 141-166

Angulo & Llesca GG, Souza PR (2016) A critical review of high to low Holocene sea-level fluctuations in the eastern Brazilian coastline. Quat. Sci. Rev. 235:88-900

Caron, F. Estratigrafia e Evolução da Barreira Holocênica na região costeira de Santa Vitória do Palmar, Planície Costeira do Rio Grande do Sul, Brasil. Porto Alegre, 1979. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Correa C.S. (1990) Análise morfoestrutural e evolução paleogeográfica da plataforma continental atlântico sul-brasileira (Rio Grande do Sul - Brasil). Tese de Mestrado. Universidade de Brasília.

Dillenburg S. R., Barboza E. G. (2019) The inner shelf nearly coast of Southern Brazil. Geological Society Special Publications, 200: 333-350.

Martin, C., Giguère, J., Tancas, J.M. (1979) La Quaternaire récent de l'aire brésilienne entre Capotaíba (SP) et Barra de Guaraná (RS). In: Proceedings of the international symposium on coastal evolution in the Quaternary São Paulo, Brazil, p. 298-331

Ritter M.N., Esthai, F., Kaban, M.A., Coimbra, J.C., Kaufman, D.S. (2017) Spatial variation in the temporal resolution of subtropical shallow-water mollusk death assemblages. Paleoceanography, 32: 171-180.

Ritter M.N., Esthai, F., Coimbra, J.C. (2019) Depth as an over-riding environmental variable modulating preservation potential and temporal resolution of shell assemblages. Lithos, 62: 41-56.

Swift, D.J.P., French, D.C. & Young, J.A. (1971) Time and space distribution of megaripples and associated bedforms. Middle Atlantic Bight. North American Benthic Shell. Sedimentology, v.28, p.389-406.

Swift, D.J.P., Haskins, A.W., Vincent, C.E. & Hopkins, T.S. (1985) Barrier island evolution. Middle Atlantic Bight, U.S.A. Part 1: Structural dynamics. In: G.F. Odell and S.F. Lutherman (Editors), Barrier Islands. Marine Geology, 63:307-390.

Swift, D.J.P., French, S. & Thomas, J. A. (1991) Sedimentation on continental margins. In: Shallow and deep-sea systems. In: Swift, D.J.P., Odell, G. F., Thomas, R.W. and Thomas, J.A., Eds., Shelf Sand and Sandstone Basins. International Association of Sedimentologists, Special Publication 14, p. 89-152



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### INVESTIGAÇÃO DE SUBSUPERFÍCIE COM USO DE SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO – ESTUDO DE CASO: BAÍA DE SEPETIBA, ITAGUAÍ/RJ

NASCIMENTO, D. N.; GERALDES, M. C.; MANE, M. A.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Dione Nunes do Nascimento, [dionegeo@yahoo.com.br](mailto:dionegeo@yahoo.com.br))

Este trabalho envolveu a investigação de sistemas sedimentares da plataforma interna da Baía de Sepetiba, município de Itaguaí/RJ, localizada na porção nordeste da bacia de Santos, tendo como objetivo a interpretação do registro estratigráfico sob a influência dos sucessivos deslocamentos das fácies sedimentares sobre a plataforma continental, induzidos principalmente pelas oscilações glacioeustáticas durante o Pleistoceno Superior-Holoceno (~130 ka). Foram realizados 3 perfis sísmicos, um com 31,9 Km, de direção Leste-Oeste e outros dois, perpendiculares a esse, desde a margem continental até próximo a restinga de Marambaia, com 13 km cada um. Os levantamentos foram realizados na projeção UTM e referenciados ao Datum WGS-84 e ao meridiano central de 045° W. Para a obtenção das seções sísmicas foi utilizado o equipamento Geopulse Profiler Geoacoustic, com frequência variável de 2,0 a 12,0 KHz, modelo 5430A, com software de aquisição SonarWiz, e a fonte sísmica empregada foi a ressonante paramétrica com frequência de 3,5 KHz. A investigação atingiu ~30 metros de profundidade e a mesma foi referida ao Nível de Redução (NR), adotado pelo Centro de Hidrografia da Marinha para a área de levantamento. A etapa de interpretação das linhas sísmicas foi realizada através do programa SonarWiz 5.0 da Chesapeake Technology, sendo possível determinar a espessura mínima do pacote sedimentar, as formas de leito e algumas feições estruturais. A interpretação estratigráfica teve como preceitos o uso da estratigrafia de seqüências, e assim, foi possível estabelecer uma correlação entre as superfícies e unidades estratigráficas identificadas e interpretadas, permitindo o reconhecimento de diversos elementos arquiteturais no substrato da baía de Sepetiba/RJ. Foi observada a existência de paleocanais com seu preenchimento sedimentar vinculado aos eventos transgressivos e de mar alto subsequentes aos eventos regressivos ocorridos na área. Também foram identificados 03 tipos de padrões de reflexão: plano-paralelo contínuo, plano-paralelo descontínuo e sigmoidal truncado, como também, 03 padrões estratigráficos e/ou deposicionais: downlap, onlap e toplap. Esses padrões se associam com os tipos de sedimentos do fundo e com a morfologia do fundo de baía. Por fim, a presença de terraços arenosos foi observada em todos os 03 perfis estudados, sendo interpretados como registros de pequenas oscilações e estabilizações do nível do mar no transcorrer do evento transgressivo Holocênico. Concluiu-se, portanto, que a evolução geológica deposicional da baía de Sepetiba teve como principal processo atuante os últimos eventos eustáticos, os quais colaboraram de forma evidente no transporte, deposição, acúmulo e retrabalhamento de sedimentos.

Palavras-chave: Perfilagem Sísmica. Estratigrafia. Baía de Sepetiba.

## INVESTIGAÇÃO DE SUBSUPERFÍCIE COM USO DE SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO – ESTUDO DE CASO: BAÍA DE SEPETIBA, ITAGUAÍ/RJ.

Dione Nunes do Nascimento <sup>1</sup>; Mauro César Geraldes <sup>2</sup>; Miguel Angelo Mane <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis - Universidade do Estado do Rio de Janeiro ([dionegeo@yahoo.com.br](mailto:dionegeo@yahoo.com.br)); <sup>2</sup> Faculdade de Geologia, Programa de Pós Graduação em Análise de Bacias e Faixas Móveis - Universidade do Estado do Rio de Janeiro ([mauro.geraldes@gmail.com](mailto:mauro.geraldes@gmail.com)).

### INTRODUÇÃO

Essa pesquisa foi realizada na baía de Sepetiba, município de Itaguaí, localizada no sul do Estado do Rio de Janeiro/Brasil, próxima em torno de 70 Km do centro metropolitano (Figuras 01 e 02). A região tem um sistema de fraturas de direções predominantes NE-SW, NW-SE e N-NE com domínio resultante de dobramentos, falhas reativadas e blocos remobilizados (SEMADS/2001). O estudo envolveu a investigação de sistemas sedimentares da plataforma interna da Baía de Sepetiba, tendo como objetivo a interpretação do registro estratigráfico sob a influência dos sucessivos deslocamentos das fácies sedimentares sobre a plataforma continental, induzidos principalmente pelas oscilações glacioeustáticas durante o Pleistoceno Superior-Holoceno (~130 ka).

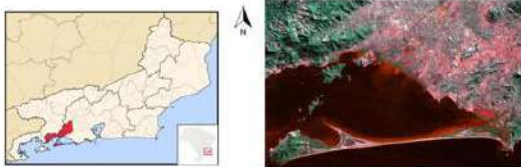


Figura 01 - Localização da baía de Sepetiba na imagem de satélite SPOT (1996) à direita.

### MATERIAIS E MÉTODOS



Figura 02 - Imagem com a localização das seções sísmicas realizadas na baía de Sepetiba.

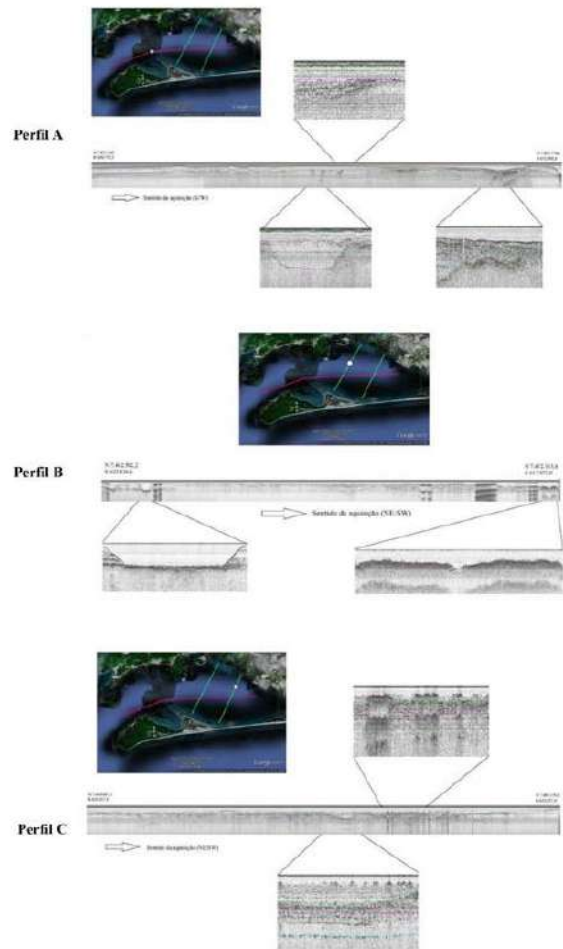


Figuras 03, 04 e 05 - Fotos do equipamento de registro sísmico e da embarcação utilizada na aquisição dos dados.

A fonte sísmica empregada no trabalho foi a ressonante paramétrica com frequência de 3.5 KHz. Os dados sísmicos brutos foram pós-processados para criar arquivos SEG-Y ou XTF. As profundidades dos perfis têm uma velocidade acústica aplicada de 1500 metros por segundo na conversão de tempo para distância e foram referidas ao Nível de Redução (NR), adotado pelo Centro de Hidrografia da Marinha para a área de levantamento.

A etapa de interpretação das linhas sísmicas foi realizada através do programa SonarWiz 5.0 da Chesapeake Technology e a etapa de interpretação estratigráfica teve como preceitos o uso da estratigrafia de seqüências, sintetizados em Catuneanu (2006). Sendo assim, foi possível estabelecer uma correlação entre as superfícies e unidades estratigráficas identificadas e interpretadas.

### RESULTADOS E CONCLUSÕES



Conclui-se que a evolução geológica deposicional da bacia da baía de Sepetiba teve como principal processo atuante os últimos eventos eustáticos, os quais colaboraram de forma evidente no transporte, deposição, acúmulo e retrabalhamento de sedimentos, como por exemplo, na formação dos terraços arenosos encontrados e nos pacotes sedimentares plano-paralelos contínuos e descontínuos. Em conjugação a esse fato, processos tectônicos do Paleoceno ao recente foram também muito importantes, pois contribuíram na formação de estruturas geológicas cujas formas se refletem nas camadas sedimentares sobrepostas, como também, na criação de mais espaço para tais deposições.

Agradecimentos a FAPERJ e ao PPGABFM/UERJ.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CATUNEANU, O. Principles of Sequence Stratigraphy. Amsterdam, Elsevier, 2006. 375 p.
- RONCARATI, H.; BARROCAS, S.L.S. Projeto Sepetiba: Estudo geológico preliminar dos sedimentos recentes superficiais da Baía de Sepetiba, Município do Rio de Janeiro, Itaguaí e Mangaratiba, RJ. Rio de Janeiro: CENPES-Petrobras (Relatório preliminar). 1978.
- SEMADS. Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da Microregião Ambiental 2 – Baía da Baía de Sepetiba. Rio de Janeiro, 2001, 79p.
- SONARWIZ PROGRAM. Versão 5.0, 2013.
- ZALÁN, P.V.; OLIVEIRA, J.A.B de. Origem e evolução estrutural do Sistema de Rifles Cenozóicos do Sudeste do Brasil. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v.13, n.2, p. 269-306, 2005.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO DAS FEIÇÕES DE EROÇÃO COSTEIRA A PARTIR DE GEOINDICADORES NA PRAIA DE CANASVIEIRAS, FLORIANÓPOLIS/SC

BERTUZZI, A.B.; GOMES, M.C.V.

Universidade do Estado de Santa Catarina (Ana Beatriz Bertuzzi; [abbertuzzi@gmail.com](mailto:abbertuzzi@gmail.com))

Os geoindicadores abrangem um conjunto de indicadores de processos do meio físico que são empregados como uma ferramenta para a avaliação de mudanças rápidas no ambiente. Atualmente, estes vêm sendo amplamente utilizados no monitoramento de áreas costeiras em virtude de facilitar o entendimento dos processos atuantes nestes ambientes. Na ilha de Santa Catarina, a erosão costeira é um desafio à gestão pública e demanda estudos que busquem explicar as suas causas e as tendências de comportamento morfodinâmico, uma vez que alguns dos arcos praias com maior infraestrutura urbana vêm sofrendo com sucessivas perdas econômicas em decorrência dos eventos erosivos. Neste contexto, destaca-se a praia de Canasvieiras, onde é reconhecida a redução da largura da praia ao longo das últimas décadas e que vem colocando em risco a infraestrutura urbana ao longo da orla. O objetivo deste trabalho é caracterizar as feições decorrentes da erosão costeira na praia de Canasvieiras, costa norte da ilha de Santa Catarina/SC. A referida praia apresenta características de praia de enseada semiprotégida, em estado morfodinâmico intermediário, com ventos e ondulações predominantes de norte e nordeste, sendo, as últimas, de baixa energia. Inicialmente, foi realizado um levantamento em campo para identificação dos indicadores de erosão costeira frequentemente reconhecidos na literatura como frequentes no litoral brasileiro (ex. pós-praia estreito; retrogradação da linha de costa; erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos; destruição de faixas frontais de vegetação; frequente exposição de terraços ou falésias artificiais; construção e destruição de estruturas artificiais, etc.). Buscou-se interpretar sua distribuição espacial a partir de trabalhos prévios sobre comportamento morfossedimentar neste arco praial. Os indicadores reconhecidos foram: (i) erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos; (ii) destruição de faixas frontais de vegetação; (iii) construção e destruição de estruturas artificiais; e (iv) frequente exposição de terraços ou falésias artificiais. A partir da espacialização dos geoindicadores foi possível observar a sobreposição destes em alguns setores da praia, caracterizando uma condição de erosão mais severa. Nesse sentido, destaca-se o setor junto ao principal acesso à praia, onde a presença de aterros, muros, enrocamentos e a inexistência de pós-praia por dezenas de metros indicam a intensidade da erosão costeira. Destaca-se que trabalhos anteriores verificaram que ao longo dos anos de 2017 e 2018 este setor apresentou um dos maiores déficits sedimentares de todo o arco praial. Os resultados indicam que a ausência das dunas frontais, em decorrência da urbanização ao longo do limite do pós-praia (borda do terraço marinho ou duna frontal), dificulta a interação entre os setores morfológicos praia-duna, o que causa uma significativa redução no aporte sedimentar ao ambiente praial, de forma que o sistema praial não consegue repor o estoque sedimentar, levando este setor do arco praial a ter uma tendência erosiva.

Palavras-Chave: Erosão costeira. Geoindicadores. Morfodinâmica praial.

### CARACTERIZAÇÃO DAS FEIÇÕES DE EROÇÃO COSTEIRA A PARTIR DE GEOINDICADORES NA PRAIA DE CANASVIEIRAS, FLORIANÓPOLIS/SC

Ana Beatriz Bertuzzi<sup>1</sup>; Maria Carolina Villaça Gomes<sup>2</sup>; Norberto Olmiro Horn Filho<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina; <sup>2</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina; <sup>3</sup>Universidade Federal de Santa Catarina.



#### INTRODUÇÃO

Os geoindicadores abrangem um conjunto de indicadores de processos do meio físico que são empregados como uma ferramenta para a avaliação de mudanças rápidas no ambiente. Atualmente, estes vêm sendo amplamente utilizados no monitoramento de áreas costeiras em virtude de facilitar o entendimento dos processos atuantes nestes ambientes.

Na ilha de Santa Catarina, a erosão costeira é um desafio à gestão pública e demanda estudos que busquem explicar as suas causas e as tendências de comportamento morfodinâmico. Neste contexto, destaca-se a praia de Canasvieiras, onde é reconhecida a redução da largura da praia ao longo das últimas décadas e que vem colocando em risco a infraestrutura urbana ao longo da orla.

O objetivo deste trabalho é caracterizar as feições decorrentes da erosão costeira na praia de Canasvieiras, costa norte da ilha de Santa Catarina/SC.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento em campo para identificação dos indicadores de erosão costeira, baseado na proposta de Souza (2005) (Tabela 1). Buscou-se interpretar sua distribuição espacial a partir de trabalhos prévios sobre comportamento morfossedimentar neste arco praiar.

Tabela 1: Indicadores de erosão costeira.

INDICADORES DE EROÇÃO COSTEIRA	
1. Pós-praia muito estreita ou inexistente devido à inundação permanente durante as proximidades de alta mar (praias urbanizadas ou não)	
2. Retrogradação geral da linha de costa nas últimas décadas, com diminuição da largura da praia em toda a sua extensão, ou mais acentuadamente em determinados locais (praias urbanizadas ou não)	
3. Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordejam as praias, sem o desenvolvimento de falésias ou escarpamentos emoldurados e terraços marinhos (praias urbanizadas ou não)	
4. Presença de falésias com alturas de até algumas dezenas de metros em rochas sedimentares mesozóicas, sedimentos terciários (formação Barragem) e rochas de praia pleistocênicas e holocênicas, e presença de escarpamentos em depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordejam as praias (praias urbanizadas ou não)	
5. Destruição de faixas frontais de vegetação de "restinga" ou de manguezal e/ou presença de troncos em posição de viga solavante na praia, devido à remoção e colapso resultante causado pela retrogradação/intrusão da linha de costa	
6. Exumação e erosão de depósitos paleogeomorfos, surfatos, arenosos de praia ou terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos, sobre o estrato eou face marinha atuais, devido a remoção das áreas praias por erosão costeira e outros sedimentar extremamente negativo (praias urbanizadas ou não)	
7. Frequente exposição de "terraços" ou falésias artificiais, apresentando pacotes de espessura até métrica, formados por sucessivas camadas de areias solavantes, por lentas de áreas praias/duas isoladas entre a praia e a área urbanizada	
8. Construção e destruição de estruturas artificiais erguidas sobre os depósitos marinhos ou eólicos holocênicos que bordejam a praia, a pós-praia, orestinga, e face litorânea e ou zona de surfe	
9. Concentração de minerais pesados em determinados trechos de praias, em associação com outras evidências erosivas (praias urbanizadas ou não)	
10. Presença de embasamentos formados para elevação de canteiros de rollover	

Fonte: Adaptado de Souza (2005).



Figura 2: Pontos onde foram reconhecidos indicadores de erosão costeira: (a) e (b) Construção e destruição de estruturas artificiais; (c) erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos (PEREIRA, 2018); e (d) Destruição de faixas frontais de vegetação.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que a ausência das dunas frontais, em decorrência da urbanização ao longo do limite do pós-praia (borda do terraço marinho ou duna frontal), dificulta a interação praia-duna, reduzindo significativamente o aporte sedimentar ao ambiente praiar e conferindo a este setor do arco praiar uma tendência erosiva.

#### ÁREA DE ESTUDO

A praia de Canasvieiras está localizada na costa norte da Ilha de Santa Catarina (Figura 1). Apresenta características de praia de enseada semiprotetida, em estado morfodinâmico intermediário, com ventos e ondulações predominantes de norte e nordeste.

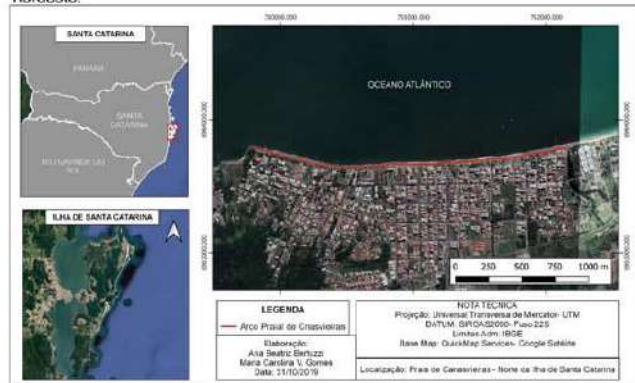


Figura 1: Localização da Praia de Canasvieiras, Ilha de Santa Catarina.

#### RESULTADOS

Foram observados os seguintes indicadores de erosão costeira:

- Construção e destruição de estruturas artificiais (Figura 2a e 2b);
- Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos (Figura 2c);
- Destruição de faixas frontais de vegetação (Figura 2d);
- Pós-praia inexistente ou muito estreito (Figura 3); e
- Frequente exposição de terraços (Figura 4).

Estes ainda se sobrepuseram, indicando uma condição de erosão mais severa.



Figura 3: Pós-praia muito estreito ou inexistente no setor centro-leste da praia de Canasvieiras.



Figura 4: Exposição do terraço no setor centro-leste da praia de Canasvieiras.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUSH, D. M.; NEAL, W. J.; YOUNG, R. S.; PILKEY, O. H. (1999) Utilization of geoindicators for rapid assessment of coastal-hazard risk and mitigation. *Ocean and Coastal Management*, v. 42, n. 8, p. 647-670.
- PEREIRA, F. S. (2018) Comportamento morfossedimentar da praia de Canasvieiras, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia), Universidade Federal de Santa Catarina, 120p.
- SOUZA, C. R. de G. (1997) As células de deriva litorânea nas praias do estado de São Paulo. 204 f. Instituto de Geociências. Programa de pós-graduação em geologia sedimentar, Tese de Doutorado USP, São Paulo.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DA PLANÍCIE COSTEIRA DO EXTREMO SUL DE SANTA CATARINA

GOMES, M.C.V.<sup>1,2</sup>; PAZINI, K.C.<sup>1</sup>; NAZARETH, E.R.<sup>1</sup>; SANTOS, Y.R.F.<sup>1</sup>; ROSOLEM, G.P.N.<sup>1</sup>; GOMES, G.O.<sup>1</sup>; ORASMO, R.S.<sup>1</sup>; PANIAGUA, F.P.M.<sup>2</sup>; SBROGLIA, R.M.<sup>1</sup>; SURKAMP, T.V.G.<sup>3</sup>; HORN FILHO, N.O.<sup>1</sup>

Universidade Federal de Santa Catarina<sup>1</sup> (Maria Carolina Villaça Gomes; [mcarolvg@yahoo.com.br](mailto:mcarolvg@yahoo.com.br)); Universidade do Estado de Santa Catarina<sup>2</sup>; Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina<sup>3</sup>

A planície costeira do extremo Sul do estado de Santa Catarina constitui-se majoritariamente de depósitos sedimentares inconsolidados do Quaternário, os quais cobrem o embasamento vulcano-sedimentar da Bacia do Paraná. Estes depósitos, de origem e composição variada, consistem no registro da instalação de diferentes ambientes de sedimentação atuais e pretéritos, e ocorrem desde o sopé da escarpa da Serra Geral, até a atual linha de costa. Esta diversidade geológica foi determinante para a gênese de um conjunto de formas de relevo ao qual se atribui significativo valor científico, educativo e socioeconômico. A identificação e descrição destas unidades geológicas é indispensável para a valorização deste patrimônio natural. Portanto, este trabalho teve como objetivo caracterizar, do ponto de vista sedimentar, as unidades geológicas da planície costeira do extremo Sul de Santa Catarina. Inicialmente, mapas geológicos e fotografias aéreas de 1938 (escala 1:35.000) e 2010 (escala 1:10.000) foram utilizados para confecção do mapeamento geológico (escala 1:125.000). Em campo, foram visitadas e descritas, sob aspectos morfológicos, texturais e estruturais, 20 estações geológicas. Nestas, foram coletadas um total de 23 amostras de sedimentos, as quais foram descritas a partir de diferentes aspectos geológicos, tais como estrutura, textura, cor, grau de seleção, mineralogia, presença de biodetritos e de matéria orgânica e idade. Posteriormente, estas amostras foram submetidas à análise granulométrica no equipamento LA-950 HORIBA. Compreende a geologia da planície costeira, as rochas basálticas da Formação Serra Geral e os arenitos da Formação Botucatu, além de depósitos dos sistemas deposicionais continental, transicional e antropogênico. O sistema deposicional continental, do Quaternário indiferenciado, compreende o Depósito coluvial, composto de sedimentos mal selecionados; o Depósito de leque aluvial, representado predominantemente por sedimentos siltico-argilosos mal selecionados; e o Depósito aluvial, composto de sedimentos arenosos. O sistema deposicional transicional, resultado das oscilações relativas do nível do mar, corresponde a oito unidades geológicas, do Pleistoceno superior e do Holoceno. Inclui o Depósito lagunar (sedimentos pelíticos a arenosos de granulometria fina); o Depósito paludial (sedimentos pelíticos com alto teor de matéria orgânica); o Depósito flúvio-lagunar (sedimentos siltico-arenosos); o Depósito marinho com retrabalhamento eólico (sedimentos areno-siltosos ou arenosos); o Depósito marinho praiado (sedimentos arenosos finos a médios) e o Depósito eólico (sedimentos arenosos finos). Por fim, o sistema deposicional antropogênico caracteriza a unidade Depósito tecnogênico (do Antropoceno), com aterros para implantação de rodovias e molhe hidráulico, à base de sedimentos mal selecionados desde matacões a argilas.

Palavras-chave: Mapeamento geológico. Planície costeira. Geodiversidade.

#### INTRODUÇÃO

A planície costeira do extremo sul do estado de Santa Catarina é constituída de depósitos sedimentares inconsolidados do período Quaternário, que recobrem o embasamento vulcanossedimentar da Bacia do Paraná. Esses depósitos são resultantes de diferentes ambientes de sedimentação atuais e pretéritos, desse modo possuem uma composição variada, situando-se do sopé da escarpa da Serra Geral até a linha de costa atual.

A identificação e descrição de tais depósitos é indispensável para a valorização deste patrimônio natural, portanto este trabalho teve como objetivo *caracterizar, do ponto de vista sedimentar, as unidades geológicas da planície costeira do extremo sul de Santa Catarina.*

#### ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange os municípios de Praia Grande, São João do Sul e Passo da Torres, Santa Catarina (Figura 1).

- Geologia: o embasamento consiste em rochas basálticas da Formação Serra Geral sobre os arenitos da Formação Botucatu. A planície costeira testemunha ao menos 2 eventos transgressivos (pleistoceno - 120ka-18ka, holoceno - 5.1ka-presente), que levaram à formação de variados depósitos de origem continental e costeira (HORN FILHO, 2003);
- Geomorfologia: são encontrados três compartimentos: (i) A escarpa da Serra Geral, relevo íngreme e fortemente dissecado, fonte de sedimentos para as terras baixas da planície costeira; (ii) Patamares da Serra Geral; (iii) Planície Colúvio-aluvionar (SANTA CATARINA, 1986).

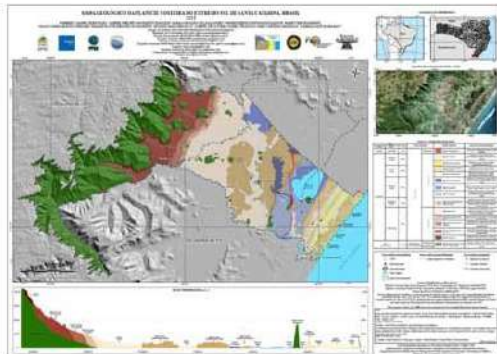


Figura 1. Mapa geológico da planície costeira do extremo sul de Santa Catarina e seção topogeológica da área de estudo.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Gabinete: por meio de fotointerpretação de imagens de satélite do Google Earth Pro e do mapa preexistentes, foram definidas 20 estações geológicas para coleta de dados *in situ*.

Trabalho de Campo: foram visitadas e descritas, sob aspectos morfológicos, texturais e estruturais, as estações geológicas. Nestas, foram coletadas um total de 23 amostras de sedimentos, as quais foram descritas a partir de diferentes aspectos geológicos, tais como estrutura, textura, cor, grau de seleção, mineralogia, presença de biotritos e de matéria orgânica e idade.

Laboratório: as amostras foram submetidas à análise granulométrica no equipamento LA-950 HORIBA.

#### RESULTADOS

O sistema deposicional continental, do Quaternário indiferenciado, possui:

- Depósito colúvio (DC, Figura 2), composto de sedimentos mal selecionados;
- Depósito de leque aluvial (DL) subdividido em Proximal (LAP), Mediano (LAM) e Distal (LAD), representado predominantemente por sedimentos silício-argilosos mal selecionados;
- Depósito aluvial (DA), composto de sedimentos arenosos.

O sistema deposicional transicional, resultado das oscilações relativas do nível do mar, corresponde a oito unidades geológicas, do Pleistoceno superior e do Holoceno:

- Depósito lagunar (DL), sedimentos pelíticos a arenosos de granulometria fina;
- Depósito paludial (DP), sedimentos pelíticos com alto teor de matéria orgânica;

- Depósito flúvio-lagunar (DFL), sedimentos silício-arenosos (Figura 3);
- Depósito eólico recobrindo o marinho praial (DEMH), sedimentos areno-siltosos ou arenosos recobrindo areias marinho praiais (Figura 4);
- Depósito marinho praial (DMP), sedimentos arenosos finos a médios;
- Depósito eólico (DE), sedimentos arenosos finos.

Por fim, o sistema deposicional antropogênico caracteriza a unidade Depósito tecnogênico (DT), do Antropoceno, com aterros para implantação de rodovias e molhe hidráulico, à base de sedimentos mal selecionados desde matações a argilas



Figura 2. Depósito colúvio.



Figura 3. Depósito flúvio-lagunar.



Figura 4. Depósito eólico recobrindo marinho praial.

Os resultados obtidos no LA-950 HORIBA (Tabela 1) mostram o percentual de cada fração granulométrica das amostras coletadas em campo.

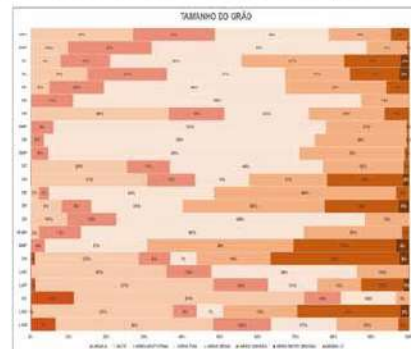


Tabela 1. Percentual de cada fração granulométrica das amostras de cada depósito da área de estudo

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desta caracterização sedimentológica se nota que a planície costeira do extremo sul de Santa Catarina apresenta uma diversidade geológica, indicando a variedade de ambientes deposicionais que existiram, além de testemunhar eventos transgressivos marinhos. Desse forma, pode-se afirmar que o extremo sul de Santa Catarina abriga uma geodiversidade relevante em âmbito nacional, o que verifica a importância do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul. Portanto, a produção de materiais é fundamental para a identificação de sítios de interesse geológico, geomorfológico, paleontológico etc., e poderá contribuir para a sua candidatura à Rede Global de Geoparques.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HORN FILHO, N. O. Setorização da Província Costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. *Geosul*, Florianópolis, v. 18, n. 35, p. 71-98, 2003.  
SANTA CATARINA. *Atlas de Santa Catarina*. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística, Geografia e Informática. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ASPECTOS FÍSICOS E TRANSPORTE DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO NA ENTRADA DA BAIÁ DE GUANABARA (RJ) AO LONGO DE TRÊS CICLOS DE MARÉ

CARAM, T.; GUERRA, J. V.; VIANNA, J. C.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro ([tainanapoleao@id.uff.br](mailto:tainanapoleao@id.uff.br))

A Baía de Guanabara é um corpo d'água semifechado localizado na região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil. Estende-se por aproximadamente 30 km ao longo do eixo Norte-Sul e ~28 km no sentido Leste-Oeste. É uma das maiores baías do país, com uma área total de 346 km<sup>2</sup>. Sua bacia de drenagem mede aproximadamente 4085 km<sup>2</sup>, apresentando descarga fluvial anual estimada em  $100 \pm 59 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , sendo seus 6 rios principais responsáveis por cerca de 85% dessa descarga. Possui um volume de água total estimado de  $1,87 \times 10^9 \text{ m}^3$ , com um período de renovação de 11,4 dias de metade desse volume. É classificada como um estuário dominado por um regime de marés semidiurno, com um período de 12,5 horas e, durante o período de sizígia, o nível da água pode variar até 1,5 m. Os dados apresentados neste trabalho foram levantados em campanhas amostrais com duração de um ciclo completo de maré (13 horas) sob condições de sizígia nos dias 16/04/2015 e 17/04/2015 (campanha 1), 26/08/2015 e 01/09/2015 (campanha 2) e 30/03/2016 e 31/03/2016 (campanha 3). Amostras de água e medições da temperatura, pressão e condutividade ocorreram em 3 estações distribuídas em um transecto L-O próximo à entrada da baía e em 4 estações em um transecto N-S, que se estendeu da região costeira adjacente ao interior da baía. As concentrações de Material Particulado em Suspensão (MPS) foram obtidas a partir da filtração de amostras de água, coletadas com garrafa Van Dorn, através de filtros de acetato de celulose (poro = 0,45  $\mu\text{m}$ ) pré-pesados e levados a peso constante. As propriedades da água foram medidas com CTD SeaBird 37 v2.4 e convertidos em salinidade com o pacote de rotinas Seawater 3.3. No transecto Leste-Oeste a salinidade variou de 28,2 a 35,18 ups em superfície e 31,4 a 35,29 ups próximo ao fundo, enquanto no transecto Norte-Sul os valores oscilaram entre 29,7 e 35,75 ups em superfície e 33,6 e 35,75 ups próximo ao fundo. No transecto Norte-Sul, ~90% das amostras de água das campanhas 2 e 3 apresentaram concentrações entre 5 e 20 g/L e na campanha 1, 80% das concentrações estão entre 10 e 30 g/L. Em geral, o transecto Leste-Oeste apresentou concentrações de MPS acima das encontradas no transecto N-S, com 30% das amostras com valores entre 30 e 130 g/L. Medições correntométricas realizadas continuamente com um ADCP 600 kHz da Teledyne-RDI serão utilizadas no cálculo dos fluxos de MPS ao longo da seção L-O durante as três campanhas amostrais.

Palavras-chave: Baía urbana. Hidrodinâmica Costeira. Fluxo de sedimentos.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 06 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### Aspectos físicos e transporte de material particulado em suspensão na entrada da Baía de Guanabara (RJ) ao longo de três ciclos de maré

CARAM, T.<sup>1</sup>; GUERRA, J. V.<sup>1</sup>; VIANNA, J. C.<sup>1</sup>

Departamento de Oceanografia Geológica, Faculdade de Oceanografia



#### INTRODUÇÃO

- Baía de Guanabara: corpo d'água semifechado localizado na região metropolitana da cidade do Rio de Janeiro (Figura 1; SE do Brasil).
- Aproximadamente 30 km ao longo do eixo Norte-Sul e ~28 km no sentido L-O.
- Uma das maiores baías do país, com uma área total de 346 km<sup>2</sup>.
- Período de renovação de 11,4 dias de metade do seu volume (KJERFVE *et al.*, 2001).
- Classificada como um estuário dominado por um regime de marés semidiurno, com um período de 12,5 horas e, durante o período de sizígia, o nível da água pode variar até 1,5 m (KJERFVE *et al.*, 1997).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

- Campanhas amostrais: um ciclo completo de maré (13 horas) sob condições de sizígia nos dias 16/04/2015 (Campanha 1), 26/08/2015 (Campanha 2) e 30/03/2016 (Campanha 3).
- Medições de propriedades da água em 3 estações distribuídas em um transecto L-O próximo à entrada da baía (estações fixas A, B e C; Figura 1).
- Concentrações de Material Particulado em Suspensão (MPS): filtração de amostras de água, coletadas com garrafa Van Dorn na superfície e próximo ao fundo, através de filtros de acetato de celulose (poro = 0,45 µm) pré-pesados e levados a peso constante.
- Propriedades da água (temperatura, pressão e condutividade): CTD SeaBird 37 e convertidos em salinidade com o pacote de rotinas Seawater 3.3.

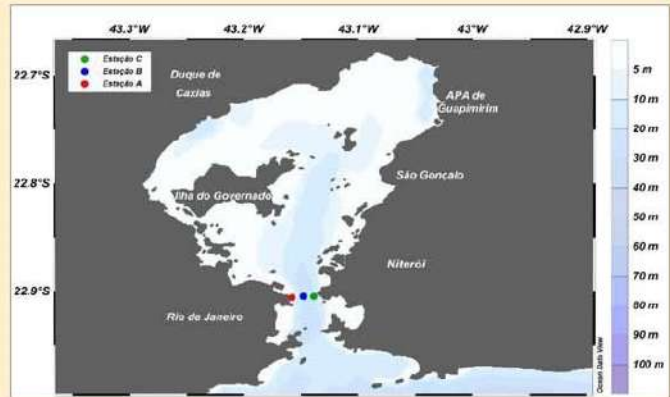


Figura 1: Área de estudo: Baía de Guanabara com a localização das estações fixas (A, B, C). Estação B: localiza-se no canal de acesso à baía

#### RESULTADOS

As médias das amostragens realizadas na região (Fig.2) indicam que próximo à superfície as concentrações médias de MPS são 5% maiores que próximo ao fundo. Na estação C da coleta realizada em 30/03/2016 foi encontrada a maior e a menor média de concentração de MPS entre, 33,4 g/L em superfície e 22,6 g/L no fundo. Os parâmetros físicos (Fig.3) indicam que a temperatura da água em superfície na primeira campanha variaram de 22 – 24,5°C e na segunda, 18,5 – 20,5°C e a terceira campanha obteve a maior amplitude 24,3 – 27,3°C. Ainda em superfície, a maior variação de salinidade ocorreu na terceira campanha, 28,5 – 34 psu, enquanto na primeira campanha variou de 32,1 – 34,4 psu e na segunda, 34,5 – 35 psu. Como o esperado, a temperatura diminuiu com o aumento da profundidade, a segunda campanha obteve os menores valores de temperatura variando 17,7 - 20°C ao longo da coluna d'água. Em profundidade a Salinidade se apresenta mais homogênea na terceira campanha, variando apenas 0,2 psu e a primeira campanha foi a que apresentou maior variação, 33,8 – 35 psu.

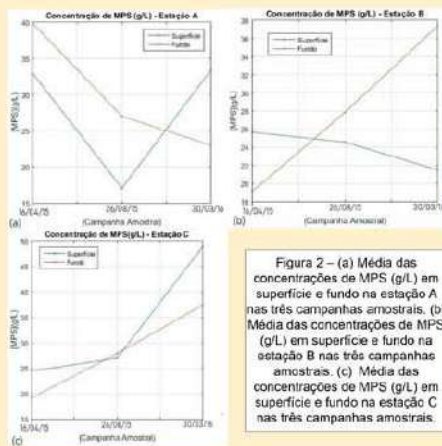


Figura 2 – (a) Média das concentrações de MPS (g/L) em superfície e fundo na estação A nas três campanhas amostrais. (b) Média das concentrações de MPS (g/L) em superfície e fundo na estação B nas três campanhas amostrais. (c) Média das concentrações de MPS (g/L) em superfície e fundo na estação C nas três campanhas amostrais.

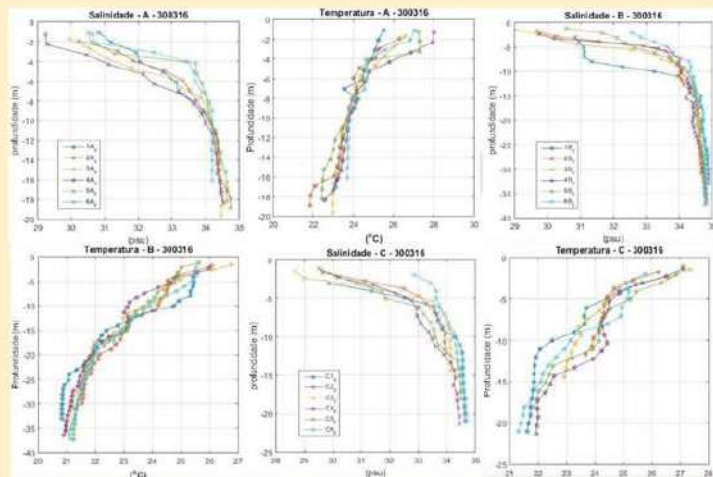


Figura 3– Diagramas T-S da estação C das três campanhas amostrais.

#### REFERÊNCIAS

KJERFVE, B. *et al.* Oceanographic characteristics of an impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. *Continental Shelf Research*, v.17, n.13, p.1609-1643, 1997.

KJERFVE, B.; LACERDA, L.D.; DIAS, G.T.M. 2001. Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil, in: Seeliger, U., Kjerfve, B. (Eds.), *Coastal Marine Ecosystems of Latin America*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, pp. 107-117.

RÊGO, FERNANDA MOREIRA. Avaliação da estrutura espacial de velocidades em transecto transversal ao canal de navegação na Baía de Guanabara. 2017. 80p. Monografia (Bacharelado em Oceanografia), Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

MILVA, JEFFERSON ROCHA. Distribuição espaço-temporal e transporte do plâncton e nanoplâncton autotrófico entre Baía de Guanabara e a Plataforma continental adjacente. 2015. 75p. Monografia (Bacharelado em Oceanografia), Faculdade de Oceanografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

#### AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo financiamento do projeto "Balanço das importações e exportações de material em suspensão e dissolvido nas águas da Baía de Guanabara: influência nos processos físico-biológico" (Edital Ciências do Mar 43/2013) coordenado pela dra. Gleyce Moser (FADCI/UERJ) e concessão de bolsas de Iniciação Científica aos estudantes de graduação. À equipe de projeto pelo apoio durante as campanhas amostrais e durante o processamento dos dados.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE PERFIL PEDOLÓGICO EM DEPÓSITO MARINHO HOLOCÊNICO, PLANÍCIE COSTEIRA DA LAGOINHA DO LESTE, ILHA DE SANTA CATARINA**

SOUZA C. I.; GOMES, V. C. M.

Universidade do Estado de Santa Catarina (Isabella de Carvalho Souza  
[bellacarvalhos3@gmail.com](mailto:bellacarvalhos3@gmail.com))

A planície costeira na Ilha de Santa Catarina (ISC) é constituída de depósitos continentais e transicionais quaternários datados do Pleistoceno e Holoceno. Nestes depósitos, os processos pedogenéticos dão origem a solos que condicionam a colonização por diferentes formações vegetais, como a floresta ombrófila densa e o sistema edáfico de primeira ocupação. Entretanto, poucos foram os levantamentos a respeito destes materiais de pedogênese recente, bem como sobre sua influência na distribuição das diferentes fitofisionomias das formações vegetais, destacando-se, dentre elas, a restinga (vegetação de influência marinha). A despeito da prevalência desta formação vegetal na colonização destes terrenos com severas restrições ao desenvolvimento da floresta ombrófila densa de terras baixas, algumas pesquisas vêm mostrando que estas formações aí coexistem. Desta forma, este trabalho tem como objetivo apresentar uma caracterização morfológica de um solo oriundo de depósito marinho holocênico na planície costeira da Lagoinha do Leste, Ilha de Santa Catarina - SC. A referida planície está inserida no Parque Municipal da Lagoinha do Leste (PMLL), situado na costa sul da ISC. A criação desta unidade de conservação de proteção integral no ano de 1992 permitiu com que a cobertura vegetal se regenerasse, e, conseqüentemente, contribuiu para compreensão da relação solo-vegetação. Os depósitos transicionais encontrados na PMLL são: (i) depósitos de leques aluviais pleistocênicos, situados próximos às encostas; (ii) depósitos eólicos pleistocênicos na margem leste do canal da Lagoinha; (iii) depósitos eólicos holocênicos, nas dunas frontais; depósito marinho praiado holocênico situado zona do pós-praia. Encontram-se presentes no PMLL duas principais coberturas vegetais pertencentes ao bioma da Mata Atlântica: A Floresta Ombrófila Densa situada na extensão das encostas dos morros dissecados, e a vegetação Restinga de caráter pioneiro desenvolvida sobre dunas fixas e semifixas na área de planície costeira do Parque. Para a caracterização do perfil selecionado, foi utilizado o trado manual para a coleta de 10 amostras deformadas. A coleta foi realizada com um intervalo regular de 20cm até 1,10m de profundidade. A partir desta, as coletas não mantiveram o padrão regular devido à presença de materiais cada vez mais endurecidos, além da sucção provocada pelo excesso de água em decorrência do lençol freático. Sendo assim, a partir de 1,10m os intervalos de coleta foram de 1,10m-1,15m; 1,15m-1,30m; 1,30m-1,40m; e 1,40m-1,50m. Em geral a textura é arenosa, variando entre muito fina à média. Até 0,40m observa-se um alto teor de matéria orgânica (horizonte A). Até a 1,0m houve um aumento da granulometria da areia, apresentando cores acinzentadas (10YR). Entre 1,0-1,10m houve uma mudança abrupta de cor, tornando-se marrom escura, e a textura mais fina. Ainda na profundidade 1,10m-1,15m, o material apresenta-se escuro, mas o material gradualmente volta a ser mais arenoso até atingir 1,50m, profundidade da última coleta. A variabilidade de textura e cor com a profundidade indica a possibilidade de pedogênese por podzolização. Esse levantamento preliminar evidencia a necessidade de caracterização das propriedades físicas e químicas buscando fornecer mais elementos para a compreensão da pedogênese em depósitos holocênicos que já se apresentam recobertos por espécies vegetais mais exigentes.

Palavras-chave: Planície Costeira. Pedologia. Depósitos transicionais.

### CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE PERFIL PEDOLÓGICO EM DEPÓSITO MARINHO HOLOCÊNICO, PLANÍCIE COSTEIRA DA LAGOINHA DO LESTE, ILHA DE SANTA CATARINA

Isabella Carvalho de SOUZA<sup>1</sup>; Maria Carolina Villeça GOMES

<sup>1</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina



#### INTRODUÇÃO

A planície costeira na Ilha de Santa Catarina (ISC) é constituída de depósitos continentais e transicionais quaternários datados do Pleistoceno e Holoceno. Nestes depósitos, os processos pedogenéticos dão origem a solos que condicionam a colonização por diferentes formações vegetais, como a floresta ombrófila densa e o sistema edáfico de primeira ocupação. Entretanto, poucos foram os levantamentos a respeito destes materiais de pedogênese recente, bem como sobre sua influência na distribuição das diferentes fitofisionomias das formações vegetais.

Este trabalho tem como objetivo *caracterizar a morfologia de um perfil de solo oriundo de depósito marinho holocênico na planície costeira da Lagoinha do Leste, ISC (Figura 1).*

#### MATERIAIS E MÉTODOS

- Coleta 10 amostras deformadas com trado manual nas profundidades: 0m–0,2m; 0,2m–0,4m; 0,4m–0,5m; 0,5m–0,7m; 0,7m–0,9m; 0,9m–1,1m; 1,1m–1,15m; 1,15m–1,3m; 1,3m–1,4m; 1,4m–1,5m).
- Descrição tátil-visual das amostras (textura, cor, mineralogia, matéria orgânica, etc.)
- Análise granulométrica em laboratório por processo de peneiramento.

#### RESULTADOS

##### DESCRIÇÃO DE CAMPO (Figura 2)

- Em geral, a textura é arenosa, variando entre fina (AF) e média (AM);
- Até 0,40m há um teor elevado de matéria orgânica (M.O.);
- 0,40m a 1,00m – textura semelhante, porém com reduzido percentual de M.O. e com tonalidades acinzentadas;
- 1,0m a 1,10m - mudança abrupta de cor, tornando-se marrom escura;
- o material gradualmente volta a ser mais arenoso até atingir 1,50m, profundidade da última coleta.



Figura 2. (A) Amostra coletada entre 1,40m-1,50m, muito úmido e endurecido; (B) Material coletado a 0,50m, com altos teores de matéria orgânica; e (C) A matéria orgânica volta a ser expressiva a partir de 1,30 metros de profundidade. Fotos: Sônia Rampazzo, 2019.



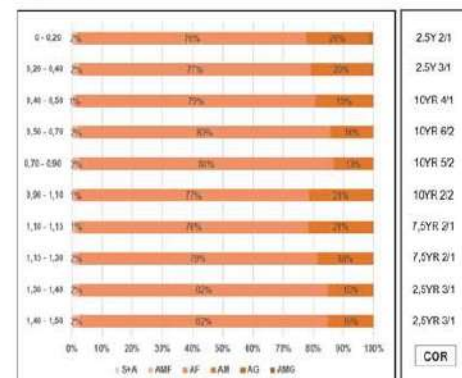
Figura 1. Mapa da área de coleta no Parque Natural Municipal da Lagoinha do Leste.

#### RESULTADOS

##### ANÁLISE GRANULOMÉTRICA (Figura 3)

- Predominância de areia fina (AF);
- Pequena variação granulométrica em profundidade;

A morfologia do solo e os dados granulométricos mostram que a propriedade que apresentou maior variação em profundidade foi o teor de M.O.. Ainda que sua presença não esteja expressa em um percentual elevado de silte e argila (entre 0% e 1%), é notória sua acumulação em subsuperfície.



S+A= Silte e Argila; AMF= Área Muito Fina; AF= Área Fina; AM= Área Média; AMG= Área Muito Grossa; AMG= Área Muito Grossa.  
Figura 3. Distribuição granulométrica das amostras coletadas e respectiva cor.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indicação de podzolização como gênese deste material demanda levantamentos mais detalhados, sobretudo de suas características químicas.

Outra hipótese para a gênese deste solo é a deposição deste material enriquecido em matéria orgânica por extravasamento do canal da Lagoinha do Leste, uma vez que o perfil se encontra na mesma cota altimétrica do canal.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HORN FILHO, Norberto Olimiro et al. *Geologia do Quaternário Costeiro do Parque Municipal da Lagoinha do Leste, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil*. Porto Seguro: VII Congresso da ABEQUA, 1999. Disponível em: <http://www.abequa.org.br/trabalhos/viiabequa\_zcp026.pdf>. Acesso em: 22 out. 2019.

SANTOS, Yasmin Rizzoli Fontana dos. *GEOMORFOSSÍTIOS: valorização de geodiversidade da Lagoinha do Leste, Florianópolis - SC, 2016*. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Faed, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EVOLUÇÃO DE UM CANAL LAGUNAR HOLOCÊNICO NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL: IMPLICAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS E NAS OSCILAÇÕES DO NÍVEL DO MAR

SANTOS-FISCHER, C.B.; DEHNHARDT, B.A.; CORRÊA, I.C.S.; WESCHENFELDER, J.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Cristiane Bahi dos Santos Fischer,  
[cristiane.bahi@ufrgs.br](mailto:cristiane.bahi@ufrgs.br))

A análise detalhada de perfis sísmicos, combinados com dados granulométricos e de microfósseis, é empregada na reconstrução evolutiva do paleocanal da Barra Falsa nos últimos 11.000 anos AP. A subida rápida do nível do mar foi responsável pela inundação costeira nos períodos de 11.180-10.780, 8.420-7.930, 8.150-7.870 e 7.640-7.430 anos AP. Altas taxas de deposição sugerem o rápido preenchimento do paleocanal, que coincide com um período acelerado de subida do nível do mar relacionado ao evento paleoclimático global ocorrido em torno de 8.200 anos AP. A morfologia do canal é reconhecida em pacotes sismo-deposicionais relacionados à sua incisão e preenchimento em um único ciclo de descida e subida do nível do mar, durante o estágio isotópico marinho 2 e 1 (MIS 2-1). O estudo revela a deposição contínua de sedimentos marinhos transgressivos depositados sobre o limite de sequências, formado durante o período de mar baixo relacionado ao último evento glacial. Esta sucessão marinha e marinho-estuarina corresponde à porção marinha/central de um estuário dominado por ondas. Entretanto, esta deposição peculiar é caracterizada pela ausência de fácies deltáicas depositadas abaixo da sucessão marinha, em oposição aos clássicos modelos stratigráficos de ambientes costeiros estuarinos dominados por ondas. As associações microfossilíferas são dominadas por diatomáceas típicas de ambientes costeiros com grande influência marinha (*Paralia sulcata*, *Triceratium favus*, *Actinoptychus splendens*, *Aulacodiscus ktonii*), espécies mixohalinas e marinhas de moluscos (*Heleobia australis*, *Heleobia* sp., *Anomalocardia brasiliiana*, *Tawera gay* e *Nucula semiornata*), bem como espécies mixohalinas de ostracodes (*Cyprideis multidentata*) e foraminíferos (*Ammonia beccarii* e *Elphidium discoidale*).

Palavras-chave: Holoceno. Paleocanal. Barra Falsa. Lagoa dos Patos.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### EVOLUÇÃO DE UM CANAL LAGUNAR HOLOCÊNICO NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL: IMPLICAÇÕES PALEOCLIMÁTICAS E NAS OSCILAÇÕES DO NÍVEL DO MAR

Santos-Fischer, Cristiane B.<sup>1</sup>; Dehnhardt, B.A.<sup>2</sup>; Corrêa, Iran C.S.<sup>1,2</sup>; Weschenfelder, Jair<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociências – PPGGEO/IGEO, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

<sup>2</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - CECC, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

E-mail: cristiane.bahi@ufrgs.br

#### RESUMO

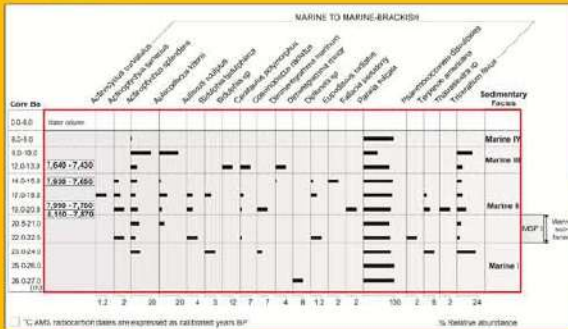
- A análise detalhada de um perfil sísmoestratigráfico obtido na Lagoa dos Patos, revelou a presença de um paleocanal que foi escavado e preenchido durante um único ciclo de descida e subida do nível do mar durante o estágio isotópico marinho MIS 2-1.
- Os dados sedimentológicos e bioestratigráficos indicam a deposição contínua de sedimentos marinhos transgressivos depositados acima do limite de seqüências formado durante o último evento glacial (MIS 2).
- Altas taxas de sedimentação sugerem o rápido preenchimento em um período que coincide com uma fase de aceleração do nível do mar relacionado ao evento paleoclimático global de 8,2 ka documentado por Alley *et al.* (1997).
- Os impactos decorridos deste drástico resfriamento climático na América do Norte são amplamente associados à períodos de estabilizações e de rápida subida do nível do mar causando inundações de áreas costeiras mundiais, incluindo afogamento de estuários, de vales e canais fluviais e lagunares, e retrogradação de deltas.

#### ÁREA DE ESTUDO



#### RESULTADOS

##### DIATOMÁCEAS



##### MOLUSCOS MARINHOS E MIXOHALINOS



Os taxa mais representativos de moluscos marinhos e mixohalinos recuperados do core B0. a) *Ascomacardis brasiliensis*; b) *Helicobia australis*; c) *Helicobia* sp.; d) *Nucula semonsi*; e) *Toweria grayi*.

##### BIOESTRATIGRAFIA

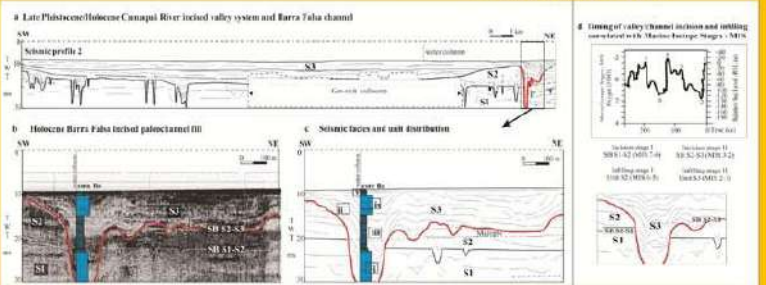
- Examinou-se testemunhos obtidos na Lagoa dos Patos (Bo 31°31'31"S, 51°29'50"W) e na extensão do canal da Barra Falsa (B2, 31°38'10"S, 51°26'64"W).
- 47 sub-amostras foram coletadas para a análise de diatomáceas; tratadas com HCl e KOH a frio.
- 20 sub-amostras foram coletadas para análise de microfósseis biogênicos (core B0).
- Conchas de moluscos e lamas orgânicas foram datadas pelo método AMS C<sup>14</sup> (Beta Analytic Lab., USA).

##### MATERIAL E MÉTODOS

##### AQUISIÇÃO DE DADOS GEOFÍSICOS

- Obteve-se um total de 1000 km de perfis sísmicos (3,5 e 7,0 kHz) na Lagoa dos Patos (Weschenfelder *et al.*, 2008, 2014).
- A rota e localização dos perfis foram definidas pelo sistema de posicionamento global por satélite (DGPS).
- Utilizou-se o sistema de perfilador de subsuperfície *GeoAcousics*.
- Software de aquisição sísmica *SonarWiz*.

##### SISMOESTRATIGRAFIA



#### CONCLUSÕES

- A identificação de facies sísmo-deposicionais e da análise de microfósseis fornecem a base para correlações estratigráficas regionais e globais em resposta às oscilações paleoclimáticas e do nível do mar.
- Altas taxas de deposição marinha coincidem com um período acelerado de subida do nível do mar relacionado ao evento 8,2 ka.
- Nossos resultados corroboram com estudos similares realizados em diferentes áreas costeiras mundiais, enfatizando a importância de estudos multidisciplinares.

#### REFERÊNCIAS

- Alley, R.B. *et al.*, 1997. Holocene climatic instability: A prominent, widespread event 8200 yr ago. *Geology* 25(6):485-496.
- Corrêa, I.C.S. 1996. Les variations du niveau de la mer durant les derniers 17 500 ans BP: l'exemple de la plate-forme continentale du Rio Grande do Sul-Brasil. *Marine Geology* 130 (1-2): 163-178.
- Santos-Fischer, C.B. *et al.*, 2018. A Drowned Lagunar Channel in the Southern Brazilian Coast: In Response to the 8.2-ka Event: Diatom and Seismic Stratigraphy. *Estuaries and Coasts* 41:1160-11625.
- Weschenfelder, J. *et al.*, 2008. Holocene paleoenvironment of the Boqueirão region southern Brazil. *Journal of Coastal Research* 24: 99-109.
- Weschenfelder, J. *et al.*, 2014. Quaternary incised valleys in southern Brazil coastal zone. *Journal of South American Earth Sciences* 55: 83-93

#### INTEGRAÇÃO MULTIPROXY

Inset	Seismic facies	Facies description	Marine facies I-IV Distom taxa	Grain-size parameters	Depositional setting background	Environment
V		Multiple, continuous-discontinuous, parallel reflectors. Gentle dipping to the lagoon interior. Onlapping the underlying reflection	MF IV <i>P. radicata</i> and <i>A. splendens</i>	Very fine skewed, mesokurtic, poorly sorted silt sands (1.4-6) (s1-s3)	Barra Falsa channel is complete backfilled with marine coarse silt sediments on top of the Unit S3.	Low energy
IV		Multiple, continuous-discontinuous, strong and weak, wavy reflectors. Divergent fill reflection pattern.	MF III and basal part of MF IV <i>P. radicata</i> , <i>T. foveata</i> , <i>A. splendens</i> and <i>A. lineata</i> .	Very fine skewed, extremely to very leptokurtic, moderately to poorly sorted fine sands (2.5-2.7) (s4-s5) and (s6-s8).	Drying mid-Holocene highstand, the channel is drowned by sea waters and marine-dominated coarse silt and fine sands were deposited.	Medium energy
III		Multiple, continuous, strong and weak parallel wavy reflectors.	MF III <i>P. radicata</i> , <i>A. splendens</i> , <i>B. diaphanatus</i> , <i>C. polyneptus</i> , <i>D. maritima</i> , <i>D. radiatus</i> , <i>C. polyneptus</i> , <i>D. maritima</i> , <i>D. radiatus</i> , <i>F. gracilior</i> , <i>F. radicata</i> , <i>F. americana</i> , <i>Thalassira</i> sp. and <i>F. foveata</i> .	Very fine skewed, very leptokurtic, poorly sorted fine sands (2.9-6) (s9-s12)	Rapid sea-level rise from 8.6 to 1.6 ka yr (-8,000-6,500) yr BP. Corrêa, 1996) is responsible for high rates of sediment deposition.	High energy
II		Multiple, continuous, weak semi-transparent, parallel wavy reflectors. Mounded onlap fill reflection pattern of lateral channel.	Not sampled	Silt sampled		
I		Discontinuous, weak and strong reflectors. Mounded onlap, prograded, and complex fill patterns. Onlap termination at underlying unconformity. Lateral accretion facies.	The upper part of MF I <i>P. radicata</i> , <i>A. splendens</i> , <i>A. smaragdina</i> , <i>A. splendens</i> , <i>B. diaphanatus</i> , <i>C. polyneptus</i> , <i>C. radiatus</i> , <i>Diploria</i> sp., <i>P. alveolatus</i> , <i>F. americana</i> and <i>F. foveata</i> .	Very fine skewed, mesokurtic to very leptokurtic, poorly sorted very fine sands (2.3-4.0) (s13-s15)	The channel formed during one episode of est- and fill succession has a transgressive marine-dominated with sea level-water deposition in the Unit S5, located above the oxygen isotope 2 sequence boundary.	Medium energy
			The lower part of the MF I <i>P. radicata</i> and <i>D. minor</i>	Very fine to fine and symmetrical skewed, very leptokurtic to leptokurtic, moderately to well sorted fine sands (2.3-2.6) (s16-s18) and S. indicating a moderate-energy wave-dominated environment.	The incised channel preserved sediments from an extensive flooding period related to the 8.2 ka event (Alley <i>et al.</i> , 1997).	Low energy

APOIO FINANCEIRO





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### SENSORIAMENTO REMOTO E GEOLOGIA NA REGIÃO DE BOJURU, PORÇÃO MÉDIA DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RS, BRASIL

HANSEN, M.A.F.<sup>1</sup>; LIMA, J.P.R.<sup>1</sup>; WESCHENFELDER, J.<sup>2</sup>; GRUBER, N.L.S.<sup>2</sup>; MOREIRA, C.A.<sup>3</sup>;  
DE LOPES, J.L.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Pampa<sup>1</sup> (Marco Antonio Fontoura Hansen; [marcohansen@unipampa.edu.br](mailto:marcohansen@unipampa.edu.br)); Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>2</sup>; Universidade Estadual Paulista<sup>3</sup>

Na localidade de Bojuru, porção média da Planície Costeira do Rio Grande do Sul, área alvo de mineração de ilmenita, foi realizada a pesquisa com a finalidade do melhor entendimento da geologia, geomorfologia e reconhecimento das fácies desta área costeira. Para a etapa de processamento digital de imagens e geração do banco de dados e cruzamento de informações foi utilizado o *software* SPRING 4.2, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Objetivou-se com este estudo definir os limites dos ambientes de sedimentação, utilizando sensoriamento remoto, geologia, geomorfologia de campo e mapa geológico regional do entorno de Bojuru. As técnicas empregadas no processamento digital de imagens do satélite LandSat 7, com sensor ETM+, órbita 221/82, sendo sua data de passagem 24/10/2001. O resultado deste processamento com as verdades de campo resultou na delimitação das principais feições costeiras relacionadas com a evolução costeira. Com base na combinação colorida de canais de imagens espectrais do LandSat 7-ETM+ foi possível delimitar as feições relativas aos depósitos de Barreira holocênica (IV), Barreira pleistocênica (III) e Lagunar III, na evolução da dinâmica costeira e da geologia local. Os realces efetuados sobre a imagem de satélite foram três: a composição R4-G5-B5 favoreceu a identificação das formas de uso e ocupação dos solos; a composição R4-G5-B3 ressaltou as mudanças morfoestratigráficas dos depósitos de Barreira holocênicos e os depósitos de Barreira pleistocênica III; e a composição R5-G2-B1 propiciou identificar depósitos de dunas, linha de praia, inclusive os sedimentos em suspensão. Portanto, o maior contraste foi observado entre a porção emersa e submersa, destacando limite areia/mar, limite entre a Barreira Pleistocênica III e Barreira Holocênica IV. As formas de uso e ocupação também foram realçadas, destacando a vegetação sobre as dunas e áreas de cultivo.

Palavras-chave: Planície costeira. Sensoriamento remoto e Geologia.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### IDENTIFICAÇÃO DAS FÁCIES SEDIMENTARES DE UMA PLANÍCIE LAGUNAR, COSTA OESTE DO CEARÁ, BRASIL

LIMA, K.S.F.<sup>1</sup>; MENDONÇA, D. M.<sup>1</sup>; XIMENES NETO, A. R.<sup>2</sup>; SILVA, R.R.<sup>1</sup>; PINHEIRO, L.S.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Ceará<sup>1</sup> (Kevin Samuel Felix Lima, [ksamuelfl@gmail.com](mailto:ksamuelfl@gmail.com)); Universidade do Estado do Ceará<sup>2</sup>

Os sistemas lagunares no litoral do estado do Ceará são dominados por meso-maré e caracterizados por pouco aporte sedimentar. No sistema lagunar de Itarema se destaca a presença de manguezal e de barreiras costeiras (spits e ilhas). O objetivo deste trabalho foi classificar as fácies sedimentares em um ambiente lagunar no município de Itarema, na costa oeste do Ceará. Em campo foi coletado um testemunho sedimentar por meio de um cano de PVC (50 mm) de 1 metro de comprimento, sendo recuperado 86 cm de sedimento. No laboratório foi feita a classificação da coloração dos sedimentos (Munsell® Rock-Color Chart), dividindo-os em 7 seções. A análise granulométrica foi realizada por meio de peneiramento mecânico (rot up) e, em algumas amostras, foi feita pipetagem. Para determinar o teor de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) foi utilizado o método do cálcimetro de Bernard modificado. Foram identificadas 4 fácies sedimentares de acordo com a classificação textural de Folk. A primeira fácies, localizada no topo do testemunho, no intervalo de 0-26 cm, condiz com areia com cascalho esparso, moderadamente selecionada, curtose muito leptocúrtica à leptocúrtica e assimetria muito negativa. Foi observado nesta fácies a presença de material vegetal e concha. A segunda fácies, no intervalo 26-42 cm, corresponde a areia lamosa com cascalho esparso, pobremente selecionada, curtose extremamente leptocúrtica e assimetria muito positiva. Destaca-se nesta fácies a presença de material vegetal, como pedaço de tronco. A terceira fácies, no intervalo 42-69 cm, relaciona-se com areia lamosa com cascalho esparso, muito pobremente selecionada, curtose platicúrtica e assimetria muito positiva. Foi identificado nesta fácies material vegetal e fragmento de concha. A quarta fácies, localizada na base do testemunho, no intervalo 69-86 cm, representa areia com cascalho esparso, bem selecionada à muito bem selecionada, curtose muito leptocúrtica à leptocúrtica e assimetria muito negativa à aproximadamente simétrica. Está presente nesta fácies material vegetal e fragmento de concha. Os teores de CaCO<sub>3</sub> foram respectivamente, 24,59%, 11,17%, 7,29% e 20,53%; do topo à base. Com base nisso, as fácies localizadas próximo ao topo e base (a primeira e quarta) apresentam bastante concentração de areia em relação às demais fácies associado-se portanto ambientes dominados por planícies de maré (tidal flats), Enquanto que as fácies mais intermediárias (segunda e terceira), por serem caracterizadas por alta concentração de lama, são associados a ambientes de depósitos manguezais.

Palavras-chave: Ambiente Depositional. Barreira Arenosa. Manguezal. Testemunho Sedimentar.





## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### IDENTIFICAÇÃO DAS FÁCIES SEDIMENTARES DE UMA PLANÍCIE LAGUNAR, COSTA OESTE DO CEARÁ, BRASIL

LIMA, K.S.F.<sup>1</sup>; MENDONÇA, D. M.<sup>1</sup>; XIMENES NETO, A. R.<sup>2</sup>; SILVA, R.R.<sup>1</sup>; PINHEIRO, L.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciências do Mar (Labomar/UFC)

<sup>2</sup>Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica (LGCO-UECE)

antonio.lgco@gmail.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

### INTRODUÇÃO

Os sistemas estuarino-lagunares são ambientes de planície costeira, associados a barras arenosas. O sistema lagunar de Itarema, litoral oeste do Ceará (nordeste do Brasil) destaca-se a presença de manguezal e de barreiras costeiras (spits e ilhas). O litoral do Ceará é dominado por meso-maré e é caracterizado por pouco aporte sedimentar, com isso favorece o sistema deposicional de planícies de maré (*tidal flats*) segundo Davis & Dalrymple (2010). Com isso, o objetivo é de classificar as fácies sedimentares de um testemunho sedimentar adjacente a uma ilha barreira próximo a Ilha do Guajiru, em Itarema - CE.



Figura 1. Localização de Itarema e da área de estudo onde foi coletado a amostra de testemunho.

### MATERIAIS E MÉTODOS

- Coleta do testemunho sedimentar de 86 cm;
- Análises em laboratório:
  - Classificação da coloração seguindo a tabela de Munsell® Rock-Color Chart (7 seções);
  - Granulometria e pipetagem (Suguio, 1973);
  - Teor de carbonato de cálcio (Método de Bernad).

### RESULTADOS

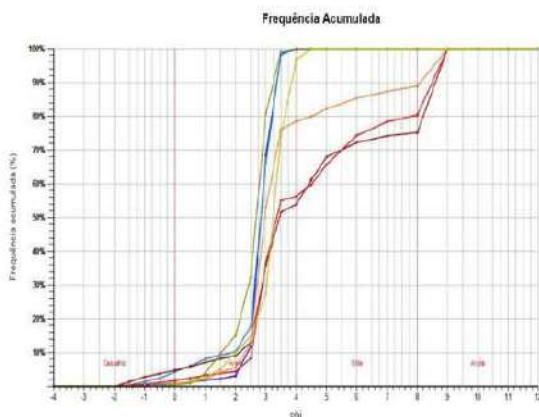


Figura 2. Gráfico da frequência acumulada da granulometria do testemunho.

- 5GY 6/1 - Cinza esverdeado (2cm)
- 10G 8/2 - Verde muito pálido (24 cm)
- 5GY 6/1 - Cinza esverdeado (16 cm)
- N6 - Cinza claro médio (20 cm)
- 5BG 6/6 - Verde azul claro (7 cm)
- 5B 9/1 - Branco azulado (3 cm)
- 5B 8/2 - Azul muito pálido (14 cm)



Figura 3. Testemunho aberto com as colorações classificadas através da tabela de cores de Munsell. Foram identificadas 7 colorações no testemunho, variando entre cinza, verde e azul.

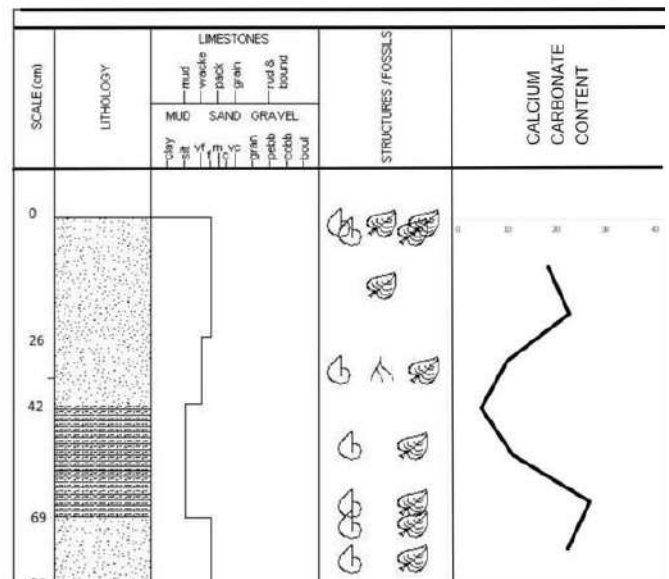


Figura 4. Perfil estratigráfico do testemunho, analisando a escalar, estratigrafia, granulometria, estruturas fósseis e teor de carbonato de cálcio.

### CONCLUSÕES

As fácies localizadas próximo ao topo e base (a primeira e quarta) apresentam bastante concentração de areia em relação às demais fácies associado-se portanto ambientes dominados por planícies de maré (*tidal flats*). Enquanto que as fácies mais intermediárias (segunda e terceira), por serem caracterizadas por alta concentração de lama, são associados a ambientes de depósitos manguezais.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Davis, R. A., & Dalrymple, R. W. (2010). Principles of tidal sedimentology. In Principles of Tidal Sedimentology. MUNSSELL COLOR. Geological rock color chart with genuine Munsell color chips. p. 11, 2009
- SUGUIO, K. (1973). Introdução a Sedimentologia. Ed. Edgard Blucher Ltda. 317 p., Sao Paulo SP. 1973.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO GEOELÉTRICA DE SUBSUPERFÍCIE UTILIZANDO O MÉTODO ELETROMAGNÉTICO GEOCONDUTIVÍMETRO NA REGIÃO DE BOJURU, RS, BRASIL

LIMA, J.P.R.<sup>1</sup>; CORRÊA, I.C.S.<sup>2</sup>; WESCHENFELDER, J.<sup>2</sup>; HANSEN, M.A.F.<sup>1</sup>; GRUBER, N.L.S.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Pampa<sup>1</sup> (José Pedro Rebés Lima; [jprebes@unipampa.edu.br](mailto:jprebes@unipampa.edu.br));  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>2</sup>

Este estudo tem caráter de pesquisas integradas cujo enfoque proposto se relaciona com a linha temática caracterização de ambientes de sedimentação costeiros. Tem como objetivo a caracterização geoeletrica de subsuperfície do prisma sedimentar costeiro da Bacia de Pelotas, na região de Bojuru, Rio Grande do Sul, utilizando o método eletromagnético raso Geocondutivímetro. A aplicação do método eletromagnético no domínio da frequência (*FDEM*) de investigação rasa Geocondutivímetro é indicada em pesquisas de prospecção mineral, de água subterrânea em meio cristalino, de problemas de intrusão salina em aquíferos costeiros, como também para caracterizar geoeletricamente a distribuição litológica em ambientes sedimentares. O levantamento geofísico de campo utilizou o sistema EM-34 modelo 3XL pertencente à Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA). Estudos anteriores realizados na mesma área utilizando o mesmo método de investigação geofísica, em que foram levantados dados ao longo de dois perfis próximos e ortogonais à linha de praia inferiram, a partir de seções em corte de condutividade aparente ao longo dos perfis, as profundidades das feições relativas aos depósitos de Barreira holocênica (IV) e Barreira pleistocênica (III) e Lagunar III, na evolução da dinâmica costeira e da geologia local. No estudo atual, o levantamento geofísico de campo consistiu de quatro perfis de caminhamento paralelos entre si e ortogonais às estruturas selecionadas (paleodrenagens inferidas), perfazendo um total de 2.440 m de extensão. Os resultados do processamento dos dados estão apresentados como seções em corte de distribuição geoeletrica em subsuperfície ao longo dos perfis geofísicos. Primeiramente, as seções em corte foram construídas em função de valores de condutividade aparente interpolados. A etapa seguinte de processamento dos dados consistiu em realizar operações matemáticas de inversões 1D. A partir dos resultados de inversão 1D foram elaboradas as seções em corte da distribuição geoeletrica em subsuperfície em função dos valores de condutividade elétrica interpolados. Para a interpolação dos dados foi utilizado o *software* SURFER 9.0 da *Golden Software Inc.* Interpretando os resultados obtidos foi possível inferir em subsuperfície prováveis paleodrenagens. A análise integrada destes resultados incluindo o posicionamento dos perfis geofísicos e vetores inferidos das paleodrenagens, permite contribuir de modo significativo aos estudos de caracterização geológico-evolutiva dos sistemas de paleodrenagens costeiras, recentemente identificadas em registros sísmicos da lagoa dos Patos e Plataforma Continental adjacente, corroborando com os resultados interpretados aplicando o método Geocondutivímetro.

Palavras-chave: Evolução Costeira. Método Eletromagnético. Geologia.

### CARACTERIZAÇÃO GEOELÉTRICA DE SUBSUPERFÍCIE UTILIZANDO O MÉTODO ELETROMAGNÉTICO GEOCONDUTIVÍMETRO

#### NA REGIÃO DE BOJURU, RS, BRASIL

LIMA, J.P.R.<sup>1</sup>; CORRÊA, I.C.S.<sup>2</sup>; WESCHENFELDER, J.<sup>3</sup>; HANSEN, M.A.F.<sup>1</sup>; GRUBER, N.L.S.<sup>2</sup>  
 Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA<sup>1</sup> (José Pedro Rebês Lima e-mail: jprebes@unipampa.edu.br)  
 Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS<sup>2</sup>



#### INTRODUÇÃO

Este estudo tem caráter de pesquisas integradas cujo enfoque propõe se relaciona com a linha temática caracterização de ambientes de sedimentação costeiros. Tem como objetivo caracterizar, por meio geológico de subsuperfície, o prisma sedimentar costeiro da Baía de Pelotas, na região de Bojuru, Rio Grande do Sul, utilizando o método eletromagnético raso Geocondutivímetro (*FDEM-GCM*) (Figura 1).

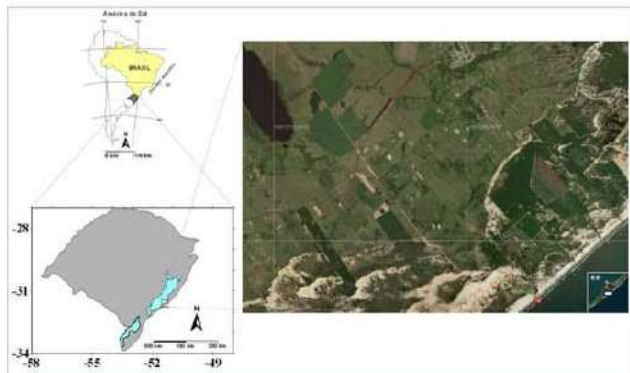


Figura 1. Situação e localização da área de estudo com os perfis de levantamento geofísico. Imagem Google Earth (2011)

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A aplicação do método eletromagnético no domínio da frequência (*FDEM*) de investigação raso Geocondutivímetro (McNeill, 1980) é indicada em pesquisas de prospecção mineral, de água subterrânea em meio cristalino (McNeill, 1980), de problemas de intrusão salina em aquíferos costeiros (Lima and Maia, 2004), como também para caracterizar geoeletricamente a distribuição litológica em ambientes sedimentares. O levantamento geofísico de campo utilizou o sistema EM-34 modelo 3XL pertencente à Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA).

#### RESULTADOS

Estudos anteriores realizados na mesma área utilizando o mesmo método de investigação geofísica (Lopes et al., 2013), em que foram levantados dados ao longo de dois perfis próximos e ortogonais à linha de praia inferiram, a partir de seções em corte de condutividade aparente ao longo dos perfis (Figura 2), as profundidades das feições relativas aos depósitos de Barreira holocênica (IV) e Barreira pleistocênica (III) e Lagunar III, na evolução da dinâmica costeira e da geologia local (Figura 3).

No estudo atual, o levantamento geofísico de campo consistiu de quatro perfis de caminhada paralelos entre si e ortogonais às estruturas selecionadas (paleodrenagens inferidas), perfazendo um total de 2.440 m de extensão.

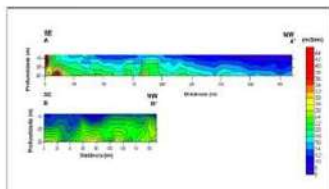


Figura 2. Seções Geoeletricas de Condutividade Aparente de Perfis Eletromagnéticos.



Figura 3. Seções Geoeletricas Interpretadas.

Os resultados do processamento dos dados estão apresentados como seções em corte de distribuição geoeletrica em subsuperfície ao longo dos perfis geofísicos. Primeiramente, as seções em corte foram construídas em função de valores de condutividade aparente interpolados (Figura 4).

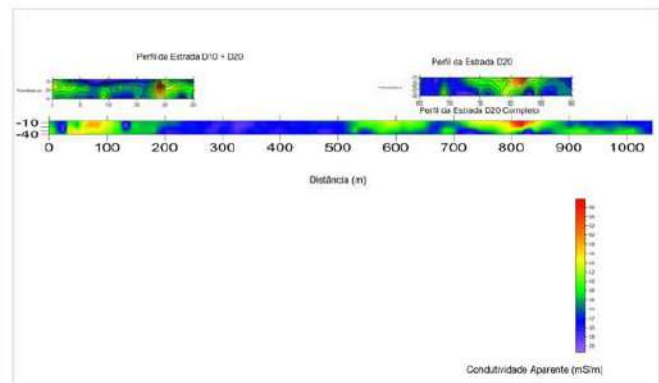


Figura 4. Seções Geoeletricas de Condutividade Aparente.

A etapa seguinte de processamento dos dados consistiu em realizar operações matemáticas de inversões 1D e os valores de condutividade elétrica foram transformados em valores de resistividade elétrica. A partir dos resultados de inversão 1D foram elaboradas as seções em corte da distribuição geoeletrica em subsuperfície em função dos valores de resistividade elétrica interpolados. Para a interpolação dos dados foi utilizado o software SURFER 9.0 da Golden Software Inc. (Figura 5).

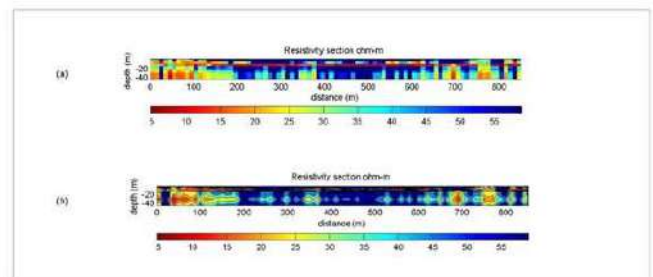


Figura 5. Seções Geoeletricas: (a) Valores de Resistividade Elétrica obtidos por Inversão 1D; (b) Valores de Resistividade Elétrica obtidos por Inversão 1D interpolados.

#### CONCLUSÕES

Interpretando os resultados obtidos foi possível inferir em subsuperfície prováveis paleodrenagens associadas a valores mais condutivos em relação ao meio. A análise integrada destes resultados com demais resultados permite contribuir de modo significativo aos estudos de caracterização geológico-evolutiva dos sistemas de paleodrenagens costeiras. Estas foram recentemente identificadas em registros sísmicos da lagoa dos Patos e Plataforma Continental adjacente, o que corrobora com os resultados obtidos utilizando o método eletromagnético raso Geocondutivímetro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lima, J.P.R. e Maia, L.P., 2004. Estudos Hidrológicos e Geofísicos Integrados para Avaliação do Problema de Intrusão Marinha em Aquíferos Costeiros na Região NE do Brasil. VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, São Luis / MA, Livro de Resumos, 2004, p. 213-233.
- Lopes, J.L. de; Hansen, M.A.F.; Lima, J.P.R. e Caron, F. Contribuição a Geomorfologia e Geofísica na Região de Bojuru, Porção Média da Planície Costeira do RS, Brasil. VIII Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia, 2013.
- McNeill, J.D. Electromagnetic Terrain Conductivity Measurement at Low Induction Numbers. Technical Note TN-6, Geonics Limited, Ontario, Canada, 1980.
- McNeil, J.D. Use of Electromagnetic Methods for Groundwater Studies, In: Ward, S. H., Geotechnical and Environmental Geophysics, Vol. 1: Review and Tutorial, 1990.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### O SISTEMA AQUÍFERO GUARANI-SERRA GERAL NO NORDESTE DA REGIÃO COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL: CONSIDERAÇÕES SOBRE O PANORAMA GEOTECTÔNICO

FENSTERSEIFER, H.C.<sup>1</sup>; HANSEN, M.A.F.<sup>1</sup>; LIMA, J.P.R.<sup>1</sup>; MOREIRA, C.A.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Pampa<sup>1</sup> (Henrique Carlos Fensterseifer; [henriquefenster@hotmail.com](mailto:henriquefenster@hotmail.com));  
Universidade Estadual Paulista<sup>2</sup>

O presente estudo abrange a escarpa da Serra Geral e região costeira adjacente, no extremo nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, com ênfase nos aspectos tectônicos que afetaram as unidades hidroestratigráficas dos sistemas Aquífero Guarani (SAG) e Aquífero Serra Geral (SASG). Com vistas à uma compreensão melhor e correlação com as unidades litoestratigráficas, que compõem este sistema integrado SAG/SASG, as observações em campo foram estendidas ao extremo sudeste do estado de Santa Catarina. Os dados e informações, abaixo apresentados, integram parte dos resultados obtidos no Projeto Caracterização do Sistema Integrado Aquífero Guarani-Serra Geral, no Nordeste do Rio Grande do Sul, apoiado pela FAPERGS/CNPq/ANA e desenvolvido por pesquisadores das instituições de pesquisa UNIVATES e UNIPAMPA. O objetivo básico deste estudo foi o de identificar elementos que permitam perceber melhor a complexa estruturação geotectônica que afeta as unidades litológicas que formam o SAG/SASG daquela região e atestem o arranjo dos blocos crustais, deslocados vertical ou direcionalmente ao longo de geofaturas, como resultado do somatório das “reativações vealdenianas” (triássicas-cretáceas) e “manifestações neotectônicas” (cenozoicas). A identificação e melhor compreensão do comportamento dinâmico destas feições tectônicas são fundamentais no estabelecimento e entendimento das relações do fluxo hidrodinâmico nos aquíferos SAG/SASG e respectivas áreas de recarga. Para tanto, metodologicamente, foram executadas: identificação de lineamentos geológicos e respectivo processamento estatístico, através de imagens de satélite mediante a geração de dois modelos de Insolação do Terreno (MIT) com elevação solar de 40° e azimute 45° e outro de elevação solar 55° e de azimute 79°, utilizando-se o software Idrisi Andes; registro das altitudes, em relação ao nível do mar, do contato litológico entre o SAG/SASG (arenitos da Formação Botucatu e basaltos da Formação Serra Geral), utilizado como nível de referência ou nível-guia; identificação da profundidade, deste contato litológico, nos poços tubulares profundos da região, cadastrados no SIAGAS/CPRM; identificação direta, em campo, de falhamentos geológicos; desenvolvimento de perfis eletromagnéticos, mediante o uso do método eletromagnético raso geocondutímetro sobre uma expressiva falha geológica identificada no Km 54,5 da BR 101, próximo à localidade de Costa dos Quadros (no extremo noroeste da Lagoa dos Quadros). A aplicação do método eletromagnético no domínio da frequência (FDEM) de investigação rasa geocondutímetro é indicado em pesquisas de água subterrânea em meio cristalino, como também para caracterizar geoeletricamente a distribuição litológica em ambientes sedimentares. Os resultados do processamento dos dados estão apresentados como seções em corte de distribuição geoeletrica em subsuperfície ao longo de dois perfis geofísicos. As seções em corte foram construídas em função de valores de condutividade aparente e em função dos valores de condutividade elétrica interpolados. Os dados de condutividade elétrica foram obtidos a partir de processamento matemático de inversão 1D. Interpretando os resultados obtidos foi possível identificar a ocorrência de sistemas de falhas e caracterizar geoeletricamente a sequência litológica das formações Botucatu e Serra Geral em subsuperfície ao longo dos perfis geofísicos realizados evidenciando o rejeito da falha normal.

Palavras-chave: Sistema Aquífero Guarani-Serra Geral. Eletromagnético. Seções colunares hidroestratigráficas.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### MORFODINÂMICA DA PRAIA DO MINHOTO, GUAMARÉ-RN

SILVEIRA, I. M. da<sup>1</sup>; FERREIRA, J. C. V.<sup>2</sup>; SOUSA, M. P. de<sup>1</sup>; LIMA, Z. M. C<sup>1</sup>.; VITAL, H.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1</sup> (Iracema Miranda da Silveira, [Iracema\\_miranda@hotmail.com](mailto:Iracema_miranda@hotmail.com)); Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente<sup>2</sup>

As erosões/deposições nas praias são processos naturais que podem ser potencializados devido às intervenções antrópicas, ocasionando problemas ambientais. Neste sentido, mediante a pesquisa realizada, observou-se alguns indicativos de processos erosivos ao longo da praia do Minhoto, município de Guamaré, localizada no litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte. Esta localidade apresenta alta dinâmica, pois se trata de um litoral bastante retrabalhado pelas intempéries atmosféricas, continentais e marinhas. Arelado a isto, a área possui um parque eólico (Miassaba II), na qual existe um Programa de Manutenção e Conservação da Dinâmica Costeira, voltado para o entendimento da morfodinâmica praial e atendimento às condicionantes ambientais. Tal Programa coleta, periodicamente, dados de topografia e hidrodinâmica, dentre outros; o que permitiu a elaboração deste trabalho. O principal objetivo foi compreender a morfodinâmica da praia do Minhoto, Guamaré-RN, de acordo com a sazonalidade climática e marinha, durante os meses de março, junho, setembro e dezembro, representativos das estações climáticas de outono, inverno, primavera e verão, respectivamente, do ano de 2018. Para isto, realizou-se uma revisão bibliográfica acerca da temática e utilizou-se de procedimentos técnicos pautados na aquisição de parâmetros hidrodinâmicos e topográficos. O monitoramento dos perfis praias, transversais à praia do Minhoto, foi feito em três pontos (04, 06 e 08), tendo como referência a plataforma de aerogeradores do parque eólico Miassaba II. Como resultado destaca-se que as respostas morfológicas apresentadas, são resultantes de condições de mesomaré e ondas do tipo deslizante, com alturas entre 1,7m e 2,7m; associadas a períodos que variavam entre 5 a 12 segundos. Observou-se que no ponto de monitoramento 04, entre os meses de março (período de chuvas) e junho (período de estiagem) ocorreu uma significativa erosão no perfil da praia em questão. Enquanto em setembro (período de estiagem) e dezembro (período de chuvas) ocorreu um processo deposicional. No ponto 06, entre os meses de março (período de chuvas) e junho (período de estiagem), ocorreu uma engorda no compartimento de pós-praia e uma erosão no estirâncio. Já nos meses de setembro (primavera – período de estiagem) e dezembro (verão - período de chuvas) foi registrado uma diminuição significativa no gradiente topográfico praial. O ponto de monitoramento 08 apresentou uma engorda no compartimento de estirâncio entre os meses de março (período de chuvas) e setembro (período de estiagem). Enquanto em dezembro (período de início de chuvas) ocorreu um rebaixamento do estirâncio, ocasionado pela retirada de sedimentos desta porção praial. Assim, observou-se que, apesar dos pontos monitorados estarem próximos, os mesmos possuem comportamentos díspares; no tocante aos processos de erosão/deposição. Portanto, verifica-se que o estudo desenvolvido permitiu classificar segmentos da praia do Minhoto, conforme a sazonalidade climática ocorrida no ano de 2018.

Palavras-chaves: Morfodinâmica. Parque Eólico Miassaba II. Praia do Minhoto. Guamaré-RN.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### FATORES AMBIENTAIS QUE CONTROLAM A DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS ATUAIS E FÓSSEIS EM AMBIENTES TRANSICIONAIS DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

MARTINS, E. P<sup>1</sup>; KOCHHANN, K. G. D. <sup>1</sup>; BERGUE, C. T.<sup>2</sup>

Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>1</sup> (Eduarda Pacheco Martins, [eduardapachecomartins@gmail.com](mailto:eduardapachecomartins@gmail.com)); Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>2</sup>

Ambientes transicionais de planícies costeiras, como lagunas e estuários, são considerados altamente seletivos e dinâmicos, devido principalmente à variabilidade de seus parâmetros físico-químicos. No Brasil esses ecossistemas são constantemente ameaçados por contaminação antrópica, devido à elevada concentração populacional nessas áreas. A utilização de foraminíferos bentônicos como bioindicadores em áreas costeiras tem se mostrado eficaz, principalmente por serem organismos abundantes nos sedimentos e possuírem curtos ciclos de vida, podendo registrar rápidas variações nas condições ambientais. O presente trabalho busca identificar possíveis fatores ambientais e antrópicos que controlam a distribuição de foraminíferos bentônicos atuais e fósseis na Laguna Tramandaí-Armazém, Lagoa Itapeva e Lagoa dos Quadros, no litoral norte do Rio Grande do Sul. A pesquisa baseia-se nas premissas de que oscilações de parâmetros ambientais produzem variações sazonais na composição das assembleias e de que a contaminação de origem antrópica altera a estrutura das carapaças de foraminíferos bentônicos. O estudo é realizado com a coleta superficial de sedimentos na Laguna Tramandaí-Armazém, onde a amostragem se dá bimestralmente, em dois pontos fixos, com a quantificação de espécimes vivos e mortos de forma a acompanhar a sazonalidade das assembleias de foraminíferos. São analisados também os foraminíferos encontrados nos testemunhos sedimentares B06-IT-RS e B10-QU-RS, localizados na Lagoa Itapeva e na Lagoa dos Quadros, respectivamente. Os foraminíferos recuperados, tanto nas coletas de sedimentos quanto nos testemunhos, pertencem a sete gêneros: *Trochammina*, *Miliammina*, *Haplophragmoides*, *Ammonia*, *Elphidium*, *Pseudononionium* e *Quinqueloculina*. Gêneros como *Haplophragmoides* e *Trochammina* apresentam deformações nas carapaças, que presumivelmente se devem à contaminação da Laguna Tramandaí-Armazém. Ainda no que se refere às assembleias atuais, é possível identificar um aumento nas abundâncias totais das assembleias de foraminíferos durante os meses quentes do ano. O estudo encontra-se em desenvolvimento e análises mais detalhadas sobre a composição elementar dos sedimentos e assembleias de foraminíferos bentônicos poderão atestar se as deformações morfológicas se devem à contaminação antrópica.

Palavras-chave: Foraminíferos bentônicos. Contaminação antrópica. Planície costeira. Bioindicadores.

### FATORES AMBIENTAIS QUE CONTROLAM A DISTRIBUIÇÃO DE FORAMINÍFEROS BENTÔNICOS ATUAIS E FÓSSEIS EM AMBIENTES TRANSICIONAIS DA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL

MARTINS, E. P.<sup>1</sup>; KOCHHANN, K. G. D.<sup>2</sup>; BERGUE, C. T.<sup>2</sup>

Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>1</sup> (Eduarda Pacheco Martins, eduardapachecomartins@gmail.com); Programa de Pós-Graduação em Geologia (PPGEO UNISINOS)

<sup>2</sup>; Centro de Estudos Costeiros Limnológicos e Marinhos – CECLIMAR<sup>1</sup>.

#### INTRODUÇÃO

A utilização de foraminíferos bentônicos como bioindicadores em áreas costeiras tem se mostrado eficaz, principalmente por serem organismos abundantes nos sedimentos e possuírem curtos ciclos de vida, podendo registrar rápidas variações nas condições ambientais (Bouchet et al., 2018; Frontalini et al., 2018). Além disso, sua sensibilidade às variações naturais (e.g., salinidade, temperatura, pH) e antropogênicas (oligoelementos e metais pesados dispostos nas águas), o tornam ótimo bioindicador da qualidade ambiental. O presente trabalho busca identificar possíveis fatores ambientais e antrópicos que controlam a distribuição de foraminíferos bentônicos atuais e fósseis na Laguna Tramandai-Armazém, no litoral norte do Rio Grande do Sul.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado com a coleta superficial de sedimentos na Laguna Tramandai-Armazém, onde a amostragem ocorreu de forma fixa em dois pontos da laguna, bimestralmente e no intervalo de aproximadamente um ano, de forma que a sazonalidade do ambiente fosse representada nas amostras.



Figura 1. Mapa de localização dos pontos de coleta (fonte: GoogleEarth e ArcGIS)

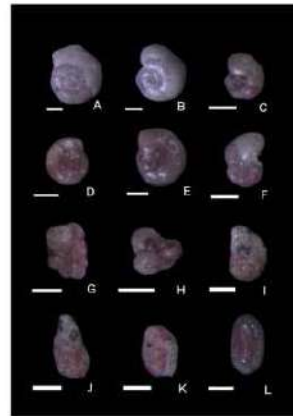


Figura 2. Foraminíferos bentônicos vivos da Laguna Tramandai-Armazém. A-E: *Trochammina inflata*; F-H: *Trochammina salsa*; I, J: *Ammotium salsum*; K, L: *Miliammina fusca*.

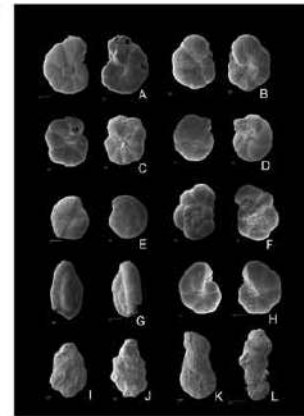


Figura 3. Foraminíferos bentônicos da Laguna Tramandai-Armazém. A-C: *Trochammina inflata*; D-F: *Trochammina salsa*; G: *Miliammina fusca*; H: *Haplophragmoide*; I-L: *Ammotium salsum*.

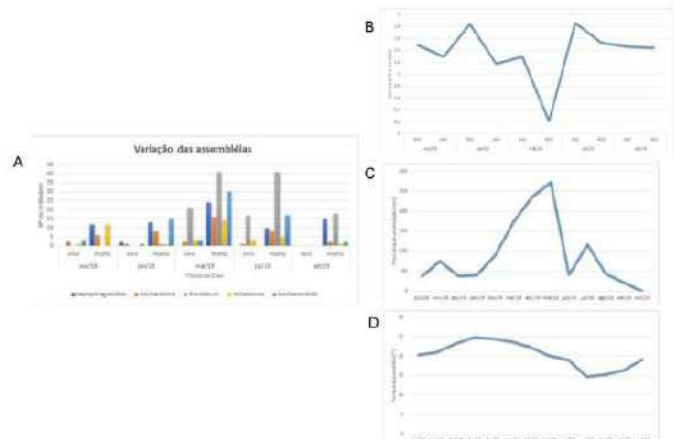


Figura 4. Gráfico A: Variação da abundância entre os gêneros encontrados na Laguna e a relação entre vivos e mortos; Gráfico B: variação da salinidade na Laguna no decorrer das coletas; Gráfico C e D: Precipitação acumulada e temperatura média, respectivamente, durante o período das análises (fonte: INMET).

#### RESULTADOS

Na Laguna Tramandai-Armazém foram recuperados os foraminíferos pertencentes às espécies *Ammotium salsum*, *Haplophragmoide*, *Miliammina fusca*, *Trochammina inflata* e *Trochammina salsa*. Todos os gêneros apresentaram variações em suas assembleias durante o período estudado. Também foram coletados dados referentes a precipitação acumulada e temperatura média (INMET), além dos dados de salinidade e pH obtidos junto a coleta do sedimento.

#### CONCLUSÕES

De acordo com os gráficos de variação das assembleias é possível identificar padrões de comportamento que se assemelham a variação de precipitação acumulada anual e a variação de temperatura média anual. Além disso, cabe destacar os picos de abundância total e da espécie *Ammotium salsum* concomitante aos meses de alta precipitação, temperaturas médias relativamente baixas e baixa salinidade, o que pode indicar um aumento no aporte de água doce e de matéria orgânica e nutrientes disponíveis na Laguna.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bouchet, V. M. P.; Goberville, E.; Frontalini, F. Benthic foraminifera to assess Ecological Quality Statuses in Italian transitional water. *Ecological Indicator*, 84: 130-139, Jan. 2018.
- Frontalini, F.; Grieco, M.; Bella, L. di; Lejzerowicz, F.; Reo, E.; Caruso A.; Cosentino, C.; Maccotta, A.; Scopelliti, G.; Gardelli, M. P.; Losada, M. T.; Châtelet, E. A. da; Cocciari, R.; Pawlowski, J. Assessing the effect of mercury pollution on cultured benthic foraminifera community using morphological and eDNA metabarcoding approaches. *Marine Pollution Bulletin*, 126 (2): 512-524, 2016.
- INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Dados Meteorológicos - Estação Automática de Tramandai (out/18 até set/19). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/inmet.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>



**II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)**

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



# **RESUMOS**

## **SESSÃO TEMÁTICA**

### **GEOLOGIA E GEOFÍSICA**

**DA**

### **MARGEM CONTINENTAL**

**BRASILEIRA E**

### **RECURSOS MINERAIS**





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RESUMOS E PÔSTERS SESSÃO TEMÁTICA MARGEM CONTINENTAL

CÓDIGO	TÍTULO	AUTORES	PG.
01_MC	DELIMITAÇÃO CRUSTAL NA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA	CARVALHO, J.; SPERLE, M.	170
02_MC	SEDIMENTOLOGIA DO TESTEMUNHO ANP 1040, TALUDE CONTINENTAL DE TRAIRI/CEARÁ	NOUCOUCOUK, A.A.; LINS, J.P.C.; FREIRE, G.S.S.; MENOR, E.A.	172
04_MC	CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOFÍSICA DA TECTÔNICA GRAVITACIONAL NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RS E NO CONE DO RIO GRANDE	FONTOURA, B.S.; SANTOS, A.C.O.; CORREA, I.C.S.; STRIEDER, A.J.; CALLIARI, L.J.; MENDES, P.R.; NOBRÉGA, A.V.V.	174
05_MC	AVALIAÇÃO ECOLÓGICA EM ÁREA DE DESCARTE DE DRAGAGEM PORTUÁRIA NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL	LAGEDO, F. B.; DIAS, G. T. M.; SILVA, R. C. O.; ANDRADE, Á. B.; OLIVEIRA, U. C., FONSECA, E. M.	176
08_MC	LEVANTAMENTO SÍSMICO DA PALEOLAGUNA HOLOCÊNICA NA PLATAFORMA DE ABROLHOS	SZCZPANSKI, F.; IANNIRUBERTO, M.; BASTOS, A.; CETTO, P.; SILVA, I.; CORDEIRO, G.	178
11_MC	PRESENÇA DE ARENITOS DE PRAIA NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO RIO GRANDE DO SUL	CORRÊA, I.C.S., WESCHENFELDER, J., SANTOS-FICHER, C.B., NUNES, J.C	180
15_MC	RECONHECIMENTO HIDROACÚSTICO DA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA: ÁREA DELTA DO RIO PARNAÍBA (PI-MA)	SANTOS, S.A.; VITAL, H.; FERREIRA, A.L.; AQUINO DA SILVA, A.G.	182
21_MC	OCEANOGRAFIA SÍSMICA E PROCESSAMENTO HIDROACÚSTICO COM BASE EM DADOS SÍSMICOS CONVENCIONAIS: DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO PARA A DETERMINAÇÃO DE TERMOHALINAS	LEAL FILHO, J.R.; MEIRELES, R.P.; SILVA, M. G	183
28_MC	EXUMAÇÃO DA MARGEM NORDESTE DO RIO GRANDE DO SUL A PARTIR DE DADOS DE REFLETÂNCIA DA VITRINITA E TRAÇOS DE FISSÃO EM AMOSTRAS PERMIANAS DA BACIA DO PARANÁ	BICCA, M.M.; KALKREUTH, W.D.; SILVA, T.F.; ENGELMANN DE OLIVEIRA, C.H.	184
30_MC	PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS LANDSAT 8 APLICADO AO MAPEAMENTO DE RECIFES NA BORDA DA PLATAFORMA	SILVA, L.L.N.; GOMES, M.P.; VITAL, H.	186
31_MC	A PLATAFORMA DO ATOL DAS ROCAS: GEOMORFOLOGIA, SEDIMENTOLOGIA E INDICADORES DE NÍVEL DO MAR, NE BRASIL	BOW, K.; GOMES, M.; VITAL, H.; SOUZA, M.C.; ANGULO, R.J.	188
32_MC	INFLUÊNCIA DA MARGEM EQUATORIAL DO RIO GRANDE DO NORTE NA CIRCULAÇÃO DAS CORRENTES DE CONTORNO OESTE	MARTIN, U.D.; CINTRA, M.M.; GOMES, M.P.; VITAL, H.	190
33_MC	TERRAÇOS, RECIFES E VALES INCISOS DA PLATAFORMA EXTERNA DO NORDESTE DO BRASIL: INDICADORES DA ÚLTIMA DEGLACIAÇÃO?	GOMES, M.P.; VITAL, H.; DROXLER, A.W.	192
34_MC	ASPECTOS TEXTURAIIS DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA EXTERNA, RN	SILVA, L.L.N.; GOMES, M.P.; VITAL, H.	193
35_MC	MORFOLOGIA E ESTRATIGRAFIA RASA DA PORÇÃO TERMINAL DO VALE INCISO DO RIO AÇU NA PLATAFORMA EXTERNA, NE BRASIL	BOW-LTAIF, K.G.; GOMES, M.; DA SILVA, J.; DA SILVA, A.; VITAL, H.	195
39_MC	COMPORTAMENTO HIDRODINÂMICO DE BIOCLASTOS	CASTRO, C.; KOLLER, D. K.; GUIMARÃES, T. M. H.; CERQUEIRA, A. C., BORGES, A. L. O.; PUHL, E.	197
47_MC	VARIAÇÕES NO APORTE DE SEDIMENTOS TERRÍGENOS PARA O TALUDE SUPERIOR DA BACIA DE CAMPOS DURANTE OS ÚLTIMOS 25 MIL ANOS	PEDRÃO, G.A.; TOLEDO, F.A.L.; COSTA, K.B.	199
48_MC	FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS E HABITATS BENTÔNICOS DA DORSAL DE SÃO PAULO, ATLÂNTICO SUDOESTE	GAVAZZONI, L.; SOUZA, LUIS H.P.; ANDRADE, A. C. S; PEREZ, J. A. A.	201
49_MC	CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E DE HABITATS BENTÔNICOS EM UM POCKMARK GIGANTE DA ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE, ATLÂNTICO SUDOESTE	SOUZA, C.G.D.; SOUZA, L.H.P.; GAVAZZONI, L.; PEREZ, J. A. A.	203
51_MC	DISTRIBUIÇÃO DO FÓSFORO E SUAS ESPECIAÇÕES QUÍMICAS NOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA DE FLORIANÓPOLIS, MARGEM CONTINENTAL SUL DO BRASIL	CARDINAL, K. O.; ABREU, J. G. N. de; KUROSHIMA, K. N.; MORILLA, A. M. B.	205
54_MC	GEOMORFOLOGIA DOS RECIFES AFOGADOS DE TAMANDARÉ-PE	SILVA, L.K.; GARCIA, K.B.; GOMES, M.P.; VITAL, H.	207
69_MC	EVOLUÇÃO DEPOSICIONAL DO CANAL DE SANTOS, PORÇÃO NORTE DA BACIA DE SANTOS	DUTRA, I.; PANDOLPHO, B. T., MACHADO, A. A.; BUENO, G.V.; MAHIQUES, M. M.; FETTER FILHO, A. F. H.; THEODORO, C. E.; KLEIN, A.H.F.	209
82_MC	ANÁLISE DE ATRIBUTOS SÍSMICOS INSTANTÂNEOS E SIMILARIDADE: APLICAÇÃO NA PORÇÃO OFFSHORE DA BACIA DE CAMPOS	ROMERO, P.B.; LIMA, M.V.A.G.; GUADAGNIN, F.; CASSEL, M.C.; SOUZA, E.G.; SOARES, D.M.; TAGLIEBER, J.C.H.; SANTOS, K.B.M.; SANTOS, J.O.; AZEREDO, G.A.	211
83_MC	INVERSÕES DE DATAÇÕES 14C EM FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS: INDICAÇÃO DE INSTABILIDADE DE TALUDE CONTINENTAL OU CORRENTES DE CONTORNO?	IBARRA, J.Y.S; FREIRE, T.M.; PIVEL, M.A.G.; PETRÓ, S.M.	213
95_MC	PRÁTICAS E TÉCNICAS EM EMBARQUES CIENTÍFICOS: UM OLHAR SOBRE O APRENDIZADO EM ALTO MAR	TRINDADE, S.; LINHARES, B.; ROCHA, B.	215
97_MC	A SEDIMENTAÇÃO SUPERFICIAL DO TALUDE CONTINENTAL DAS BACIAS DO AMAZONAS & PARÁ-MARANHÃO	EL ROBRINI, M.; MENDES, A.A.C.; VASCONCELOS, J.J.V. De; CAMPOS, R.C.; COIMBRA, MVR.; PRAZERES, T.S.; MARTINS, L.A.	216



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RESUMOS E PÔSTERES SESSÃO TEMÁTICA MARGEM CONTINENTAL

CÓDIGO	TÍTULO	AUTORES	PG.
99_MC	SIZE VARIATION OF UVIGERINA IN RESPONSE OF THE ORGANIC CARBON TRANSPORT OF SANTOS BASIN CONTINENTAL SLOPE IN THE LAST 123.000 YEARS	MOLINA, G.M.; DIAS, B.B.; GUERRA, H.A.; ALBUQUERQUE, A.L.	218
100_MC	ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO GÊNERO CALCIDISCUS DURANTE OS ÚLTIMOS 14.000 ANOS NA BACIA DE SANTOS	MOLINA, G.M.; FERRARESE, H.B.; PEDRÃO, G.A.; TOLEDO, F.A.L.; COSTA, K.B.	220
104_MC	MAPEAMENTO DE DEPÓSITOS CARBONÁTICOS NA PLATAFORMA INTERNA DO LITORAL SUL DO RIO GRANDE DO SUL	OKOE, P. M. N. A.; TOLDO E. E. J.; FICK C.; NUNES J. C. R.	222
105_MC	PADRÕES DE RETROESPALHAMENTO E AMBIENTES RECIFAIS NA PLATAFORMA EXTERNA DO RN	SILVA, D.B.; SILVA, L.L.N.; GOMES, M.P.; VITAL H.	224
106_MC	IDENTIFICAÇÃO DE ECOFÁCIES NA PLATAFORMA CONTINENTAL CENTRAL DO ESPÍRITO SANTO	COUTO, G.J.; NOGUEIRA, M.L.; BASTOS, A.C.	226
128_MC	CONSIDERAÇÕES TAXONÔMICAS, BIOESTRATIGRÁFICAS E PALEOAMBIENTAIS DOS OSTRACODES DA FORMAÇÃO RIACHUELO (ALBIANO) DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS, BRASIL	VÁQUEZ-GARCÍA, B.; FAUTH, G.; BORGHI, L.; MENDES, M.; RIOS-NETTO, A.	227
138_MC	SISMOESTRATIGRAFIA DE ALTA RESOLUÇÃO E SEDIMENTAÇÃO DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE NATAL (NE, BRASIL)	MOREIRA, D.A.; GOMES, M.P.; VITAL, H.	229
142_MC	NIVELES ATERRAZADOS EN EL SECTOR EXTERNO DEL ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA, ARGENTINA	ANDREOLI, A.; ALIOTTA, S.; GINSBERG, S.S.	231
147_MC	O CÂNION DE SALVADOR, UM ESTUDO PRELIMINAR MORFOSEDIMENTAR, ATRAVÉS DA SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO	MELLO, A.C.C.; DOMINGUEZ, J.M.L.	233
158_MC	MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS DEPÓSITOS LAMOSOS QUATERNÁRIOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO EMBAIAMENTO DE SÃO PAULO (SE BRASIL)	SCARDUA NETO, A.; ALCÁNTARA-CARRIÓ, J.	235
161_MC	INTEGRAÇÃO ENTRE SISMOESTRATIGRAFIA E INDICADORES MÚLTIPLOS DE VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR NO PLEISTOCENO TARDIO E HOLOCENO DA BACIA DE PELOTAS	HAHN, A. R. O.; WESCHENFELDER, J.; MELO, B. F.; CALLIARI, L.J.; OLIVEIRA, N.; LAGUE, J. P. G.	236
170_MC	VARIAÇÃO GEOMAGNÉTICA PALEO-SECULAR REGISTRADA NO SUL DO BRASIL DURANTE OS ÚLTIMOS 50 MIL ANOS	FRIGO, E.; SAVIAN, J.F.; LOPES, C.T.; ROCHA, J.A.; HARTMANN, G.A.; TRINDADE, R.I.F.; PIVEL, M.A.G.; COIMBRA, J.C.; PETRÓ, S.M.; LEONHARDT, A.	238
171_MC	INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL DA FORMAÇÃO CAMACHO (MIOCENO SUPERIOR – URUGUAI) COM BASE EM DADOS GEOQUÍMICOS	AUMOND, G.N.; KOCHHANN, K.G.D.; NETTO, R.G.	240
179_MC	VARIAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DOS MUDBELTS DO SUL DO BRASIL	MATOS, M. C.; MAHIQUES, M. M.	242
188_MC	CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE FUNDO NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO CEARÁ COM BASE EM ATRIBUTOS SÍSMICOS	ANJOS, J.; GUIZAN, C.; REGIS, J.; CORREA, J.	244
209_MC	SEGMENTAÇÃO DE BATIMETRIA MULTIFEIXE E BACKSCATTER PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESTRUTURAS RECIFAIS	BASTOS, A.C.; BONI, G.C.; DAMACENO, J.V.R.; LAVAGNINO, A.C.R.F.; LEITE, M.D.; MAIA, L.X.; MENANDRO, P.S.; OLIVEIRA, N.; VIEIRA, F.V.	246
210_MC	SEGMENTAÇÃO SUPERVISIONADA COMO UMA FERRAMENTA PARA DISTRIBUIÇÃO DE HABITATS MARINHOS: ESTUDO DE CASO EM UMA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NA PLATAFORMA LESTE BRASILEIRA	BASTOS, A.C.; BONI, G.C.; DAMACENO, J.V.R.; LAVAGNINO, A.C.R.F.; LEITE, M.D.; MAIA, L.X.; MENANDRO, P.S.; OLIVEIRA, N.; VIEIRA, F.V.	248
211_MC	CORRELAÇÃO ENTRE AS OCORRÊNCIAS DE MINERAIS SATÉLITES E O SISTEMA DE PALEODRENAGEM NA BACIA JEQUITINHONHA – BA	LOPES, V.; FRAZÃO, E.	250
216_MC	FEIÇÕES ROMBOÉDRICAS NO EMBASAMENTO CRISTALINO E A ORIGEM DA BAIÁ DE GUANABARA	FERRAZ, A.E.; GAMBOA, L.A.P.	252



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### DELIMITAÇÃO CRUSTAL NA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA

CARVALHO, J.; SPERLE, M.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Juliana de Carvalho Paula, [juli.carvalho14@gmail.com](mailto:juli.carvalho14@gmail.com))

A determinação do limite entre a crosta continental e a crosta oceânica em uma margem continental do tipo divergente-transcorrente é de alta complexidade; devido aos processos geotectônicos que ocorreram na sua gênese e evolução. A margem equatorial brasileira é um bom exemplo deste tipo de margem no Atlântico Sul. A margem equatorial brasileira é caracterizada por uma plataforma continental relativamente estreita no lado leste, entre 30-50Km, que vai se alargando para o oeste, variando entre 50 e 300Km. A margem equatorial brasileira é o resultado de três eventos geológicos distensivos, que deram origem às suas 05 (cinco) bacias sedimentares multicíclicas (Foz do Amazonas, Pará-Maranhão, Barreirinhas, Ceará e Potiguar). Tais eventos tiveram um primeiro ciclo no limite Triássico-Jurássico, com um segundo ciclo no Barremiano e uma última fase no Aptiano; culminando com a separação da placa sul-americana da placa africana (Gondwana). O presente trabalho discute os resultados de modelos tectonofísicos desenvolvidos na margem equatorial brasileira, englobando a Bacia Pará-Maranhão, suas implicações na delimitação crustal e no estabelecimento de novas fronteiras exploratórias de recursos minerais, principalmente petróleo e gás, neste setor da margem continental. Para isto, foram selecionadas 02 (duas) linhas geofísicas transversais à margem equatorial, oriundas do Projeto LEPLAC (BNDO/DHN/Marinha do Brasil). Estas linhas (Linhas 1 e 2) possuem dados geofísicos de sísmica de reflexão multicanal, gravimetria e magnetometria e possuem uma extensão de 464 e 507Lm, respectivamente. A Bacia Pará-Maranhão, é delimitada por dois depocentros (leste e oeste) separados por um Horst; conhecido como Alto Estrutural do Gurupi. Devido à sua complexidade geológica, os modelos tectonofísicos foram devidamente parametrizados por dados geofísicos (sísmica de reflexão multicanal, gravimetria e magnetometria) e geológicos (colunas estratigráficas). Os modelos foram desenvolvidos no software GM-SYS da Northwest Geophysical Associates Inc.; que utiliza a solução da integral de linha de Talwani, para o cálculo do efeito gravimétrico e magnético de corpos irregulares em 2,5D. Os resultados das modelagens da Linha 1, mais a norte, revelam que o limite crustal ocorre a 150Km do início da quebra da plataforma continental. Já para a Linha 2, mais a sul, o limite crustal encontra-se a aproximadamente 50Km da quebra da plataforma continental. Estas posições coincidem com os estudos de Santos, em 2013, delimitando, portanto, as fronteiras exploratórias para petróleo e gás nesta região. Outro resultado importante das modelagens, foi à constatação de um aumento significativo na espessura crustal abaixo da Elevação do Ceará, que pode atingir 20Km; revelando a presença de uma *Large Igneous Province* (LIP) nesta região. Com base nestes resultados conclui-se que esse setor da margem equatorial brasileira possui potencial para a exploração de hidrocarbonetos (óleo e gás) em águas profundas e ultra-profundas no limite do sopé continental inferior e a bacia oceânica adjacente.

Palavras-Chave: Delimitação Crustal. Margem Equatorial Brasileira. Bacia Pará-Maranhão.

### Delimitação Crustal na Margem Equatorial Brasileira: Bacia Pará - Maranhão

CARVALHO, J.<sup>1</sup>; SPERLE, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Oceanografia (FAOC) – UERJ/ Departamento de Oceanografia Geológica



#### INTRODUÇÃO

Margens do tipo transcorrente-divergente, como a margem equatorial brasileira apresentam uma alta complexidade devido ao seu desenvolvimento multifásico e os diferentes eventos tectônicos que ocorreram durante sua formação. Esse processo teve início no limite Triássico-Jurássico, depois tendo um período de estável, retornando atividades no Barremiano e sua última fase no Aptiano onde ocorreu a separação final entre a América do Sul e a África. Devido a esse complexo processo de evolução, delimitar o limite crustal neste tipo de margem se faz mais complicado, havendo a necessidade da integração de mais de um método geofísico para a confecção do modelo.

O foco destes estudos no Brasil encontra-se na margem sudeste, nas Bacias de Santos, Campos e Espírito Santo. Entretanto, nos últimos tempos a ANP vem leiloando blocos na margem equatorial brasileira. Além disto, há também a descoberta de hidrocarbonetos na margem oeste africana, levantando a possibilidade da existência deste recurso na margem brasileira. Este trabalho tem como objetivo a delimitação crustal na Bacia Pará-Maranhão (Figura 1), através da modelagem tectonofísica de duas linhas (1 e 2), integrando os métodos gravimetria, magnetometria e sísmica de reflexão, para definição de novas fronteiras exploratórias. As linhas interpretadas são oriundas da Primeira Fase do Projeto LEPLAC.



Figura 1: Mapa indicando as linhas 1 e 2, localizadas na Bacia Pará-Maranhão. Indicando também as principais feições presentes na região.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

As anomalias gravimétrica (Free-Air) e magnetométrica das linhas passaram por um processo de pré-análise, onde ajudaram a encontrar os possíveis limites crustais (WATTS e MARR, 1995; RABINOWITZ e LABRECQUE, 1979; HINZ et al., 1993 e COWIE et al., 2015). Os perfis sísmicos foram interpretados e tiveram seus horizontes relacionados com a carta estratigráfica da bacia, proposta por Milani, et al (2007), devido a similaridades. E por fim o modelo tectonofísico foi feito utilizando o GM-SYS, GEOSOFT, relacionando os horizontes sísmicos e as anomalias gravimétricas, e os parâmetros usados para os modelos estão dispostos na literatura (TELFORD, et al;1990).

#### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os perfis sísmicos foram interpretados e os principais horizontes foram identificados, e a pré-análise realizada e sequeamente os modelos tectonofísicos confeccionados. A Linha 1 se estende da quebra da plataforma continental até a Elevação do Ceará (EC), tendo aproximadamente 464 km de comprimento; no perfil sísmico os principais horizontes foram identificados como embasamento cristalino, arenitos, folhelhos e fundo marinho. A pré-análise indicou que o limite crustal estaria entre 130-150 km após a quebra da plataforma, e o limite encontrado durante a modelagem foi em aproximadamente 150 km. O modelo indicou (Figura 2) que EC apresenta uma densidade distinta da crosta oceânica, indicando um processo de formação diferente, e também mostrou um espessamento crustal, devido a EC ser uma LIP (Large Igneous Province).

A Linha 2 também se estende da quebra da plataforma continental até a Elevação do Ceará, com aproximadamente 507 km de comprimento. Esta linha apresenta um alto estrutural logo após o talude, e sua origem pode ser associada ao Alto Estrutural do Gurupi ou Guyot do Gurupi que se originou por um processo de falha ativa (Zanoto e Sztatnar, (1987)). Como na Linha (1), os horizontes sísmicos foram identificados como fundo marinho, arenito, folhelho e embasamento cristalino. A pré-análise propôs que o limite estaria em aproximadamente 150 km após a quebra da plataforma, entretanto na modelagem (Figura 3) o limite encontra-se em aproximadamente 50 km, antes do alto estrutural. E como na Linha (1) é possível notar o espessamento crustal na EC.

Usando os limites crustais propostos pela literatura, com a intenção de comparar os limites observados por outros autores com os limites propostos pelos modelos deste trabalho, temos que os limites de Santos (2013) corresponde com os deste trabalho, enquanto outros são bem distintos (Figura 4).

#### Agradecimentos:

Agradecemos ao Grupo de trabalho do projeto LEPLAC, DHN, Marinha do Brasil; Agradecemos à FAPERJ, pelo apoio; Agradecemos à UERJ e à Faculdade de Oceanografia.

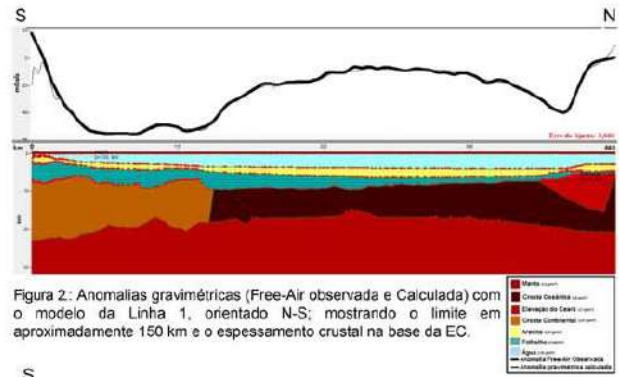


Figura 2: Anomalias gravimétricas (Free-Air observada e Calculada) com o modelo da Linha 1, orientado N-S; mostrando o limite em aproximadamente 150 km e o espessamento crustal na base da EC.

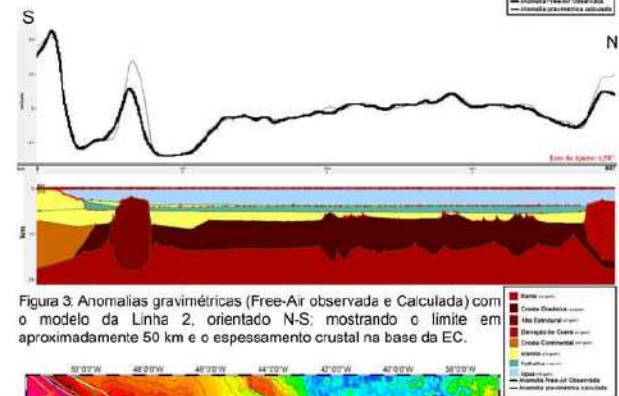


Figura 3: Anomalias gravimétricas (Free-Air observada e Calculada) com o modelo da Linha 2, orientado N-S; mostrando o limite em aproximadamente 50 km e o espessamento crustal na base da EC.

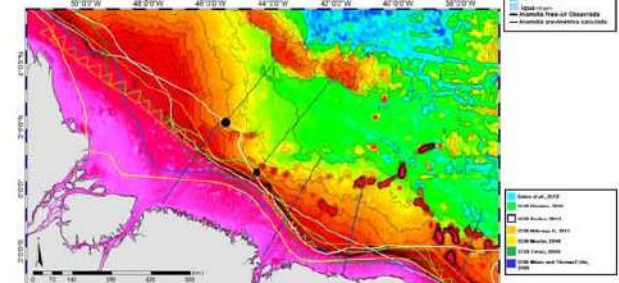


Figura 4: Mapa topobatimétrico onde nas Linhas azuis podemos ver a divisão das bacias, em preto as linhas modeladas neste trabalho, com seus respectivos limites indicados. Este mapa tem as isólinhas espaçadas a cada 250 m. Trabalhos de Seton et al.(2012); Davison, (2006); Santos (2013); Nobrega II (2011); Moulin, (2010); Torvic (2009); Milani e Thomas Filho, (2000). Fonte: Santos, (em preparação).

#### CONCLUSÕES

- A modelagem confirmou que a margem equatorial brasileira apresenta estruturas complexas devido à sua evolução multifásica e que a Elevação do Ceará como uma LIP, realmente promove um espessamento crustal;
- A posição em que as linhas foram feitas mostraram que a posição da margem durante a separação influencia na posição dos limites, mesmo em linhas muito próximas como a 4 e a 5;
- A modelagem gravimétrica se mostrou satisfatória enquanto a magnetométrica se mostrou muito mais complexa que o esperado;
- Na modelagem da Linha 5, foi possível observar que no Alto Estrutural a anomalia calculada não apresentou um bom ajuste, isso provavelmente se deve ao fato desta feição ser da forma tridimensional e o modelo ser bidimensional;
- Este trabalho foi conclusivo para definição de novas fronteiras exploratórias na Bacia Pará-Maranhão, por apresentar os limites crustais nesta bacia;

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MILANI, E. J., et al. Bacias sedimentares brasileiras - Cintas Estratigráficas. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, 2007, v. 15, n. 2, p. 163-205.  
 SANTOS, M.V.M. (Em preparação) O papel das Cordões Vulcânicos na compartimentação e nos processos deposicionais da margem equatorial brasileira e bacia oceânica. Tese de doutorado - Faculdade de Oceanografia, UERJ.  
 SANTOS, M.V.M. A Cadeia Norte Brasileira: características e tipos de depósitos determinados através da análise de dados sísmicos e potenciais. Dissertação de mestrado, UFF, 1979, 2013.  
 TALWANI, M.; WORZEL, J. L.; LANDISMAN, M. Rapid Gravity Computations for Two-Dimensional Bodies with Application to the Mendocino Submarine Fracture Zone. Journal of Geophysical Research, 1959, v. 64, n. 1, p.43-59.  
 TELFORD, W. M.; GELDART, L. P.; SHERIFF, R. E. Applied Geophysics. Estados Unidos da América, Ed. Cambridge University, 2ª ed, 1990.  
 WATTS, A.S.; MARR, R.C. Gravity anomalies and the thermal and mechanical structure of rifted ocean-continent margins. Rifted Ocean-Continent Boundaries, 1990. SPINGER, ISBN 978-94-011-4043-4.  
 ZANOTTO, O.; SZATNAR, P. Mecanismo de riftamento da porção ocidental da margem norte brasileira, Bacia do Pará-Maranhão. Revista Brasileira de Geociências, Volume 17(2), Págs. 106-105, junho 1987.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### SEDIMENTOLOGIA DO TESTEMUNHO ANP 1040, TALUDE CONTINENTAL DE TRAIRI/CEARÁ

NOUCOUCOUK, A.A.<sup>1</sup>; LINS, J.P.C.<sup>1</sup>; FREIRE, G.S.S.<sup>1</sup>; MENOR, E.A.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Ceará<sup>1</sup> (Agathe Arrissa Noucoucouk, [noucoucouk@gmail.com](mailto:noucoucouk@gmail.com));  
Universidade Federal de Pernambuco<sup>2</sup>

A sub-bacia de Mundaú é a porção mais estudada da Bacia do Ceará devido aos seus campos de petróleo. Apesar desses inúmeros trabalhos, pouco são os estudos que abordam a sedimentologia do talude continental, especialmente o talude de Trairi. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo expandir, através do testemunho ANP 1040, o conhecimento científico sobre a sedimentologia dessa região. O testemunho ANP 1040 foi coletado no ponto de coordenadas 39°21'27''O/2°15'40''S pelo navio Fugro Odyssey, a uma profundidade de 1900 m, distando aproximadamente 100,8 km da linha de costa do litoral do município de Trairi-CE. Os dados mostram que o testemunho ANP 1040 tem uma granulometria bimodal de lama e lama arenosa, composto de sedimento bioclástico classificando-a como uma vasa calcária. Esses sedimentos são compostos quase e exclusivamente por foraminíferos planctônicos com predominância de globigeniroides. As variações nas cores ao longo do testemunho sugerem mudanças no ambiente de deposição e na composição química dos sedimentos. A presença de minerais como quartzo, caulinita e ilita na área de estudo sugere que eles tenham chegado por meio de fluxos gravitacionais, marcando assim, a influência da sedimentação continental na região. A região estudada do talude continental inferior defronte ao município de Trairi é um ambiente de baixa energia, com pouca influência continental e onde ocorre pouca dissolução de CaCO<sub>3</sub>.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### SEDIMENTOLOGIA DO TESTEMUNHO ANP 1040, TALUDE CONTINENTAL DE TRAIRI/CEARÁ

Noucoucouk, A.A.<sup>1</sup>; Lins, J.P.C.<sup>1</sup>; Freire, G.S.S.<sup>2</sup>; Menor, E.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geologia – UFC; noucoucouk@gmail.com; jehpah@hotmail.com. <sup>2</sup>Departamento de Geologia – UFC; salanderfreire@gmail.com. <sup>3</sup>Departamento de Geologia – UFPE; menor@terra.com.br.



#### INTRODUÇÃO

A sedimentologia é um campo diverso de larga aplicabilidade na geologia, sendo utilizada em estudos do Quaternário, geologia econômica e outros ramos da ciência. Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo realizar o estudo sedimentológico do talude continental de Trairi/Ceará.

O estudo foi realizado através do testemunho ANP 1040 que possui 168 cm de comprimento e foi coletado na porção leste da Bacia Sedimentar do Ceará, Sub-Bacia de Mundaú, a uma distância de aproximadamente 100,8 km da linha da costa e com uma profundidade de 1900 m (Figura 1).

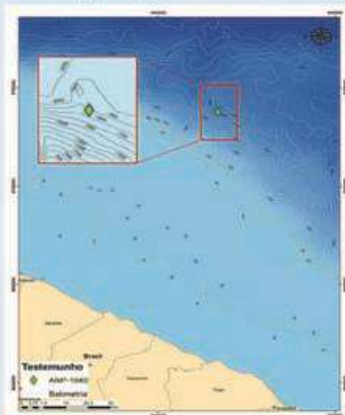


Figura 1-Localização do testemunho ANP 1040.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O testemunho ANP 1040 foi coletado pela ANP nas coordenadas 39°W21'27" e 2°S15'40" pelo navio Fugro Odissey, na campanha entre os dias 30 e 21 de julho de 2011 e posteriormente foi cedido ao LGMA da UFC.

As atividades de laboratório tiveram início com a coleta de 15 amostras do testemunho, nas quais foram realizadas análises granulométricas, teor de CaCO<sub>3</sub>, teor de matéria orgânica e carbono orgânico, difratometria de raios-x e identificação dos sedimentos biogênicos. Por fim, utilizou-se de softwares como Sedlog 2.0, ArcGIS 10.3, X'Pert HighScore Plus e ANASED 5.0 para a integração e interpretação dos dados.

#### RESULTADOS

##### Descrição Macroscópica e Análise Granulométrica

Do topo do testemunho (Figura 2) até o nível de 42 cm tem-se coloração *moderate yellowish brown* (10yr 5/4) e deste nível até a base ocorrem alternâncias de cores entre *light olive gray* (5y 5/2) e *dark yellowish brown* (10yr 4/2).

O testemunho (Figura 3) é formado predominantemente por lama (58,29%) e areia (41,50%), com uma menor contribuição de sedimentos da fração cascalho (0,21%). De acordo com a classificação textural de Shepard (1954) as amostras foram classificadas como lama, lama arenosa e areia lamosa (Figura 4).

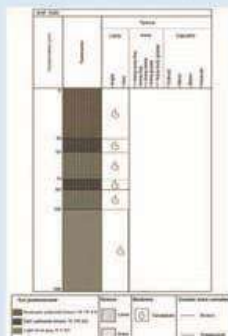


Figura 2-Representação e descrição do testemunho ANP 1040.



Figura 3 - Granulometria do testemunho ANP 1040.

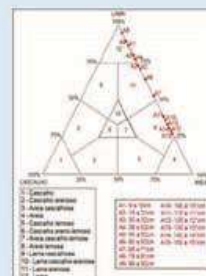


Figura 4 - Amostras plotadas no diagrama de Shepard.

#### Teor de Carbonato de Cálcio

O testemunho apresenta em média 98,64% de CaCO<sub>3</sub> (Figura 5A), sendo composto por sedimento bioclástico classificado como vasa calcárea (FREIRE *et al.*, 1997).

#### Teor de Matéria Orgânica e Carbono Orgânico

Os teores de matéria orgânica e de carbono orgânico são baixos e sem variações consideráveis (Figura 5B). O testemunho tem em média 1,47% de matéria orgânica, estando o maior valor no nível de 79-81 cm. O carbono orgânico apresenta teor médio de 0,86%, sendo o maior teor situado no nível de 79-81 cm, comportamento similar a matéria orgânica.

#### Difratometria de Raios-X

Ao longo do testemunho pode-se observar a presença de argilominerais como caulinita e illita, possivelmente provenientes da alteração de rochas continentais, como os granitos e transportados ao talude através de fluxos gravitacionais.

#### Componentes Bióticos

As amostras são constituídas por foraminíferos, pterópodes, gastropodes, briozóários, braquiópodes e espinhos de equinóides. Há predominância de testas bem preservadas, indicando transporte por suspensão (ALVE & MURRAY, 1997). O predomínio de testas brancas ao longo do testemunho permite inferir que a sedimentação na área de estudo é rápida, com frequente adição de novas testas (LEÃO & MACHADO, 1989).

A razão P/B (Figura 5C) apresenta média de 97,13%, classificando a região como talude continental inferior (CULVER, 1988).

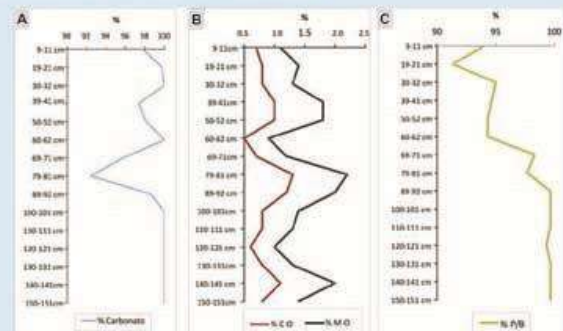


Figura 5 - A) Teor de CaCO<sub>3</sub>; B) Teores de matéria orgânica e carbono orgânico; C) Razão planctônicos/bentônicos.

#### CONCLUSÕES

O testemunho ANP 1040 é composto por vasa calcária de granulometria trimodal de lama, lama arenosa e areia lamosa com presença de bioclastos. Esse sedimento é composto quase que exclusivamente por foraminíferos planctônicos, em especial os globigenóides.

Ao longo do testemunho ocorrem variações de cor, as quais sugerem mudanças no ambiente de deposição e na composição química dos sedimentos. A presença de argilominerais como caulinita e illita indicam influência da sedimentação continental na região.

#### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem ao Laboratório de Geologia Marinha e Aplicada LGMA/UFC por todo o apoio, ao Laboratório de raios-X da UFC pelas análises de difração e ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal do Ceará. Agradecemos também ao Joel Souza por toda ajuda concedida durante a realização deste trabalho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVE, E.; MURRAY, J. W. High benthic fertility and taphonomy of foraminifera: a case study of the Skagerrak, North Sea. *Marine Micropaleontology* Amsterdã, v. 31, p. 157-175, 1997.
- CULVER, S. J. New Foraminiferal Depth Zonation of the Northwestern Gulf of Mexico. *SEPM, Paleosols*, 3: 69-85, 1988.
- FREIRE, G.S.S., CAVALCANTI, V.M.M., MAIA, L.P., LIMA, S.F. Classificação dos Sedimentos da Plataforma Continental do Estado do Ceará. *Anais do SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE*, Fortaleza-CE, p. 209-211, 1997.
- LEÃO, Z.M.A.N. & MACHADO, A. J. Variação de cor dos grãos carbonáticos de sedimentos marinhos atuais. *Revista Brasileira de Geociências*, 15(1); 87-91, 1989.
- SHEPARD, F. P. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. *Journal Sedimentary Petrology USA*, v. 24, n. 3, p. 161-168, 1954.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOFÍSICA DA TECTÔNICA GRAVITACIONAL NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RS E NO CONE DO RIO GRANDE

FONTOURA, B.S.<sup>1</sup>; SANTOS, A.C.O.<sup>2,3</sup>; STRIEDER, A.J.<sup>2</sup>; CALLIARI, L.J.<sup>3</sup>; MENDES, P.R.<sup>4</sup>; NOBREGA, A.V.V.<sup>5</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Bruno Silva da Fontoura, [brunosfontoura@hotmail.com](mailto:brunosfontoura@hotmail.com)); Universidade Federal de Pelotas<sup>2</sup>; Universidade Federal do Rio Grande<sup>3</sup>; HIDROSERV – Hidrogeologia e Geofísica Ltda<sup>4</sup>; Rio Grande Mineração S/A<sup>5</sup>

As características estruturais de uma bacia sedimentar estão diretamente relacionadas com a atuação de processos tectônicos e condicionam muitos dos processos de sedimentação. Nesta pesquisa, a realização de estudos geofísicos e estruturais na Planície Costeira e na Plataforma e Talude Continental (domínio do Cone do Rio Grande) do Rio Grande do Sul identificam estruturas geológicas importantes para o conhecimento da evolução da Bacia de Pelotas. A Planície Costeira do Rio Grande Sul constitui uma ampla área emersa da Bacia de Pelotas, na qual foi formada a partir do barremiano/apertiano, depois da ruptura do Gondwana. A configuração geomórfica e estratigráfica da PCRS é constituída por um sistema de leques aluviais e quatro distintos sistemas deposicionais transgressivos-regressivos do tipo laguna/barreira que se formaram como consequência de alterações do nível do mar do Pleistoceno Médio ao Holoceno. A investigação realizada no distrito de Bujuru (São José do Norte, RS) discute o controle estrutural do depósito de minerais pesados baseando-se principalmente na utilização do GPR (*Ground Penetrating Radar*) e seções de furos de sondagem. As imagens de alta resolução foram também usadas para avaliar o processo de sedimentação, o controle e o desenvolvimento do *placer*. Estudos com GPR foram feitos perpendicularmente a linha de costa e paralelos as seções de furos de sondagem já obtidas. Os levantamentos com GPR revelaram que a camada de turfa holocênica identificada nos radar-facies foi deslocada por uma falha normal e arqueada próximo a falha (*drag folds*). A erosão do bloco rotacionado soerguido junto à linha de praia promove o preenchimento da depressão estrutural por dunas retrogradantes quaternárias cujo deslocamento é controlado pelos ventos vindos de NE. Na região do Cone do Rio Grande, a qual representa uma das principais feições da Plataforma e do Talude Continental da Bacia de Pelotas, foram interpretadas seções sísmicas de reflexão perpendiculares à costa com o intuito de caracterizar a tectônica gravitacional. A interpretação estrutural das linhas sísmicas profundas de alta resolução permitiu a identificação de uma falha principal lítrica formando uma superfície de descolamento no Talude e um sistema de falhas sintéticas e antitéticas. Associada a falha lítrica, uma estrutura *rollover* anticlinal é identificada no horizonte holocênico. Na extremidade da falha principal são observadas falhas inversas que causam o imbricamento das camadas e transferem o deslizamento para um nível estratigráfico superior e/ou emergem no fundo oceânico. Portanto, as características geoestruturais observadas na Planície Costeira do RS e no Cone do Rio Grande subsidiam a ideia de que a tectônica gravitacional na Bacia de Pelotas tem atuação recente (até o Holoceno) e se estende desde a Planície Costeira do RS à Plataforma e Talude Continental.

Palavras-chave: Bacia de Pelotas. GPR (*Ground Penetrating Radar*). Sísmica de reflexão. Falhas normais.

### CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOFÍSICA DA TECTÔNICA GRAVITACIONAL NA PLANÍCIE COSTEIRA DO RIO GRANDE DO SUL E NO CONE DO RIO GRANDE

FONTOURA, B.S.<sup>1</sup>; SANTOS, A.C.O.<sup>2</sup>; CORREA, I.C.S.<sup>1</sup>; STRIEDER, A.J.<sup>2</sup>; CALLIARI, L.J.<sup>3</sup>; MENDES, P.R.<sup>4</sup>; NOBREGA, A.V.V.<sup>5</sup>  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Bruno Silva da Fontoura, [brunosfontoura@hotmail.com](mailto:brunosfontoura@hotmail.com)); Universidade Federal de Pelotas<sup>2</sup>; Universidade Federal do Rio Grande<sup>3</sup>; HIDROSERV – Hidrogeologia e Geofísica Ltda<sup>4</sup>; Rio Grande Mineração S/A<sup>5</sup>

#### INTRODUÇÃO

As características estruturais de uma bacia sedimentar estão diretamente relacionadas com a atuação de processos tectônicos e condicionam muitos dos processos de sedimentação. Por isso, o conhecimento estrutural é de fundamental importância para o entendimento da evolução de bacias sedimentares.

A Planície Costeira do Rio Grande Sul (PCRS) constitui uma ampla área emersa da Bacia de Pelotas, localizada no extremo sul da margem continental brasileira, a qual foi formada depois da ruptura do Gondwana (Fontoura *et al.*, 2015). Na porção submersa da Bacia de Pelotas, o Cone do Rio Grande é uma das principais feições da plataforma e do talude continental, o qual é definido como um espesso prisma sedimentar que abrange o Talude e a Plataforma Continental (Martins *et al.*, 1972). Neste estudo foi realizada uma investigação geológica/geofísica na região do Distrito de Bujuru (São José do Norte, RS) e na região do Cone do Rio Grande, com objetivo de realizar uma caracterização estrutural da região (Figura 1).

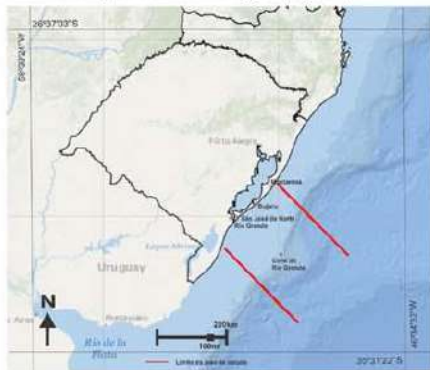


Figura1. Localização da área de estudo.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Na Planície Costeira do Rio Grande do Sul foi realizada a análise de seções de furo de sondagem, imagens de satélite e GPR (*Ground Penetrating Radar*).

O levantamento de GPR foi realizado com 2 perfis aproximadamente paralelos à linha de praia e aos alinhamentos geomorfológicos Lagoa do Peixe e Bujuru-Estreito-Rio Grande (paralelos às seções de furos de sondagem). Os perfis de GPR tiveram início na praia e prosseguiram em direção ao interior do continente, de modo a garantir a análise da continuidade espacial da camada guia de turfa (identificável pelo método). O levantamento geofísico realizado no Distrito de Bujuru (RS) foi executado com um georadar da marca MALA-RAMAC, modelo *Pro-EX System* e antena de 50 MHz RTA tipo *Snake*. Os dados foram analisados no software *ReflexW* a fim de discutir o controle estrutural do depósito de minerais pesados na região de Bujuru.

Na região do Cone do Rio Grande foram analisadas seções sísmicas de reflexão de alta resolução e profundidade oriundas da base de dados da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). As linhas sísmicas, todas perpendiculares à costa, foram interpretadas no software *OpendTect 6.4.0* (*dGB Earth Sciences*), com o objetivo de mapear falhas e demais estruturas.

#### RESULTADOS

Os radargramas analisados identificam um significativo sistema de falhas normais na Planície Costeira do RS e revelam uma camada de turfa holocênica deslocada por uma falha normal e arqueada próxima a falha (*drag folds*), o que favoreceu o seu basculamento em direção ao continente (Figura 2). A erosão do bloco rotacionado soerguido junto à linha de praia promove o preenchimento da depressão estrutural por dunas retrogradantes quaternárias cujo deslocamento é controlado pelos ventos vindos de NE. O modelo geral do sistema de falhas mostra que os alinhamentos geomorfológicos que controlam o limite oeste da Lagoa do Peixe e do baixo lagunar Retiro – Estreito constituem, na verdade, escarpas de falhas gravitacionais na borda da Plataforma Continental da Bacia de Pelotas.

Na região do Cone do Rio Grande a interpretação estrutural das linhas sísmicas permitiu a identificação de uma falha principal listrica (*master fault*) formando uma superfície de descolamento na borda do talude e um sistema de falhas sintéticas e antitéticas associadas. Na borda do talude, as falhas normais chegam até o fundo oceânico e formam estruturas em *rollover*. Na extremidade da falha principal são observadas falhas inversas que causam o imbricamento das camadas e transferem o deslizamento para um nível estratigráfico superior e/ou emergem no fundo oceânico (Figura 3).

Os resultados encontrados pela análise dos métodos geofísicos sugerem, portanto, a atuação de uma tectônica de gravidade que se estende desde a Planície Costeira até a região que inclui o Cone do Rio Grande.

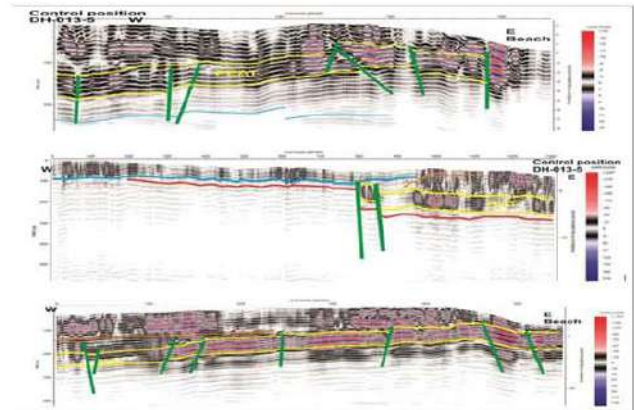


Figura2. Radargramas dos levantamentos com GPR 50 MHz em Bujuru, RS.

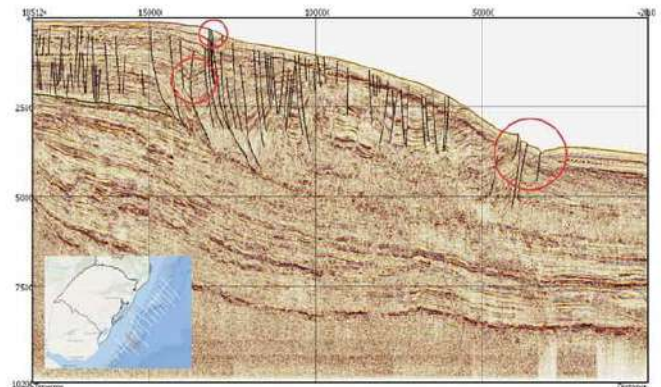


Figura3. Linha sísmica "228/312" interpretada (profundidade em tempo).

#### CONCLUSÕES

A realização deste estudo na Planície Costeira e na Plataforma e Talude Continental (domínio do Cone do Rio Grande) do Rio Grande do Sul identifica estruturas geológicas importantes para o conhecimento da evolução da Bacia de Pelotas.

Na área que abrange a Planície Costeira do RS, os levantamentos geofísicos (GPR) no Distrito de Bujuru mostram que o depósito de minerais pesados da região é estruturalmente controlado por falhas normais (sintéticas e antitéticas), que causaram dobras de arrasto (*drag folds*) e basculamento sobre a camada guia de turfa. Os sistemas lagunares Lagoa do Peixe e da Lagoa Retiro – Estreito são controlados regionalmente pela Falha da Lagoa do Peixe e pela Falha de Rio Grande, respectivamente. No Cone do Rio Grande, o sistema de falhas normais sintéticas e antitéticas e o conjunto de falhas inversas que chegam a emergir em fundo oceânico caracterizam a atuação de uma tectônica gravitacional recente.

Portanto, as características geoestruturais observadas na Planície Costeira do RS e no Cone do Rio Grande subsidiam a ideia de que a tectônica gravitacional na Bacia de Pelotas tem atuação até o Holoceno e se estende desde a Planície Costeira do RS à Plataforma e Talude Continental.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fontoura, B.S., Strieder, A.J., Behling, J.S., Wetzel, R.S., Duarte Jr. R.S.S., Silva, T.C., Mendes, P., Nobrega, A.V.V., Calliari, L.J. 2015. Structural control of HM placer deposits at RGS (Brazil) Coastal Plain using Ground Penetrating Radar. *Advanced Ground Penetrating Radar (IWAGPR)*, 8th International Workshop on, p. 1-4.
- Martins L.R., Urien, C.M. & Butler, L.W. 1972. *Provincias fisiográficas e sedimentos da Margem Continental Atlântica da América do Sul*. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 26. Anais... Belém: SBG, 105-114.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### AVALIAÇÃO ECOLÓGICA EM ÁREA DE DESCARTE DE DRAGAGEM PORTUÁRIA NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

LAGEDO, F. B.<sup>1</sup>; DIAS, G. T. M.<sup>1</sup>; SILVA, R. C. O.<sup>1</sup>; ANDRADE, Á. B.<sup>2</sup>; OLIVEIRA, U. C.<sup>3</sup>,  
FONSECA, E. M.<sup>1</sup>

Universidade Federal Fluminense<sup>1</sup> (Fillipi Brandão Lagedo, [fillipi\\_bl@globocom.com](mailto:fillipi_bl@globocom.com)); Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro<sup>2</sup>; Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Secretaria de Infraestrutura Portuária<sup>3</sup>

O descarte de material dragado está dentre os maiores problemas identificados no gerenciamento costeiro. A sedimentação causada pelo despejo do rejeito de dragagem apresenta uma série de impactos, como o soterramento da comunidade bentônica e/ou sufocamento dos organismos filtradores. Com o propósito de minimizar os impactos da dragagem, devem ser realizados estudos sobre os riscos ecológicos decorrentes de atividades antrópicas nessas áreas. O objetivo desse estudo foi a caracterização geomorfológica e de componentes bióticos da superfície do fundo de uma área sugerida para descarte de material de dragagem em área portuária. A área localiza-se na Plataforma Continental Interna adjacente à Baía do Espírito Santo e possui aproximadamente 30 km<sup>2</sup>. Foram executados levantamentos geofísicos através de sonar de varredura lateral, simultaneamente à aquisição de dados batimétricos com ecobatímetro monofeixe. Após interpretação dos registros sonográficos realizou-se filmagens subaquáticas em pontos representativos das variações de fundo, que auxiliaram na comprovação e descrição da comunidade biótica. O levantamento batimétrico mostrou um fundo plano e homogêneo, com variação de 33 a 42 metros de profundidade. Os dados batimétricos evidenciaram a presença de um paleocanal. Na análise de tipos de fundo, os registros sonográficos de maior intensidade do sinal foram interpretados como sedimentos compactados, enquanto os de menor intensidade indicaram menor grau de compactação. As fácies acústicas identificadas indicaram origem tipicamente terrígena, reforçando a presença de pontos de acúmulo de sedimentos arenosos e lamosos, muitas vezes com mistura de tipos de sedimentos. Elevações com até 50 cm de altura foram caracterizadas como concreções calcárias biogênicas, organismos bentônicos e nectônicos. Identificou-se aproximadamente 22 km<sup>2</sup> (cerca de 75% do total da área) de sedimentos compactados (areias lamosas, lama compacta e/ou concreções calcáreas biogênicas) e cerca de 8 km<sup>2</sup> de material não compactado (lamas arenosas e/ou lama não compactadas). A distribuição da biota marinha concentrou-se ao longo da faixa de profundidade entre 34 e 38m. Ressaltou-se a presença de espécies dos filos Cnidária (num total de 5 espécies, das classes Anthozoa e Hydrozoa), Echinodermata (2 espécies, das classes Asterozoa e Crinozoa) e Cordados (representados por 4 espécies, sendo apenas uma da classe Ascidiacea, enquanto as demais corresponderam a classe Actinopterygii). Foi realizada a análise dos tipos de fundo associados à ocorrência dos organismos vivos. O estudo registrou a presença da espécie *Narcissia trigonaria*, que constava no Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção de 2008.

Palavras-chave: Sonar de varredura lateral. Ecobatímetro. Sedimentos. Concreções biogênicas.

### AVALIAÇÃO ECOLÓGICA EM ÁREA DE DESCARTE DE DRAGAGEM PORTUÁRIA NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

LAGEDO, F. B.<sup>1</sup>; DIAS, G. T. M.<sup>1</sup>; SILVA, R. C. O.<sup>1</sup>; ANDRADE, Á. B.<sup>2</sup>; OLIVEIRA, U. C.<sup>3</sup>; FONSECA, E. M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geologia/LAGEMAR – Universidade Federal Fluminense-Brasil AV. General Milton Tavares de Souza, s/n – 24210-346 - Gragoatá, Niterói, RJ, Brasil<sup>1</sup>. Filippi Brandão Lagedo, [fillipi\\_bf@ufjf.edu.br](mailto:fillipi_bf@ufjf.edu.br); Instituto de Biociências/UNIRIO – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. AV. Pasteur, 458 – 22290-240, Urca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil<sup>2</sup>; Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Secretaria de Infraestrutura Portuária, Departamento de Obras e Serviços em Empresas Vinculadas; SCN Quadra 04, Bloco B, Edifício Varig - Pétala C, 12º - CEP 70.714-900<sup>3</sup>



#### INTRODUÇÃO

A costa do Espírito Santo abrange os portos de Vitória e de Tubarão, dois dos maiores portos do estado, responsáveis pelo comércio de grande parte dos minerais e celulose no Brasil. De acordo com a Companhia Docas do Espírito Santo (CODESA, 2014), o volume de carga movimentado no porto de Vitória em 2014 foi estimado em 7,4 milhões de toneladas.

O propósito desse trabalho foi caracterizar a fisiografia do fundo marinho e sua importância ecológica em potencial área de descarte de material dragado da região portuária, a partir da interpretação de dados geofísicos e da observação biológica.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A profundidade da área de estudo (Figura 1) foi medida através do ecobatímetro mono feixe OHMEEX (235 KHz), combinado a sistema DGPS e ao software de navegação Hypack®. O imageamento do fundo marinho foi realizado através de sonar de varredura lateral com sistema EdgeTech® 4100/sensor 272-TD. O feixe do sonar foi configurado em 300 m de range (150 m de alcance lateral) e, em profundidades menores que 30 m, a configuração de feixe foi alterada para 200 m de varredura lateral. Mergulhadores profissionais realizaram a inspeção do fundo marinho com câmeras de alta resolução (GoPro® e Nikon™) em 10 pontos selecionados a partir da interpretação dos dados geofísicos.

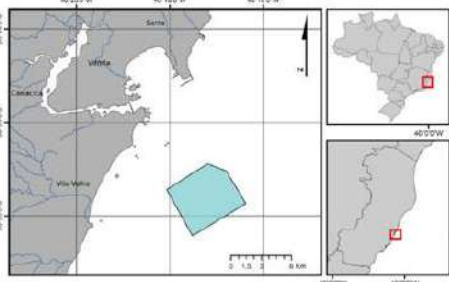


Figura 1. Mapa da região de estudo com o polígono de levantamento em azul (30,20 km<sup>2</sup>).

#### RESULTADOS E DISCUSSÕES

As profundidades medidas variam entre 33 e 43 m, com gradiente regional de 1/700. Maiores profundidades localizam-se na porção sudeste (Figura 2). A depressão de 43 m de profundidade foi relacionada ao paleocanal do rio Jucu. A feição apresenta direção L-O, e suas inflexões sugerem relação com processos tectônicos. Sua morfologia e estado de preservação indicam baixo input sedimentar, de acordo com regimes sedimentares em plataformas continentais "famintas" (Cetto, 2009).

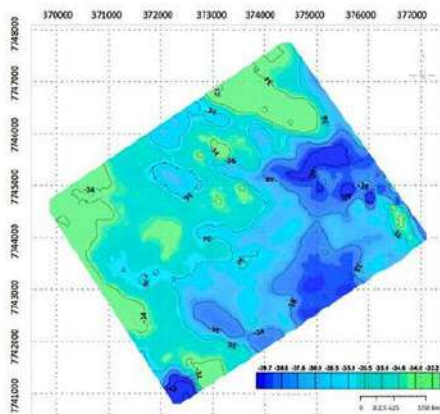


Figura 2. Mapa batimétrico da área de estudo.

As fácies sedimentares interpretadas apresentam sedimentação tipicamente terrígena, com presença de depósitos arenosos e lamosos. Foram identificados padrões lamo-arenosos, concreções calcáreas biogênicas e lamas (Figura 3). As feições calcáreas apresentam alturas de aproximadamente 50 cm (Figura 4). Reflexões do sonar de tom cinza escuro também representaram a extensiva presença de depósitos areno-lamosos e lamas compactas.

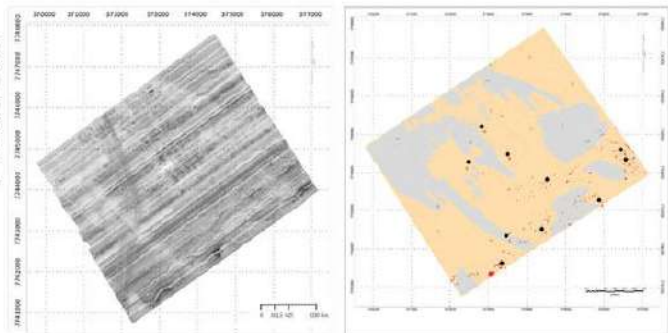


Figura 3. Mosaico do sonar de varredura lateral (esquerda) e a sua interpretação (direita): em vermelho a ocorrência das concreções calcáreas biogênicas; pontos em preto indicando a localização dos mergulhos; em cinza claro os depósitos de lamas não compactas e lamas arenosas; e em amarelo sedimentos areno-lamosos e lamas compactas.

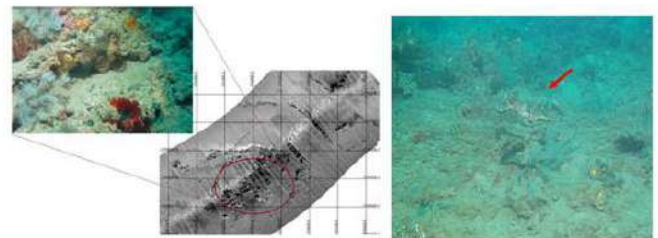


Figura 4. Interpretação de sinal do sonar relacionado a presença de organismos bentônicos.

Figura 5. Imagem extraída de filmagem submarina indicando a presença da estrela do mar, *Narcissia trigonaria*.

#### CONCLUSÕES

A superfície do fundo é relativamente plana e homogênea, com variações de profundidade entre 33 e 43 m. A identificação das concreções calcáreas biogênicas foi relacionada às suaves elevações, com aproximadamente 0,50 m de altura. Organismos bentônicos e nectônicos apresentam distribuição heterogênea, com ocorrência da estrela do mar, *Narcissia trigonaria* (Figura 5), espécie ameaçada de extinção, de acordo com a Instrução normativa nº 5/2004 do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2004).

O descarte de material proveniente da dragagem portuária acarretará no desaparecimento das comunidades bentônicas e nectônicas. Como forma alternativa, recomenda-se que estudos sobre os paleocanais sejam realizados, em virtude da oportunidade de atuarem como ADC (Ambiente de Disposição Confinado), permitindo a acomodação dos descartes de sedimentos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL (2004) Instrução Normativa n. 005 de maio de 2004. Reconhece como espécies ameaçadas de extinção e espécies sobre exploradas ou ameaçadas de sobre exploração, os invertebrados aquáticos e peixes, constantes dos Anexos a esta Instrução Normativa. Brasília, 21 de maio de 2004. Seção 2.
- CODESA (2014) Companhia Docas do Espírito Santo. Estatísticas da Movimentação Portuária. Porto de Vitória. Disponível em: <http://www.codesa.gov.br/site/?p=movimentacao-portuaria>. Acessado em: 25 de maio de 2015.
- Cetto PH (2009) Vales incisos Quaternários da Plataforma Continental do Espírito Santo. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha. Universidade Federal Fluminense. 137 p.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### LEVANTAMENTO SÍSMICO DA PALEOLAGUNA HOLOCÊNICA NA PLATAFORMA DE ABROLHOS

SZCZPANSKI, F<sup>1</sup>; IANNIRUBERTO, M<sup>1</sup>; BASTOS, A<sup>2</sup>; CETTO, P<sup>2</sup>; SILVA, I.<sup>1</sup>; CORDEIRO, G<sup>1</sup>

Universidade de Brasília<sup>1</sup> (Felipe Moreira Szczpanski, [felipeszczpanski@gmail.com](mailto:felipeszczpanski@gmail.com)); Universidade Federal do Espírito Santo<sup>2</sup>

A plataforma continental brasileira apresenta uma das suas maiores extensões na região do Arquipélago de Abrolhos, a qual estende-se desde o paralelo de 17°S até 20°S e apresenta largura que atinge 246 km da costa. Durante a última regressão marinha, associada com o último máximo glacial que ocorreu há cerca de 18 mil anos, o nível do mar encontrava-se cerca de 120 - 130 metros abaixo do atual, o que determinou exposição subaérea da Plataforma de Abrolhos, durante os sucessivos ciclos transgressivo-regressivos este trecho da plataforma recebeu sedimentação tanto de tipo carbonática quanto siliciclástica, formando um dos maiores exemplos de sistemas deposicionais tropicais mistos, combinando desenvolvimento de recifes coralígenos com input de sedimentos terrígenos ao longo da plataforma interna, o substrato da região data do Cretáceo Superior e a atual morfologia é sucessão de um complexo vulcânico subjacente. A região de Abrolhos vem sendo estudada a fim de identificar modificações ambientais implantadas durante o processo de subida do nível do mar pós UMG (Último Máximo Glacial) na plataforma continental leste brasileira. A presente pesquisa está centrada na aplicação do método da sísmica de reflexão para caracterização da geometria das estruturas sedimentares da plataforma de Abrolhos, onde a sísmica de reflexão consiste na geração e emissão de energia através de uma fonte controlada propagada em subsuperfície sob a forma de pulsos acústicos, os quais penetram a coluna d'água e uma parte retorna a superfície após ter sofrido reflexão em interfaces geológicas com diferentes densidade e velocidade de propagação das ondas, e por fim são captadas pelo receptor e assim gerada a imagem sísmica. A estratigrafia sísmica de alta resolução tem sido o principal método de investigação de ambientes sedimentares rasos, permitindo individualizar as unidades estratigráficas relevantes para caracterizar estruturas relacionadas com processos sedimentares na plataforma continental. Para o levantamento Geofísico foi utilizado o Geo-Spark 1000 da Geomarine Survey System, onde contém uma fonte eletro-acústica própria para levantamentos aquáticos, com potência de até 1000 W, associado com um conjunto de 8 hidrofones para a recepção do sinal refletido. Os dados Geofísicos foram adquiridos em 4 linhas sísmicas, 1 principal, sentido N-S, paralela ao braço leste do canal Besnard, e outras 3 perpendiculares cortando bancos e, percorrendo o braço leste do canal. O tratamento dos perfis sísmicos foi realizado utilizando o software de processamento e interpretação GeoSuite AllWorks da GEO Marine Survey Systems. Na presente pesquisa foram definidas 4 superfícies erosivas associadas a eventos de glaciação anteriores (S1 possivelmente superfície de transgressão máxima, S2 referente ao UMG – estágio MIS2, S3 – MIS 6, S4 – MIS 8) e 4 sequências com base nestas superfícies, na definição de fácies sísmicas presentes na região e na configuração de refletores de cada uma delas. Os dados apresentados neste trabalho possuem relevância quanto à investigação da geometria dos depósitos sedimentares holocênicos na Plataforma de Abrolhos, contribuição com o reconhecimento dos estágios de evolução páleo-geográfica da Plataforma de Abrolhos, desde o primeiro estágio de incursão marinha até a fase atual.

Palavras-chave: Abrolhos. Sísmica de Reflexão. Páleo-canal. Transgressão Marinha.

### LEVANTAMENTO SÍSMICO NA PALEOLAGUNA HOLOCÊNICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE ABROLHOS



SZCZPANSKI, F.<sup>1</sup>; IANNIRUBERTO M.<sup>2</sup>; BASTOS, A.<sup>2</sup>; CETTO, P.<sup>2</sup>; CORDEIRO, G.<sup>1</sup>; SILVA, I.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade de Brasília (Felipe Moreira Szczpanski, felipeszczpanski@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo



#### INTRODUÇÃO

A plataforma continental brasileira apresenta uma das suas maiores extensões na região do Arquipélago de Abrolhos, onde a quebra ocorre em profundidades entre 80 e 90 metros (Bastos et al., 2015). A Plataforma Continental de Abrolhos (PCA) se estende desde o paralelo 17°S até 20°S e apresenta largura máxima de 246 km. Durante a última regressão marinha, associada com o último máximo glacial (UMG) que ocorreu há cerca de 18 mil anos, o nível do mar encontrava-se cerca de 120-130 metros abaixo do atual, o que determinou exposição subaérea da PCA. O substrato de Abrolhos, data do Cretáceo Superior e a atual morfologia é sucessão de um complexo vulcânico subjacente.

No âmbito da PCA, se encontra a chamada depressão de Abrolhos, localizada na região sul, com distribuição sedimentar predominantemente clástica e contornada por estruturas coralíneas e rodólitos. A depressão de Abrolhos consistiu em um ambiente lagunar no início do Holoceno e, através do Canal Besnard, escoava parte da sedimentação terrígena da PCA para o talude continental em épocas de níveis de mar baixo (Vicalvi et al. 1978). A área de estudo foi restrita a depressão de Abrolhos.

A Plataforma de Abrolhos apresenta em sua formação, o maior e mais importante complexo recifal do Atlântico Sul, bem como o maior banco de Rodólitos do mundo.

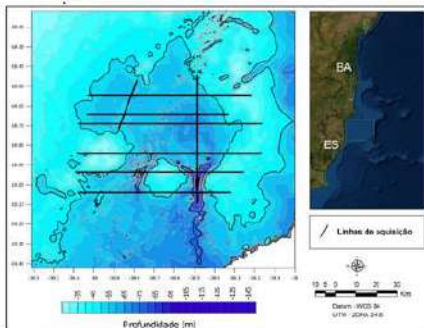


Figura 1. Batimetria da plataforma continental e linhas de navegação da perfuração sísmica

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O investigação sísmica teve duração de 10 dias, resultando em aproximadamente 535 km de aquisição distribuídos em 59 perfis sísmicos, dispostos transversalmente e longitudinalmente aos bancos e aos eixos dos vales do Canal Besnard, assim como em setores mais internos da Depressão de Abrolhos. A aquisição sísmica foi realizada empregando perfilar do tipo sparker da Geo-Marine Survey Systems (Geo-Spark 1000+) com potência de disparo de 600 Joules, com intervalo de disparos de 1000 milissegundos, largura do pulso de 60 milissegundos e a frequência de amostragem de 15000 Hz. A aquisição, processamento e interpretação dos dados sísmicos foi realizado através da suite software GeoSuite AllWorks do mesmo fabricante. A interpretação dos perfis sísmicos consistiu no mapeamento dos principais refletores sísmicos, visando o reconhecimento e caracterização dos elementos arquitetais e fácies das unidades sísmicas.

#### RESULTADOS

Baseado nos resultados das pesquisas conduzidas por Bastos et al. (2013; 2016) e D'Agostini et al. (2017), que realizaram levantamentos sísmicos anteriores na região da PCA, os perfis sísmicos revelaram a ocorrência de 4 seqüências principais (S1, S2, S3 e S4), definidas a partir de fácies sísmicas presentes na região e na configuração de refletores. Foram definidas as superfícies erosivas associadas a eventos regressão e transgressão marinha (S1 possivelmente superfície de transgressão máxima, S2 referente ao Último Máximo Glacial - estágio MIS2, e outras discordâncias mais profundas, possivelmente correlacionadas a eventos de glaciação anteriores, S3 - MIS 6, S4 - MIS 8).

A figura 2 representa um trecho do perfil DEP07, a linha principal, sentido N-S, paralela ao braço leste do canal Besnard, em que foram reconhecidas as 4 superfícies, S1, S2, S3 e S4. É possível observar uma região de maior espessura dos depósitos holocênicos em S2 e uma feição superficial proeminente encontrada na margem do canal ao sul da linha à margem do bifurcação do braço leste de Besnard.

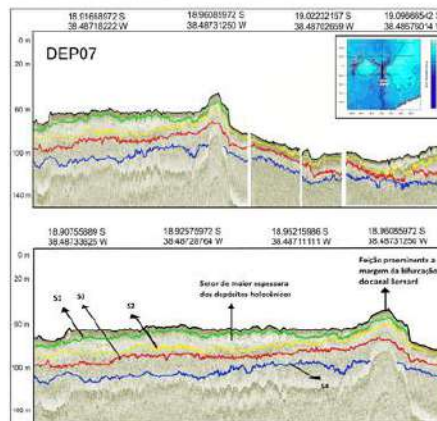
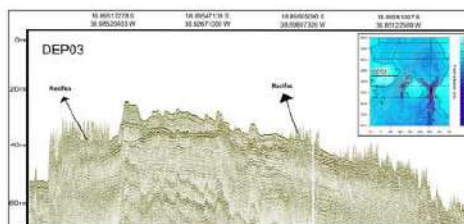


Figura 2. Trecho do perfil DEP07 (acima) e detalhe da primeira metade (abaixo) mostrando longitudinalmente o preenchimento de canal do braço leste do Canal Besnard, um setor de maior espessura dos depósitos holocênicos e uma feição proeminente em região marginal situada à norte da calha principal.

Os trechos das linhas DEP02 e DEP03 (figuras 3 e 4), apresentam os bancos oeste e central de Abrolhos, os quais destacam-se pela complexidade da topografia e presença de estruturas recifais, associadas a dispersão do sinal acústico e baixa penetração em subsuperfície.



A figura 3. Trecho da linha DEP03 ilustrando o banco oeste e regiões recifais.

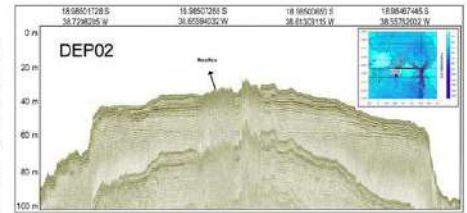


Figura 4. Trecho da linha DEP02 mostrando o banco central, localizado entre os braços leste e oeste do Canal Besnard e recifes presentes

A figura 5 apresenta uma seção sísmica da DEP03, ilustrando trecho do braço oeste de Besnard, o qual apresenta maturidade menor que a do braço leste. A seção ilustra o preenchimento de canal à partir de sedimentos holocênicos sobrepostos por depósitos progradantes pós UMG, de acordo com faces transgressivas, com possível presença de carbonatos na parte superior. O domínio sedimentar destes depósitos provavelmente é influenciado por sedimentações terrígenas e carbonáticas (D'Agostini, 2017).



Figura 5. Trecho do perfil DEP03 evidenciado o depósito de sedimentos pós último máximo glacial

#### CONCLUSÕES

O presente trabalho investigou a geometria dos depósitos sedimentares Holocênicos visando contribuir com o reconhecimento dos estágios de evolução paleo-geográfica da PCA, desde o primeiro estágio de incursão marinha até a fase atual, a partir do dado processado de perfuração sísmica. Na interpretação sísmica foi abordada a sedimentação característica da Plataforma de Abrolhos, relacionada ao UMG, e as respectivas feições geomorfológicas. Os dados sísmicos ajudam a complementar os resultados encontrados por Bastos et al. (2013; 2016), D'Agostini (2017) sobre os estudos da PCA.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao convênio CAPES/IODP Brasil pelo financiamento do projeto "Reconstrução Paleocológica e Paleoclimática da Plataforma Continental de Abrolhos" coordenado pelo Professor Alex Cardoso Bastos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bastos, A. C., Amado-Filho, G. M., Moura, R. L., Sampaio, F. M., Bassi, D., & Braga, J. C. (2016). Origin and sedimentary evolution of sinkholes (buracas) in the Abrolhos continental shelf, Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 462, 101-111.
- Bastos, A. C., Moura, R. L., Amado-Filho, G. M., D'Agostini, D. P., Secchin, N. A., Francini-Filho, R. B., & Thompson, F. L. (2013). Buracas: novel and unusual sinkhole-like features in the Abrolhos Bank. *Continental Shelf Research*, 70, 118-125.
- D'Agostini, D. P. 2017. A Plataforma Continental de Abrolhos: contexto paleoambiental, sísmoestratigrafia e domínios sedimentares. Dissertação de mestrado Programa de pós-graduação em oceanografia ambiental da Universidade do Espírito Santo, UFES. 139 p.
- Vicalvi, M. A., Costa, M. P. A., Kowsmann, R. O. (1978). Depressão de Abrolhos: uma paleolaguna holocênica na plataforma continental leste brasileira. *Bolm Téc. Petrobrás*, v. 21, p. 279-286, 1978.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PRESENÇA DE ARENITOS DE PRAIA NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO RIO GRANDE DO SUL

CORRÊA, I.C.S., WESCHENFELDER, J., SANTOS-FICHER, C.B., NUNES, J.C.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Iran Carlos Stalliviere Corrêa, [iran.correa@ufrgs.br](mailto:iran.correa@ufrgs.br))

A plataforma continental do RGS apresenta três alinhamentos de arenitos de praia (parcéis), distribuídos desde o Chuí até Torres. Para o levantamento destes parcéis foi utilizada a carte de bordo da DHN, perfis sísmicos obtidos em várias operações e através de mergulho. Foi utilizado um GPS de precisão para a localização dos arenitos de praia aflorantes na área de estudo. A profundidade foi obtida a partir da carta de bordo e nos locais de mergulho, através de um aneroide de pulso. O primeiro parcel, localizado mais ao sul, é constituído de dois blocos, Hermenegildo Sul e Hermenegildo Norte, distantes da linha de costa de 0,70km e 14km e com seus topos nas profundidades de  $\pm 9\text{m}$  e  $\pm 13\text{m}$ . Segue a este o parcel Fronteira Aberta, distante de 19km da linha de costa e com se topo na profundidade de  $\pm 13\text{m}$ . O próximo parcel é formado por dois blocos, denominados Albardão Sul e Albardão Norte com seus topos localizados nas profundidades de  $\pm 7\text{m}$  e  $\pm 8\text{m}$  e a  $\pm 23\text{km}$  e  $\pm 12\text{km}$  da linha de costa. Esse é seguido do parcel Capela que se encontra na profundidade de  $\pm 7\text{m}$  e a 0,50km da linha de costa. O quinto parcel, denominado Minuano, apresenta-se dividido em Sul e Norte, com seus topos nas profundidades de  $\pm 19\text{m}$  e  $\pm 17\text{m}$  e a 26km e 35km da linha de costa. O próximo parcel, denominado Carpinteiro, encontra-se na altura de Rio Grande a 30km da linha de costa e encontra-se dividido em setor Sul e Norte. O setor Sul com seu topo na profundidade de  $\pm 14\text{m}$  enquanto o setor Norte apresenta seu topo na profundidade de  $\pm 15\text{m}$ . Na sequência temos o parcel, Barra Falsa, dividido em Sul e Norte. Estes apresentam topos entre  $\pm 13\text{m}$  e  $\pm 15\text{m}$  de profundidade e encontram-se a uma distância de 15km e 20km da linha de costa. O oitavo parcel, denominado Mostardas, apresenta-se também dividido em dois setores, Sul e Norte. O setor Sul apresenta seu topo a  $\pm 15\text{m}$  enquanto o setor Norte encontra-se a  $\pm 13\text{m}$  de profundidade. O parcel Sul localiza-se a 0,50km enquanto o de Norte está a 1km da linha de costa. O parcel seguinte, denominado de Solidão tem seu topo a  $\pm 21\text{m}$  de profundidade, estando afastado da linha de costa de 1,5km. O décimo parcel, denominado Capão da Canoa, é dividido em Sul e Norte com o do setor Sul apresentando seu topo a  $\pm 25\text{m}$  enquanto o do setor Norte tem seu topo a  $\pm 27\text{m}$  de profundidade, estando estes afastados de 2,6km e 2,4km da linha de costa. O último parcel, denominado Torres também se divide em Sul e Norte. O setor Sul apresenta seu topo a  $\pm 24\text{m}$  enquanto o setor Norte apresenta seu topo a  $\pm 20\text{m}$  de profundidade. O parcel Sul encontra-se a 1,3km e o de norte a 1,8km da linha de costa. De um modo geral pode-se dizer que a plataforma continental interna do RGS apresenta três alinhamentos de arenitos de praia: a primeira localizada no intervalo entre 7-10 m, a segunda, entre 13-19m e a última entre 20-30m, corroborando com os terraços descritos por vários autores. Segundo a curva de variação do nível do mar, os parcéis que se encontra na profundidade entre 7-10m apresenta uma idade de  $\pm 7.100$  anos AP, os do intervalo de 13-19m apresentam uma idade  $\pm 7.500$  anos AP enquanto que os parcéis que se encontram na profundidade entre 20-30m apresentam uma idade de  $\pm 8.000$  anos AP.

Palavras-chave: Arenito de praia, Beachrock, Plataforma Continental.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### PRESENÇA DE ARENITOS DE PRAIA NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO RIO GRANDE DO SUL

CORRÊA, I.C.S.<sup>1</sup>, WESCHENFELDER, J.<sup>1</sup>, SANTOS-FICHER, C.B.<sup>1</sup>, NUNES, J.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Instituto de Geociências, UFRGS

(Iran Carlos Stalliviere Corrêa, iran.correa@ufrgs.br)



#### INTRODUÇÃO

Arenitos de praia, denominados também de parcéis ou *beachrocks*, são depósitos sedimentares, formados nas regiões costeiras, cimentados por carbonato de cálcio e com formas alongadas e estreitas. Ocorrem principalmente em regiões tropicais a subtropicais, entre as latitudes de 35° N a 35° S. Estes depósitos são encontrados atualmente, em posições emersas ou submersas e apresentam uma grande importância no estudo de sua composição e localização devido estes contribuir na caracterização de um antigo nível de estabilização do mar. Com base neste interesse foi efetuado o mapeado de localização dos arenitos de praia submersos na plataforma continental do Rio Grande do Sul.

#### METODOLOGIA

Para o estudo da localização dos depósitos de arenitos de praia em águas rasas e sua caracterização foram levantadas e analisadas informações pré-existentis de dados batimétricos, sonográficos e sísmicos, bem como de amostras superficiais. Utilizou-se, também, fotografias de fundo e registros de mergulhadores e pescadores.



Parcel de Torres - Foto: Clécio Mayrink



Parcel do Carpinteiro - Foto Lauro Calliari



Localização dos Arenitos de Praia na Plataforma Interna do Rio Grande do Sul

#### CLASSIFICAÇÃO DOS PARCÉIS

Segundo a literatura, vários autores embasados na dinâmica costeira atual, dividem os parcéis em: a) **Parcéis ativos**, os quais compreendem as feições submetidas diretamente à ação das ondas incidentes, situadas na porção superior da ante praia. Apresenta substrato e/ou alta dinâmica sedimentar impedindo a fixação de organismos devido à intensa abrasão. Estes localizam-se, geralmente, entre as isobatas dos 7 a 10 m, neles se enquadram os Arenitos de Praia do Hermenegildo Sul, do Albardão Sul, do Albardão Norte e do Capela; b) **Parcéis intermediários**, situados numa zona transicional na porção inferior da ante praia, onde grandes ondas de tempestades sazonais atuam sobre o fundo. A baixa dinâmica favorece a colonização do substrato por uma fauna típica de substrato rochoso. Podem ser encontrados nas isobatas entre 13 e 19 m, nos quais se enquadram os Arenitos de Praia do Hermenegildo Norte, do Fronteira Aberta, do Minuano Sul, do Minuano Norte, do Carpinteiro Sul, do Carpinteiro Norte, da Barra Falsa Sul, da Barra Falsa Norte, de Mostardas Sul e de Mostardas Norte; e nas isobatas de 20-30 m, onde se enquadram os parcéis da Solidão, de Capão da Canoa Sul, Capão da Canoa Norte, de Torres Sul e de Torres Norte; c) **Parcéis passivos**, correspondentes as feições reliquias que foram retrabalhadas durante a última transgressão e que não são retrabalhadas atualmente. Localizam-se a partir do final da zona de transição até a profundidade dos 120 m. Estes não são descritos nesse trabalho.

Parcela	Prof. (m)	Coordenadas
Parcela de Hermenegildo Sul	8	51°32'W 31°52'S
Parcela de Hermenegildo Norte	13	51°32'W 31°52'S
Parcela de Mostardas	13	52°24'W 31°51'S
Parcela de Albardão Sul	8	51°32'W 31°52'S
Parcela de Albardão Norte	8	51°32'W 31°52'S
Barra Falsa	7	51°32'W 31°52'S
Parcela de Torres Sul	10	51°32'W 31°52'S
Parcela de Torres Norte	17	51°32'W 31°52'S
Parcela de Carpinteiro Sul	19	51°32'W 31°52'S
Parcela de Carpinteiro Norte	13	51°32'W 31°52'S
Parcela de Barra Falsa Sul	13	51°32'W 31°52'S
Parcela de Barra Falsa Norte	13	51°32'W 31°52'S
Parcela de Fronteira Sul	13	51°32'W 31°52'S
Parcela de Fronteira Norte	13	51°32'W 31°52'S
Parcela de Solidão	31	51°32'W 31°52'S
Parcela de Capão da Canoa Sul	25	49°42'W 31°52'S
Parcela de Capão da Canoa Norte	27	49°42'W 31°52'S
Parcela de Torres Sul	24	49°32'W 31°52'S
Parcela de Torres Norte	28	49°32'W 31°52'S



Parcel Capão da Canoa - Foto Iran Corrêa



Parcel Capão da Canoa - Foto Iran Corrêa



Parcel Minuano - Foto Iran Corrêa



Parcel do Carpinteiro - Foto Iran Corrêa

#### CONCLUSÕES

A partir dos dados levantados no presente trabalho, foram demarcados onze parcéis sobre a plataforma interna do Rio Grande do Sul, muitos desses apresentam-se bifurcados ou como blocos isolados, variando entre algumas centenas de metros até 2 km de comprimento enquanto sua largura varia em torno de 200 a 400 m. Sua espessura média varia entre 0,50 a 1,50 m. De um modo geral pode-se dizer que a plataforma continental interna do RGS apresenta três linhas de arenitos de praia, a primeira no intervalo entre 7-10 m, a segunda de 13-19 m e a terceira entre 20-30 m, corroborando com os terraços descritos por Corrêa (1986 e 1996). Segundo a curva de variação do nível do mar, proposta por Corrêa (1990), os parcéis que se encontram nas profundidades entre 7-10 m apresentam uma idade de  $\pm 7.100$  anos AP, os que se encontram no intervalo de 13-19 m apresentam uma idade  $\pm 7.500$  anos AP enquanto que os parcéis que se encontram na profundidade entre 20-30 m apresentam uma idade de  $\pm 8.000$  anos AP.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores exprimam seus agradecimentos ao CNPQ (Proc nº 302600/2017-8), ao Diretor do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica/CECO/UFRGS, pelas facilidades e apoios sempre dispensados na realização deste trabalho. Este trabalho se acha integrado ao Programa de Geologia e Geofísica Marinha-PGGM.

#### BIBLIOGRAFIA

- Corrêa, I.C.S. 1988. Evidences of sea level fluctuation in the Rio Grande do Sul continental shelf-Brazil. In: QUATERNARY OF SOUTH AMERICA AND ANTARCTIC PENINSULA, Holanda, 4: 237-247.
- Corrêa, I.C.S. 1990. Analyse morphostructurale et evolution paleogeographique de la plate-forme continentale Atlantique sud-brésilienne (Rio Grande do Sul-Brazil) Bordeaux. Thèse de Doctorat, N°477. Université de Bordeaux I, Talence-France, 314p.
- Corrêa, I.C.S. 1996. Les variations du niveau de la mer durant les derniers 17.500 ans BP: l'exemple de la plate-forme continentale du Rio Grande do Sul-Brazil. Marine Geology, Amsterdam-Hoanca, 130(1/2): 163-178.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RECONHECIMENTO HIDROACÚSTICO DA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA: ÁREA DELTA DO RIO PARNAÍBA (PI-MA)

SANTOS, S.A.; VITAL, H.; FERREIRA, A.L.; AQUINO DA SILVA, A.G.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Sarah Alves dos Santos,  
[sarahhh.official@gmail.com](mailto:sarahhh.official@gmail.com))

O presente trabalho foi realizado na área da margem equatorial brasileira: Delta do rio Parnaíba (PI-MA), entre os municípios de Tutóia e Luís Correia e teve como objetivo principal o reconhecimento hidroacústico desta região através do uso do sonar de varredura lateral e da sísmica rasa. Foram adquiridos, no âmbito do Instituto Nacional em Ciência e Tecnologia em Ambientes Marinhos Tropicais (INCT AmbTropic) e Projeto CSF-PVE-S Evolução Holocênica e dinâmica atual do delta do Parnaíba, um total de 49 linhas sonográficas e 87 linhas sísmicas, abrangendo uma área total de 24 km<sup>2</sup>, utilizando embarcação de pequeno porte. O sonar de varredura lateral, assim como a sísmica rasa são métodos geofísicos acústicos que possibilitam a investigação do fundo marinho. Em laboratório, o processamento do dado sonográfico incluiu a utilização de filtros para a eliminação dos ruídos, que influenciaram diretamente para a baixa resolução e baixa qualidade dos dados. Os filtros utilizados foram, AGC, Nadir e o TVG. O processamento da sísmica rasa foi realizado seguindo um fluxograma instituído para o dado em questão, a partir das informações contidas na bibliografia, e incluiu a leitura do dado, a realização das correções geométricas, análise espectral, a aplicação de ganhos e filtros, deconvolução e pôr fim a interpretação dos dados sísmicos. Os resultados obtidos a partir do processamento e integração dos dados hidroacústicos permitiram a identificação e dimensionamento de diferentes feições presentes no fundo marinho, tais como dunas submersas (larguras variando entre 7 a 15 m e alturas entre 0.10 a 1.2 m), canais (com larguras variando entre 64 a 77 m), marcas de ondas, afloramentos rochosos e cortinas de gás. Este estudo contribui para o melhor entendimento da evolução de um delta natural em resposta às mudanças climáticas e à subida do nível do mar.

Palavras-chave: Sonografia. Sísmica rasa. Processamento. Interpretação.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### OCEANOGRAFIA SÍSMICA E PROCESSAMENTO HIDROACÚSTICO COM BASE EM DADOS SÍSMICOS CONVENCIONAIS: DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO PARA A DETERMINAÇÃO DE TERMOHALINAS

LEAL FILHO, J.R.; MEIRELES, R.P.; SILVA, M. G.

Universidade Federal da Bahia (Ricardo Piazza Meireles, [logufba@gmail.com](mailto:logufba@gmail.com))

As estruturas termohalinas são estruturas que se diferenciam pelo contraste de salinidade e temperatura, devido a essa diferenciação, temos como implicação a alteração da impedância acústica ao passar por cada estrutura, o que provoca assim uma alteração da resposta sísmica ao atravessar pelos meios, causando por exemplo o fenômeno de reflexão, o qual é o objeto de estudo. Durante o processamento sísmico para a indústria do petróleo todo dado sísmico correspondente a coluna d'água é descartado o que equivale a aproximadamente 25% do dado total. O processamento sísmico para obtenção das estruturas termohalinas se diferencia do processamento convencional devido as características dos refletores sísmicos já que as diferenças de impedância acústica possuem valores diferentes da sísmica convencional o que torna o processo mais cauteloso para se conservar o sinal sísmico. Esse trabalho tem por objetivo imagear as estruturas termohalinas a partir de dados sísmicos exploratórios e definir uma metodologia eficaz para esse mapeamento. A metodologia utilizada será baseada no processamento sísmico convencional, porém fazendo sempre uma análise e considerações, podendo gerar uma modificação da mesma, para que não ocorra um falseamento ou grande perda do sinal original, Como por exemplo a utilização da decomposição em valores singulares para remoção da onda direta, já que refletores estão próximos a onda direta. Durante o processamento, realizado com o software Seismic Unix, foi necessário realizar modificações no processamento, principalmente na escolha de um ganho correto, já que o ganho automático estava reforçando os refletores abaixo do assoalho oceânico e o ganho exponencial não estava funcionando apesar de ser o utilizado pela literatura brasileira, sendo necessário a correção da divergência esférica para obter um melhor resultado após o empilhamento da seção de ponto mínimo comum. O processamento para obtenção de reflexões na coluna d'água foi eficaz e foi possível observar diferenciações termohalinas após o empilhamento, como por exemplo: onda interna, termoclina e camada de mistura superficial, porém ainda é necessário que ocorra uma verificação mais precisa das estruturas encontradas e se otimize o processamento para imagear melhor as estruturas principalmente as mais profundas.

Palavras-Chave: Oceanografia. Sísmica. Termohalina. Estruturas.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EXUMAÇÃO DA MARGEM NORDESTE DO RIO GRANDE DO SUL A PARTIR DE DADOS DE REFLETÂNCIA DA VITRINITA E TRAÇOS DE FISSÃO EM AMOSTRAS PERMIANAS DA BACIA DO PARANÁ

BICCA, M.M.<sup>1</sup>; KALKREUTH, W.D.<sup>1</sup>; SILVA, T.F.<sup>1</sup>; ENGELMANN DE OLIVEIRA, C.H.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Marcos Müller Bicca, [marcos.mb83@gmail.com](mailto:marcos.mb83@gmail.com));  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>2</sup>

Os sedimentos Quaternários da planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul (RS) cobrem parcialmente unidades da Bacia do Paraná (BP), de idade deposicional entre o Carbonífero e o Cretácico, no RS. A Formação Rio Bonito (Permiano) possui riquezas expressivas na forma de camadas de carvão com amplas ocorrências na planície costeira, desde o município de Osório no RS até o sul do Estado de Santa Catarina (SC), em profundidades que variam entre 100 e 1000m. Esta variação das profundidades é condicionada por processos tectônicos pós-deposicionais. Neste trabalho foi realizada a compilação de 108 dados de refletância da vitrinita (RV) determinados para as camadas de carvão amostradas de 3 testemunhos de sondagem realizadas nos municípios de Santa Teresinha, Chico-Lomã e Morungava. Além disso, 4 amostras de arenitos foram coletadas nos testemunhos de Chico-Lomã e Morungava para separação de apatitas e aplicação da técnica de traços de fissão (TF) para determinar a história térmica das amostras. Estes dados foram utilizados para estabelecer parâmetros fundamentais (paleotemperaturas e tempo de aquecimento) para a reconstrução da história deposicional e térmica da BP nas regiões estudadas. Além disso, foi assumindo um gradiente geotérmico fixo e contínuo de 27°C/km (atual), e em um segundo modelo foi assumida uma mudança regional para 40°C/km durante a fase magmática. As seções geológicas da BP não estão completas nos testemunhos analisados, por isso foi necessário completar o perfil litológico com dados de furos adjacentes ou afloramentos. Os carvões apresentam valores de  $R_r$  complexos, sendo os mais baixos entre 0,6 e 0,8% em média. Valores de refletância entre  $R_r$  1,0-5,0% são encontrados nas proximidades de intrusões de diabásio, indicando zonas de maior geração de gás natural a partir do carvão. As reconstruções da história deposicional da BP forneceram resultados compatíveis com as menores refletâncias determinadas nas amostras, com variações desprezíveis entre os dados medidos e calculados ( $\leq R_r$  0,05%). Adicionalmente, os dados de TF indicam que a máxima temperatura atingida nas amostras ocorreu em 133 Ma, alcançando entre 90 e 110°C, sem a influência de fluxo térmico magmático. As camadas de carvão teriam permanecido soterradas por um período entre 50 e 80 Ma. Estes dados aplicados aos modelos deposicionais indicam a geração de refletâncias entre  $R_r$  0,6 a 0,8%. Estes dados permitem estimar que cerca de 1500 a 1800m de rochas vulcânicas e sedimentares teriam sido removidas da bacia por erosão, esculpindo a região costeira do RS. Em segundo lugar, demonstra a importância das intrusões de diabásio para o desenvolvimento de áreas com maior potencial gerador de gás natural a partir do carvão, elevando os valores de refletância  $\geq R_r$  1,0. Entretanto, a preservação do gás dentro das camadas de carvão requer o seu confinamento por uma sequência deposicional de ao menos 300 m de espessura. Isso explica porque as camadas de carvão de SC, que ocorrem em profundidades rasas ( $\leq 100$ m) não apresentam volumes consideráveis de gás acumulados apesar de possuírem RV entre 0,8 e 1,0% em média.

Palavras-chave: Planície costeira. Bacia do Paraná. História deposicional. Exumação.

### EXUMAÇÃO DA MARGEM NORDESTE DO RIO GRANDE DO SUL A PARTIR DE DADOS DE REFLETÂNCIA DA VITRINITA E TRAÇOS DE FISSÃO EM AMOSTRAS PERMIANAS DA BACIA DO PARANÁ

BICCA, M.M.<sup>1,\*</sup>; KALKREUTH, W.D.<sup>1</sup>; SILVA, T.F.<sup>1</sup>; ENGELMANN DE OLIVEIRA, C.H.<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, Rio Grande do Sul, Brasil.

\*Marcos Müller Bicca, marcos.mb83@gmail.com



#### INTRODUÇÃO

Os sedimentos Quaternários da planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul (RS) cobrem parcialmente unidades da Bacia do Paraná (BP), de idade deposicional entre o Carbonífero e o Cretáceo, no RS (Fig. 1). A Formação Rio Bonito (Permiano) possui camadas de carvão com amplas ocorrências na planície costeira, desde o município de Osório no RS até o sul do Estado de Santa Catarina (SC), em profundidades que variam entre 100 e 1000m.

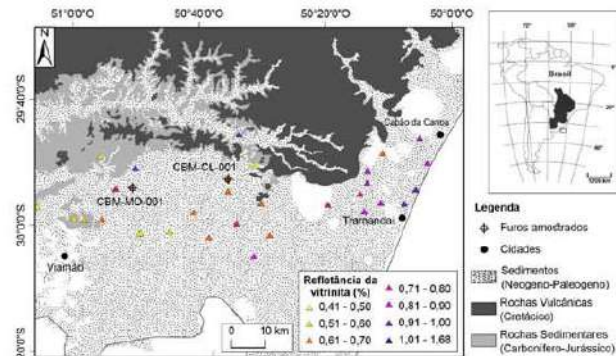


Figura 1. Mapa regional da área de estudo apresentando as variações nas refletâncias da vitrinita em amostras de poços (Kalkreuth et al., 2006; Levandowski, 2013) e a localização dos testemunhos amostrados (Morungava e Chico-Lomã).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi realizada a compilação de 108 dados de refletância da vitrinita (RV) determinados para as camadas de carvão amostradas de 3 testemunhos de sondagem realizadas nos municípios de Santa Teresinha, Chico-Lomã e Morungava. Além disso, 4 amostras de arenitos foram coletadas nos testemunhos de Chico-Lomã e Morungava (Fig. 2) para aplicação da técnica de traços de fissão (TF) em apatitas para determinar a história térmica das amostras. Estes dados foram utilizados para a reconstrução da história deposicional e térmica dos perfis estudados. Foi assumido um gradiente geotérmico fixo e contínuo de 27,5°C/km (atual), e em um segundo modelo foi assumida uma mudança regional para 40°C/km durante a fase magmática.

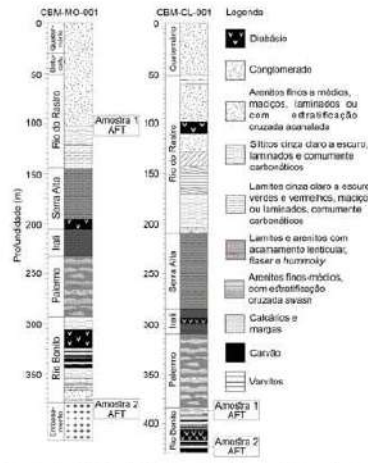


Figura 2. Perfis litológicos dos furos de sondagem amostrados para análise de TF em apatitas.

#### RESULTADOS

Os carvões apresentam valores de RV entre 0,6 e 0,8% em média, porém valores entre 1,0-5,0% são encontrados nas proximidades de intrusões de diabásio, indicando zonas com maior potencial para a geração de gás natural a partir do carvão. As reconstruções da história deposicional da BP forneceram resultados compatíveis com as menores refletâncias determinadas nas amostras, com variações desprezíveis entre os dados medidos e calculados ( $\leq Rr$  0,05%). Adicionalmente, os dados de TF indicam que a máxima temperatura atingida nas amostras ocorreu em 133 Ma, alcançando entre 90 e 110°C, sem a influência de fluxo térmico magmático (Fig. 4A, 4B, 4C e 4D). As camadas de carvão teriam permanecido soterradas por um período entre 50 e 80 Ma. Estes dados aplicados aos modelos deposicionais indicam a geração de refletâncias entre Rr 0,6 a 0,8% (Fig. 5A e 5B).

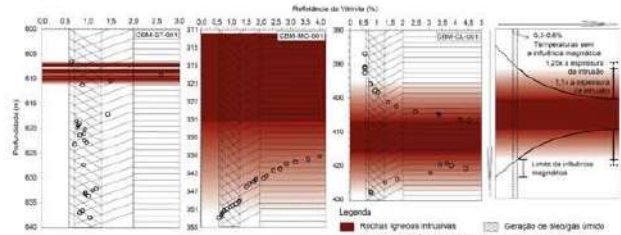


Figura 3. Perfis de carbonificação para as amostras dos furos de sondagem de Santa Teresinha Morungava (A e B) e Chico-Lomã (C e D).

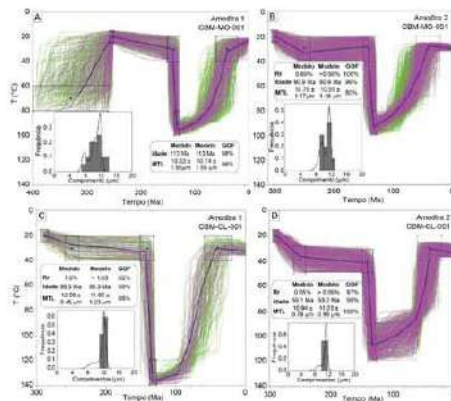


Figura 4. Histórias térmicas determinadas pelo método de traços de fissão em apatitas em 4 amostras dos testemunhos de sondagem de Morungava (A e B) e Chico-Lomã (C e D).

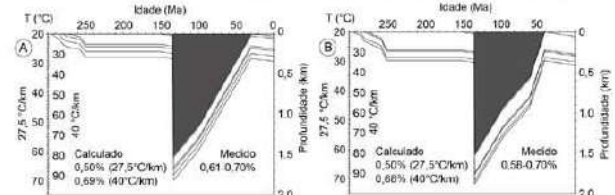


Figura 5. Prováveis histórias deposicionais para as sequências de Morungava (A e B) e Chico-Lomã (C e D).

#### CONCLUSÕES

Estes dados permitiram estimar que cerca de 1500 a 1800m de rochas vulcânicas e sedimentares teriam sido removidas da bacia por erosão, esculpindo a região costeira do RS. Em segundo lugar, demonstra a importância das intrusões de diabásio para o desenvolvimento de áreas com maior potencial gerador de gás natural a partir do carvão, elevando os valores de refletância  $\geq Rr$  1,0. Entretanto, a preservação do gás dentro das camadas de carvão requer o seu confinamento por uma sequência deposicional de ao menos 300 m de espessura. Isso explica porque as camadas de carvão de SC, que ocorrem em profundidades rasas ( $\leq 100$ m) não apresentam volumes consideráveis de gás acumulados apesar de possuírem RV entre 0,8 e 1,0% em média (Lorenzi e Kalkreuth, 2014).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gomes, A.J.L., Hamza, V.M., 2009. Gradiente e Fluxo Geotérmico da Bacia do Paraná. Eleventh International Congress of the Brazilian Geophysical Society, Conference Paper, DOI: 10.1190/sbgf2009-092.  
Kalkreuth, W. Holz, M., Kern, M., Machado, G., Mexias, A., Silva, M.B., Willett, J., Finkelman, R., Burger, H., 2006. Petrology and chemistry of Permian coals from the Paraná Basin: 1. Santa Teresinha, Leão-Butiá and Cândido Coalfields, Rio Grande do Sul, Brazil. International Journal of Coal Geology, 68:79-115.  
Levandowski, J.H. 2013. Características Petrográficas e Geoquímicas das Camadas de Carvão do Poço CEM 001 - CL - RS, Bacia do Paraná. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, pp.92.  
Lorenzi, P.D., Kalkreuth, W. 2014. O potencial de geração CBM (Coalbed Methane) na jazida Sul Catarinense: 1. Características petrográficas e químicas das camadas de carvão da Formação Rio Bonito, Permiano da Bacia do Paraná. Brazilian Journal of Geology, 44(3):471-491.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS LANDSAT 8 APLICADO AO MAPEAMENTO DE RECIFES NA BORDA DA PLATAFORMA

SILVA, L.L.N.; GOMES, M.P.; VITAL, H.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Luzia Liniane do Nascimento Silva, [luzialiniane@yahoo.com.br](mailto:luzialiniane@yahoo.com.br))

Ambientes de borda de plataforma do Rio Grande do Norte (RN) desenvolveram complexos *geohabitats* holocênicos controlados por regimes oceanográficos e sedimentares, especialmente associados com ambientes recifais. Neste trabalho foram mapeados os Recifes do Açú na plataforma externa norte do Rio Grande do Norte (entre isóbatas de 25 e 70 m), utilizando imagens Landsat 8. O processamento digital (PDI) foi consistiu de correções de radiância, atmosférica, espalhamento e remoção da luz na superfície da água (*sunlint*) e o índice de profundidade invariante. Essas técnicas compensaram a perda da reflectância nas águas mais profundas, permitindo a identificação dos corpos recifais em águas em torno de 50 m. As correções *sunlint* e de índice de profundidade invariante forneceram precisão na classificação e interpretação das imagens. O produto do PDI revelou eficácia na identificação e quantificação da distribuição espacial dos recifes na plataforma externa, comparável a resultados anteriores que se utilizaram de métodos de geofísica rasa (batimetria multifeixe e sonografia). Os Recifes cobrem uma extensão de 30 km na plataforma externa no norte do RN, apresentam-se na fora de cordões paralelos a quebra da plataforma e em mancha, com evidências de continuidade na região do estado do Ceará. Os resultados indicam que este ecótono pode representar um corredor ecológico no nordeste do Brasil.

Palavras-chave: Landsat 8. Mapeamento de recifes. Plataforma externa.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019, Porto Alegre - RS



### PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS LANDSAT 8 APLICADO AO MAPEAMENTO DE RECIFES NA BORDA DA PLATAFORMA

SILVA, L.L.N.<sup>1,4</sup>; GOMES, M.P.<sup>1,4</sup>; VITAL, H.<sup>1,4</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental<sup>1</sup>; Departamento de Geofísica<sup>2</sup>; Departamento de Geologia<sup>3</sup>; Programa de Pós-Graduação em Geocirâmica e Geofísica<sup>4</sup>



#### INTRODUÇÃO

Ambientes de borda de plataforma do Rio Grande do Norte (RN) desenvolveram complexos *geohabitats* holocênicos controlados por regimes oceanográficos e sedimentares, especialmente associados com ambientes recifais. Neste trabalho foram mapeados os Recifes do Açu na plataforma externa nordeste do Rio Grande do Norte (entre isóbatas de 25 e 70 m), utilizando imagens *Landsat 8*, além de correlações entre as evidências encontradas no Ceará e Pernambuco (Fig. 1).

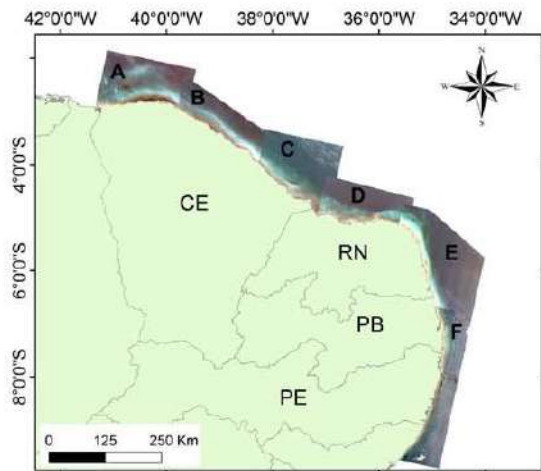


Figura 1 – Imagens *Landsat 8*, mostrando a localização da área de estudo, entre Ceará e Pernambuco.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O processamento digital (PDI) consistiu de correções de radiancia, atmosférica, espalhamento e remoção da luz na superfície da água (*sunglint*) e o índice de profundidade invariante nos programas ENVI 5.3 e ArcGIS 10.4 (Fig. 2). Essas técnicas compensaram a perda da reflectância nas águas mais profundas, permitindo a identificação dos corpos recifais em águas em torno de 50 m.

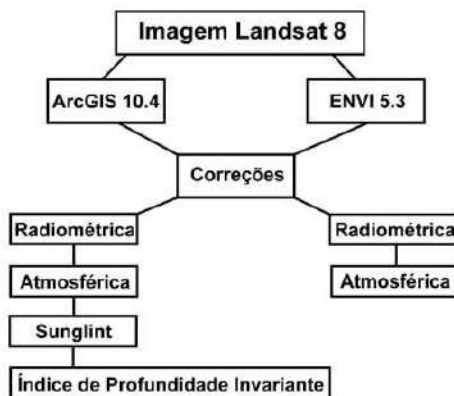


Figura 2 – Fluxograma de processamento digital aplicado às imagens *Landsat 8*.

#### RESULTADOS

As correções *sunglint* e de índice de profundidade invariante forneceram precisão na classificação e interpretação das imagens (Figs. 3, 4 e 5). O produto do PDI revelou eficácia na identificação e quantificação da distribuição espacial dos recifes na plataforma externa, comparável a resultados anteriores que se utilizaram de métodos de geofísica rasa (batimetria multifeixe e sonografia).

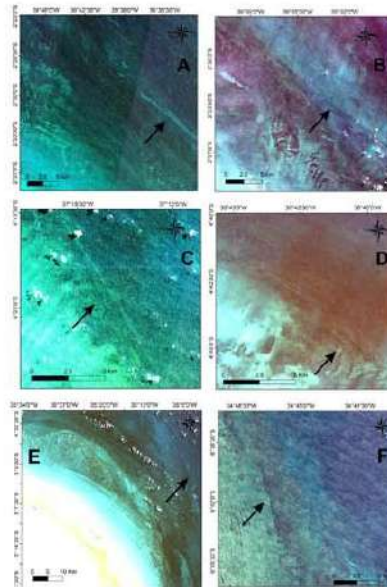
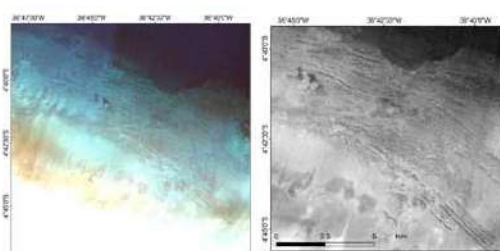


Figura 3 – Imagens *Landsat 8*, cenas 218/062, 217/062, 216/063, 215/063, 217/064 e 214/065 processadas no ENVI 5.3.



Figuras 4 e 5 – Imagem *Landsat 8*, cena 215/063 com as correções *sunglint* e índice de profundidade invariante, respectivamente, realizadas no ArcGIS 10.4.

#### CONCLUSÕES

Os Recifes cobrem uma extensão de 30 km na plataforma externa no norte do RN, apresentam-se na fora de cordões paralelos a quebra da plataforma e em mancha, com evidências de continuidade na região do estado do Ceará. Os resultados indicam que este ecótono pode representar um corredor ecológico no nordeste do Brasil.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Green, E. P., Mumby, P. J., Edwards, A. J., Clark, C. D., (Ed. A. J. Edwards), 2000. Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management. Coastal Management Sourcebook 3. UNESCO, Paris. x + 310 p.

Nascimento Silva LN, Gomes, MP, Vital, H (2018) The Açu Reef morphology, distribution, and inter reef sedimentation on the outer shelf of the NE Brazil equatorial margin. Cont Shelf Res 150: 10-22.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### A PLATAFORMA DO ATOL DAS ROCAS: GEOMORFOLOGIA, SEDIMENTOLOGIA E INDICADORES DE NÍVEL DO MAR, NE BRASIL

BOW, K<sup>1</sup>; GOMES, M.<sup>1</sup>; VITAL, H.<sup>1</sup>; SOUZA, M.C.<sup>2</sup>; ANGULO, R.J.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande Do Norte<sup>1</sup> (Khalil Bow-Ltaif Garcia, [bowkhalil@gmail.com](mailto:bowkhalil@gmail.com));  
Universidade Federal do Paraná<sup>2</sup>

Atóis tropicais são regiões oceânicas rasas de sedimentação carbonática, circundados por recifes, com uma laguna interna rasa e geralmente crescem sobre montes submarinos, abrigando uma grande biodiversidade. O Atol das Rocas localizado na porção oeste do Oceano Atlântico Sul, encontra-se alinhado aos montes submarinos da zona de fratura de Fernando de Noronha. Este trabalho apresenta a fisiografia da plataforma a profundidades entre 5 e 120 m, a distribuição de feições morfológicas (recifes, terraços, dunas), e a cobertura de sedimentos carbonáticos associados as forças hidrodinâmicas. Em outubro de 2018 foi realizado um levantamento batimétrico na plataforma do Atol das Rocas a partir de um sistema monofeixe (ODON). Os dados batimétricos foram filtrados utilizando o software HYPACK 2014 e modelado no software Petrel, gerando um modelo digital de terreno, além da confecção de mapas e perfis batimétricos. Os dados revelaram uma plataforma aplainada com profundidade em torno de 20 m e quebra da plataforma irregular em todo o entorno a profundidades entre 60 e 80 m. Foram identificadas duas feições principais: recifes e terraços. Os recifes foram mapeados e podem ser encontrados isolados ou agrupados, variando entre 1 a 5 m de altura; os terraços estão associados a borda da plataforma com uma forte expressão na profundidade de 40 m. Os recifes e terraços do Atol das Rocas foram comparados com recifes e terraços da plataforma externa norte do Rio Grande do Norte, observando-se uma conciliação entre as profundidades de ocorrência, distribuição e dimensões das feições. Esses indícios apontam, que as variações do nível do mar, embora condicionadas por sistemas sedimentares e oceanográficos locais, permitiram a formação e preservação de indicadores consistentes entre essas regiões.

Palavras-chave: Atol das Rocas. Batimetria. Recifes.

### A PLATAFORMA DO ATOL DAS ROCAS: GEOMORFOLOGIA, SEDIMENTOLOGIA E INDICADORES DE NÍVEL DO MAR, NE BRASIL

Khalil Bow Ltaif Garcia<sup>1,2,3</sup>; Moab Praxedes Gomes<sup>1,2,3</sup>; Maria Cristina de Souza<sup>4</sup>; Rodolfo José Angulo<sup>4</sup>; Helenice Vital<sup>1,2,3</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental<sup>1</sup>; Departamento de Geologia<sup>2</sup>; Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica<sup>3</sup>; Universidade Federal Do Paraná<sup>4</sup>

#### INTRODUÇÃO

Atóis tropicais são regiões oceânicas rasas de sedimentação carbonática, circundados por recifes, com uma laguna interna rasa e geralmente crescem sobre montes submarinos, abrigando uma grande biodiversidade.

O Atol das Rocas localizado na porção oeste do oceano Atlântico Sul, encontra-se alinhado aos montes submarinos da zona de fratura de Fernando de Noronha. Este trabalho apresenta a fisiografia da plataforma a profundidades entre 5 e 120m, a distribuição de feições morfológicas (recifes, terraços) e a cobertura de sedimentos carbonáticos associados às forçantes hidrodinâmicas.

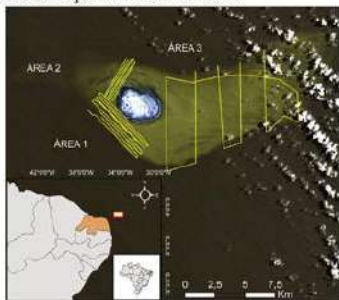


Figura 1: Processamento de imagem LANDSAT 8 com destaque na área de estudo.

#### MATERIAIS E MÉTODO

Em outubro de 2018 foi realizado um levantamento batimétrico na plataforma do Atol das Rocas a partir de um sistema monofeixe (ODON). Os dados batimétricos foram filtrados utilizando o software HYPACK 2014 e modelado no software ArcGIS, gerando um modelo digital de terreno, além da confecção de mapas e perfis batimétricos. Os dados revelaram uma plataforma aplainada com profundidade em torno de 20m e quebra da plataforma irregular em todo o entorno com profundidades entre 50 e 70m.

#### RESULTADOS

Foram identificadas duas feições principais: recifes e terraços. Os recifes foram mapeados e podem ser encontrados isolados ou agrupados, variando entre 1 a 5m de altura; os terraços estão associados a borda da plataforma com uma forte expressão em profundidades de 25 e 40m. Os recifes e terraços do Atol das Rocas foram comparados com recifes e terraços da plataforma externa norte do Rio Grande do Norte, observando-se uma conciliação entre as profundidades de ocorrência, distribuição e dimensões das feições. Esses indícios apontam que as variações do nível do mar, embora condicionadas por sistemas sedimentares e oceanográficos locais, permitam a formação e preservação de indicadores consistentes entre essas recieções.

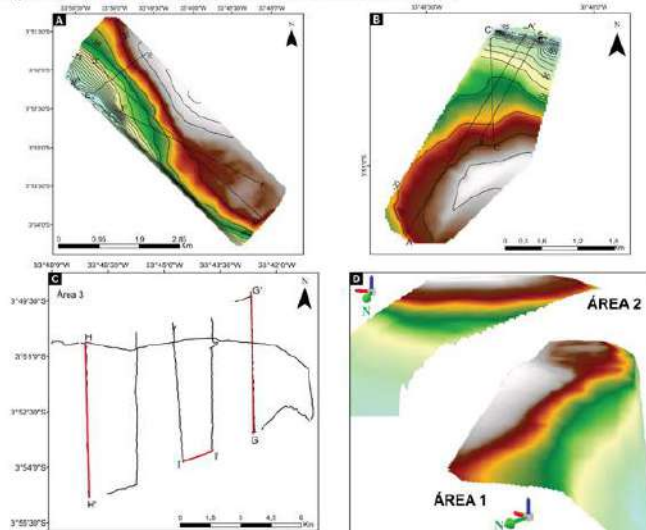


Figura 2: Em A e B temos a interpolação da Área 1 e Área 2, respectivamente, com as isolinhas e as demarcações dos perfis batimétricos. Em C temos Área 3 com o caminhamento batimétrico e sonográfico e os perfis demarcados. Em D temos o modelo digital de terreno da Área 1 e 2.

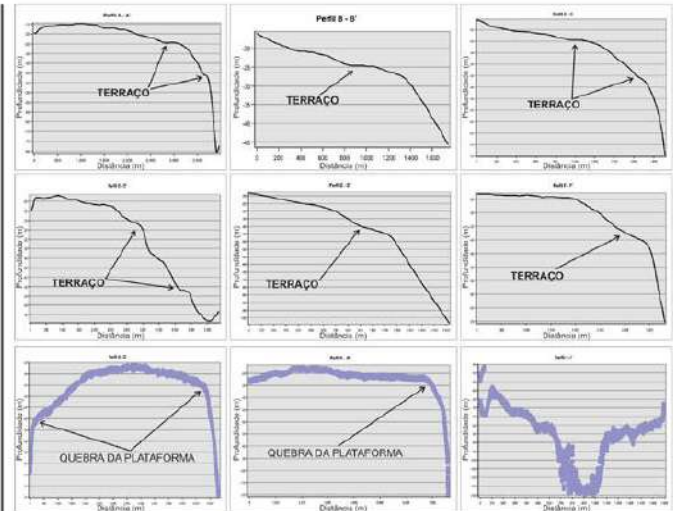


Figura 3: Perfis batimétricos gerados em ambiente ARCGIS mostrando as principais feições interpretadas na área: terraços, quebra da plataforma e morfologia da plataforma. Os perfis estão indicados na figura 2.

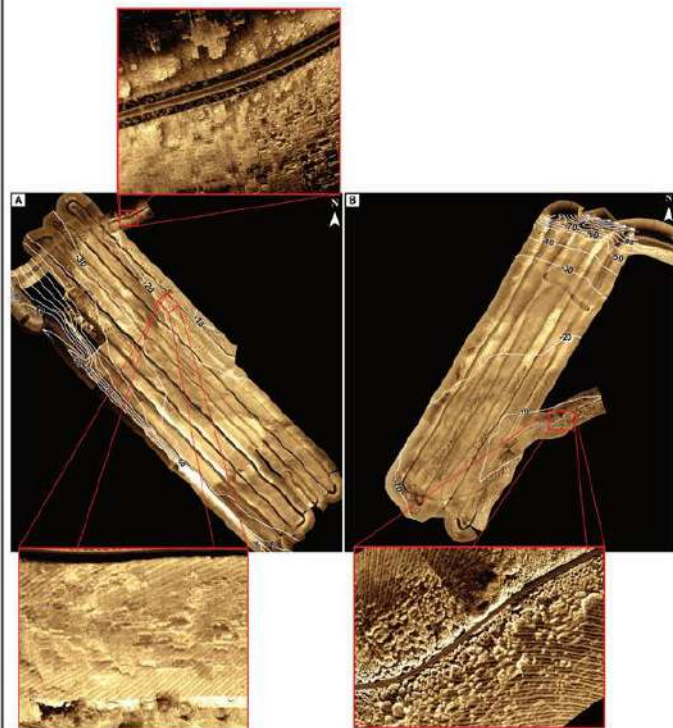


Figura 4: Em A temos o mosaico sonográfico da Área 1 com as linhas de contorno e em destaque recifes apresentando-se aplainados com uma textura lisa. Em B temos o mosaico sonográfico da Área 2 com as linhas de contorno e em destaque uma população de recifes menores que o da Área 1 e com textura rugosa.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### INFLUÊNCIA DA MARGEM EQUATORIAL DO RIO GRANDE DO NORTE NA CIRCULAÇÃO DAS CORRENTES DE CONTORNO OESTE

MARTIN, U.D.; CINTRA, M.M.; GOMES, M.P.; VITAL, H.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Úrsula Martin Damasceno, [ursula-martin@hotmail.com](mailto:ursula-martin@hotmail.com))

As correntes de contorno oeste (CCOs) afetam a circulação oceânica e o clima global e produzem impacto localizado ao longo de suas interações com as margens de baixas latitudes das bacias oceânicas. Este estudo analisa a resposta da interação entre as CCOs e a margem sul-americana, particularmente no Rio Grande do Norte (RN), com base na fisiografia da margem, medidas de correntes *in situ* e uma simulação numérica utilizando o modelo ROMS. Os dados de relevo batimétrico foram modelados em ambiente GIS e integrados à simulação das correntes utilizando rotinas em Matlab, posteriormente validados com os dados *in situ*. Os contornos da simulação hidrodinâmica regional foram alimentados por um *dowscalling* dinâmico a partir de uma simulação previa das correntes na bacia oceânica. A margem do RN fornece caminho para as CCOs ao longo da borda de suas plataformas leste e norte, que são estreitas (até 40 km da costa) e com talude de alto gradiente topográfico (1:11), separadas pelo Alto de Touros que estende a plataforma em 80 km na direção *offshore*. Os resultados apontam que a interação da Subcorrente Norte do Brasil (SNB) com o ramo central da Corrente Sul Equatorial (CSE) e com a fisiografia da margem setentrional do RN produz uma região de recirculação das correntes onde vórtices anticiclônicos e meandros se desenvolvem. Esse fenômeno é evidente nos meses de fevereiro e agosto ao norte da plataforma continental do RN. Os vórtices em águas superficiais (profundidades de 20 m) no mês de fevereiro apresentam diâmetros de aproximadamente 50 km e 20 km. E em agosto houve ocorrência de meandros com extensão aproximada de 120 km. Enquanto na profundidade de 70 m observou-se uma retroflexão da corrente nessa mesma região de recirculação. No mês de fevereiro, o fenômeno mostrou velocidades mais intensas com média de 30 cm.s<sup>-1</sup>. Em agosto, a corrente mostrou-se quase estacionária, com velocidade média inferior a 10 cm.s<sup>-1</sup>. A presença desses eventos oceânicos próximos a borda da plataforma norte do RN podem explicar as diferenças ecológicas e de sedimentação no Holoceno entre as margens leste e norte.

Palavras-chave: Talude continental. Correntes de contorno. Mórtrices. Meandros.

### INFLUÊNCIA DA MARGEM EQUATORIAL DO RIO GRANDE DO NORTE NA CIRCULAÇÃO DAS CORRENTES DE CONTORNO OESTE

Úrsula Martin Damasceno<sup>1,2,4</sup>; Moab Praxedes Gomes<sup>1,2,4</sup>; Márcio Machado Cintra<sup>1,3</sup>; Helenice Vital<sup>1,2,4</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental<sup>1</sup>; Departamento de Geologia<sup>2</sup>; Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas<sup>3</sup>; Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica<sup>4</sup>

#### INTRODUÇÃO

As Correntes de Contorno Oeste (CCOs) afetam a circulação oceânica e o clima global, e produzem impacto localizado ao longo das margens continentais com as quais elas interagem. Os estudos da dinâmica plataformar em relação às correntes marinhas, salinidade e temperatura contribuem para a compreensão do padrão de dispersão de massas d'água e possíveis vulnerabilidades ambientais. Além de permitir analisar, através da velocidade das correntes, as condições de transporte dos sedimentos e suprimento de nutrientes para os ecossistemas presentes na área. Este estudo analisa o resultado da interação entre as CCOs e a margem sul-americana, em particular no Rio Grande do Norte (RN), com base na integração de informações da fisiografia da plataforma continental, medidas de correntes *in situ*, e uma simulação numérica utilizando o modelo ROMS.

No entanto, optou-se selecionar os meses de janeiro e agosto para apresentar neste trabalho, pois correspondem aos períodos de melhor visualização do vórtice e meandro. O vórtice anticiclônico em janeiro apresentou um diâmetro aproximado de 60 km a 20 m de profundidade, e de 50km no corte horizontal em 80m de profundidade. Encuoerto o meandro, em agosto, apresentou comprimento próximo a 60km na profundidade de 20m e 50km em 80m. A ocorrência de vórtices próximo à margem continental foi associada à conservação de vorticidade potencial, que mostra relação direta entre a profundidade do leito marinho e a formação dessas feições oceanográficas.

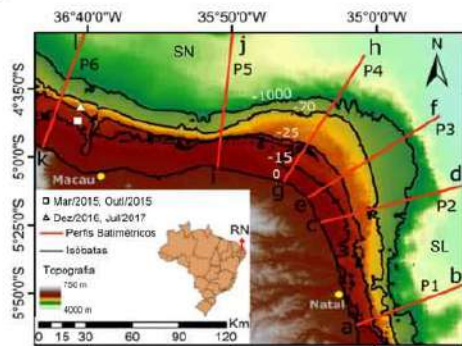


Figura 1 - Mapa da área de estudo com os perfis batimétricos (P1, P2, P3, P4, P5 e P6) e a localização dos dados de correntígrafo S4\_SL - Setor Leste, SN - Setor norte.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de relevo batimétrico foram modelados em ambiente GIS e integrados à simulação das correntes utilizando rotinas em Matlab, posteriormente validados com os dados *in situ*. Os contornos da simulação hidrodinâmica regional foram alimentados por um *downscaling* dinâmico a partir de uma simulação prévia das correntes na bacia oceânica.

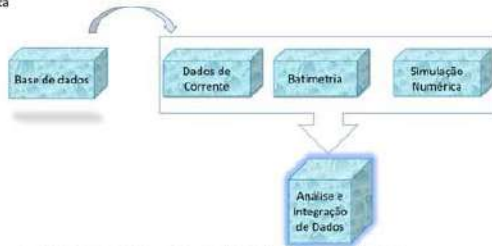


Figura 2 - Fluxograma síntese sobre metodologia aplicada no presente trabalho.

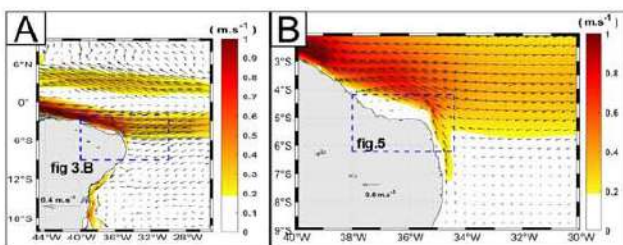


Figura 3 - Modelo de circulação atual utilizado para analisar a influência da geomorfologia na circulação regional

#### RESULTADOS

Os resultados apontam que a interação da Subcorrente Norte do Brasil (SNB) com o ramo central da Corrente Sul Equatorial (CSE) e com a fisiografia da margem setentrional do RN produz uma região de recirculação das correntes onde vórtices anticiclônicos e meandros se desenvolvem. Esse fenômeno é evidente durante todo o ano ao norte da plataforma continental do RN.

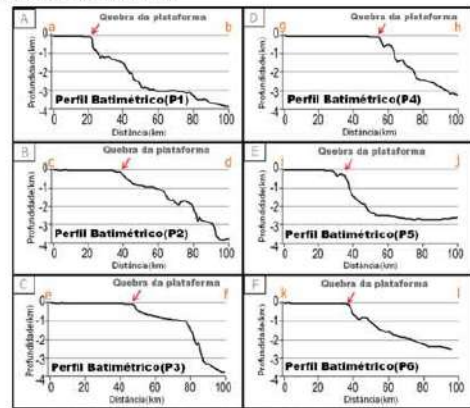


Figura 4 - Perfis Batimétricos (P1 a P6) da Margem Continental submersa.

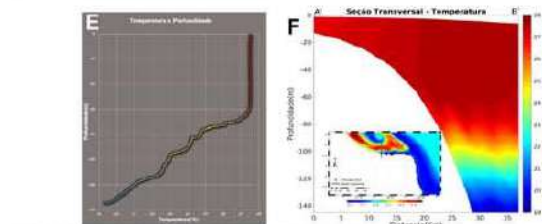
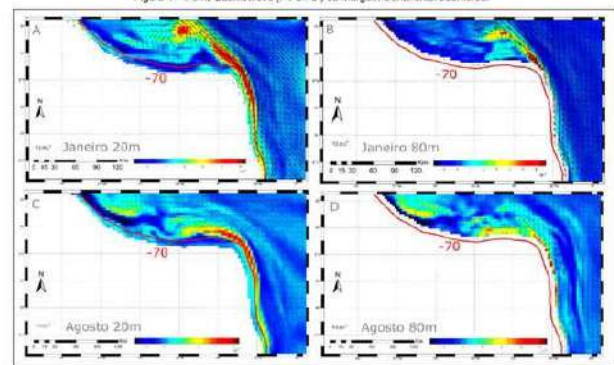


Figura 5 - (A) Corte horizontal em 20 m de profundidade mostrando o vórtice potiguar em janeiro; (B) Corte horizontal em 80m do vórtice potiguar em janeiro; (C) Corte horizontal em 20 m no mês de agosto; (D) Corte horizontal em 80m em agosto; (E) Perfil de temperatura do CTD obtido em Junho de 2018; (F) Seção transversal da temperatura na simulação numérica no mês de Junho em °C.

#### CONCLUSÕES

A integração de dados batimétricos e da simulação do modelo ROMS mostraram relação entre a geomorfologia da plataforma continental e a formação de vórtices próximos ao talude norte do RN. A presença desses eventos oceânicos próximos à borda da plataforma podem explicar as diferenças ecológicas e de sedimentação no Holoceno entre as margens leste e norte.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSREI, A.T.; SANTOS, F.A.; FRAGOSO, M.R.; CRUZ, L.N.N.; PELLEGRINI, A.C.; STECH, J.L.; LORENZETTI, J.A., 2008. Evidências de conservação de vorticidade potencial ao longo do corte S1/S5 do Brasil a partir de derivadores oceânicos. III Congresso Brasileiro de Oceanografia, Fortaleza, CE.
- KREILING, Ana Paula Maral. *The Potiguar Eddy: a subsurface anticyclone associated with the North Brazil Undercurrent at 4°S*. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- CINTRA, M. M.; LENTINI, A. D.; SERVAZ, J., et al (2015). Physical processes that drive the seasonal evolution of the Southwestern Tropical Atlantic Warm Pool. *Deep Atmos Ocean* 71:3-31. doi: 10.1016/j.dso.2015.06.001.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### TERRAÇOS, RECIFES E VALES INCISOS DA PLATAFORMA EXTERNA DO NORDESTE DO BRASIL: INDICADORES DA ÚLTIMA DEGLACIAÇÃO?

GOMES, M.P.<sup>1</sup>; VITAL, H.<sup>1</sup>; DROXLER, A.W.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1</sup> (Moab Praxedes Gomes, [gomesmp@geologia.ufrn.br](mailto:gomesmp@geologia.ufrn.br)); Rice University<sup>2</sup>

Características morfológicas presentes em plataformas continentais de baixa latitude registram flutuações passadas do nível do mar. Feições indicadoras de nível do mar foram investigadas neste estudo para reconhecer a resposta da plataforma externa do Rio Grande do Norte (RN) (NE do Brasil) a última elevação do nível do mar na deglaciação. Morfologias do fundo observadas em mapas e perfis batimétricos em duas plataformas externas, norte e leste do RN, separadas a aproximadamente 160 km, revelaram terraços, beachrocks submersos, recifes e vales incisos, que caracterizam registros regionais de flutuações do nível do mar. As plataformas externas norte e leste, são cobertas por sedimentos carbonáticos, exibem gradientes íngremes (~ 1: 200), larguras variáveis (até 13 km) e são delimitadas entre a quebra da plataforma a 75 m de profundidade e uma linha de beachrocks a 25 m. Além disso, uma escarpa íngreme é reconhecida entre 60 m e 70 m em ambas as áreas. Embora interrompidos ao oeste pelo Vale Inciso do Açú, dois terraços contínuos de 3 e 4 km de largura, nas profundidades de 50 m ( $\pm 5$  m) (T1n) e 33 m ( $\pm 3$  m) (T2n), respectivamente, estendem-se por cerca de 60 km ao longo da plataforma norte. Três terraços pouco contínuos ocorrem ao longo da plataforma leste, nos lados norte e sul do Cânion de Natal. Um primeiro terraço inferior com 6 km de largura ocorre a profundidades de ~ 54 m ( $\pm 4$  m) (T1e), o segundo terraço, 2 km de largura, a 40 m ( $\pm 2$  m) (T2e), e o terceiro terraço, em sua porção superior, com 2 km de largura, a 30 m ( $\pm 2$  m) (T3e). Recifes bioconstruídos com alturas médias de 3 m estão espalhados pelos terraços. O padrão de ocorrências e sua correlação com curvas do nível do mar locais e globais apontam que os recifes e terraços refletem impressões do nível do mar na plataforma externa durante o último intervalo deglacial, durante o MWP-1A (70-60 m), através do MWP-1B (50-40 m), e aos subseqüentes eventos de elevação do nível do mar milenar pontual (30-25 m) ocorrendo antes do evento de resfriamento de 8,2 mil anos.

Palavras-chave: Plataforma externa. Nível do mar. Terraços. Recifes. Vales incisos.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ASPECTOS TEXTURAIS DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA EXTERNA, RN

SILVA, L.L.N.; GOMES, M.P.; VITAL, H.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Luzia Liniane do Nascimento Silva, [luzialiniane@yahoo.com.br](mailto:luzialiniane@yahoo.com.br))

A plataforma continental externa norte do Rio Grande do Norte é caracterizada por sua sedimentação mista, terrígena e carbonática. Neste estudo foi aplicada análises estatísticas em 123 amostras de sedimentos superficiais coletados com uma draga do tipo Van Veen. Os parâmetros: tamanho médio dos grãos, desvio padrão, assimetria e curtose foram analisados e correlacionados as 13 fácies sedimentares identificadas para verificar as condições de deposição e de distribuição dos sedimentos na plataforma externa. De forma geral, os sedimentos apresentaram tamanho médio de areia grossa, baixo grau de seleção, assimetria positiva e curtose platicúrtica. Os sedimentos classificados como moderadamente selecionados estão associados às fácies siliciclásticas enquanto que, os pobremente selecionados às fácies carbonáticas. Além disso, verificou-se que as características predominantes de cada parâmetro estatístico foram distintas nos ambientes inter-recifal, fora dos campos recifais e no vale inciso do rio Açú. As maiores variações nos parâmetros estatísticos foram encontradas na região externa aos campos de recifes, indicando uma hidrodinâmica mais intensa, já entre os recifes e no vale inciso, foram observadas as menores variações estatísticas, que sugerem ambientes mais protegidos e de menor energia hidrodinâmica. A distribuição sedimentar da plataforma externa revela pouco transporte, baixo aporte de terrígenos e forte produção carbonática in situ, refletindo condições antecedentes de alta e baixa energia no desenvolvimento desse ambiente.

Palavras-chave: Parâmetros estatísticos. Sedimentologia. Plataforma externa.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019, Porto Alegre - RS



### ASPECTOS TEXTURAIS DOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA EXTERNA, RN

SILVA, L.L.N.<sup>1,2</sup>; GOMES, M.P.<sup>2,3</sup>; VITAL, H.<sup>1,4</sup>

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental<sup>1</sup>;  
Departamento de Geofísica<sup>2</sup>; Departamento de Geologia<sup>3</sup>; Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica<sup>4</sup>*



#### INTRODUÇÃO

A plataforma continental externa norte do Rio Grande do Norte é caracterizada por sua sedimentação mista, terrígena e carbonática. O presente estudo teve como objetivo analisar as fácies sedimentares para verificar as condições de deposição e distribuição dos sedimentos na plataforma externa, Bacia Potiguar (Fig.1). A área de estudo tem aproximadamente 600 km<sup>2</sup> e, está localizada entre os municípios de Macau e São Bento do Norte.

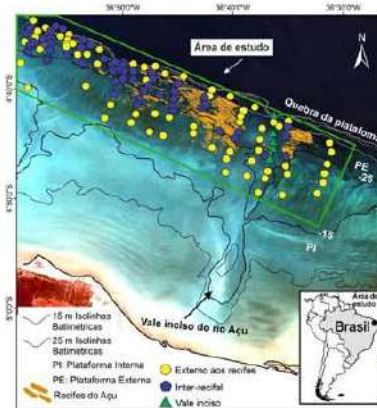


Figura 1 – Imagem Landsat 8, mostrando a Localização da área de estudo, entre Macau e São Bento do Norte, RN e a distribuição sedimentar.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo foram realizadas análises estatísticas em 123 amostras de sedimentos superficiais coletados com o amostrador *Van Veen* entre 2015 e 2016 (Fig. 2). A partir do peneiramento a seco, os parâmetros, tamanho médio dos grãos, desvio padrão, assimetria e curtose, foram analisados no programa GRADISTAT, segundo o método de Folk & Ward (1957), e correlacionados as fácies sedimentares identificadas no programa SAG, de acordo com a classificação de Vital et al. (2008) (depois de Larssonneur, 1977).



Figura 2 – Amostrador *Van Veen* utilizado na coleta de sedimentos.

#### RESULTADOS

As amostras sedimentares foram classificadas em 13 fácies distribuídas, principalmente, em areias bioclásticas, biosiliciclásticas, silicibioclásticas e cascalho bioclástico (Fig. 4). As areias bioclásticas com grânulos é a fácies dominante. De forma geral, os sedimentos apresentaram tamanho médio de areia grossa, baixo grau de selecionamento, assimetria positiva e curtose platicúrtica. Os sedimentos classificados como moderadamente selecionados estão associados às fácies siliciclásticas enquanto que, os pobremente selecionados às fácies carbonáticas. Verificou-se que os parâmetros estatísticos distinguiram o ambiente plataformar em três zonas: inter-reefal, externa aos campos recifais e vale inciso do rio Açú (Fig. 3). No ambiente externo aos recifais a predominância é de assimetria positiva e platicúrtica, já no vale inciso do rio Açú e nas regiões inter-reefais, os sedimentos são, essencialmente, mesocúrticos, leptocúrticos e de assimetria negativa.

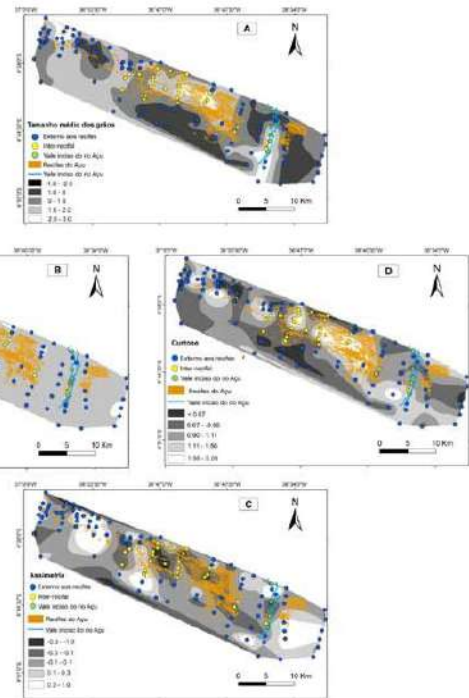


Figura 3 – Mapas dos parâmetros estatísticos A) Tamanho médio dos grãos; B) Selecionamento; C) Assimetria e D) Curtose.

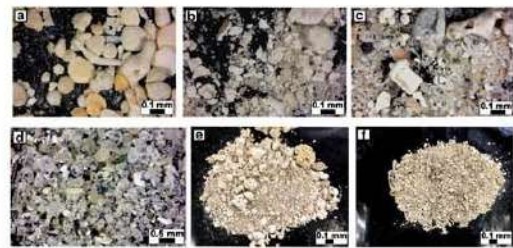


Figura 4 – Fotos das principais fácies sedimentares na plataforma externa. a) areia grossa bioclástica; b) areia biosiliciclástica fina a muito fina; c) areias silicibioclástica fina a muito fina; d) areia média siliciclástica; e) cascalho fino bioclástico com fragmentos de coral; f) cascalho fino bioclástico com fragmentos de *Halimeda*.

#### CONCLUSÕES

As maiores variações nos parâmetros estatísticos foram encontradas na região externa aos campos de recifes, indicando uma hidrodinâmica mais intensa. Nos recifes e no vale inciso, foram observadas as menores variações estatísticas, o que sugerem ambientes mais protegidos e de menor energia hidrodinâmica. A distribuição sedimentar da plataforma externa revela transporte pouco eficiente, baixo aporte de terrígenos e forte produção carbonática *in situ*, refletindo condições antecedentes de alta e baixa energia no desenvolvimento desse ambiente.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Folk, R.T., Rubies R (1984) Carbonate sands of Isla Pto. Morez, Alacran reef complex, Yucatán. *J Geol* 72: 255-262.  
Nascimento Silva LN, Gomes, MP, Vital, H (2016) The Açú Reef morphology, distribution, and inter reef sedimentation on the outer shelf of the NE Brazil equatorial margin. *Cont Shell Res* 180: 10-22.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### MORFOLOGIA E ESTRATIGRAFIA RASA DA PORÇÃO TERMINAL DO VALE INCISO DO RIO AÇU NA PLATAFORMA EXTERNA, NE BRASIL

BOW-LTAIF, K.G.; GOMES, M.; DA SILVA, J.; DA SILVA, A.; VITAL, H.

Universidade Federal do Rio Grande Do Norte (Khalil Bow-Ltaif Garcia, [bowkhalil@gmail.com](mailto:bowkhalil@gmail.com))

Respostas de borda de plataforma as variações do nível do mar no Pleistoceno/Holoceno podem ser observadas no registro morfo-sedimentar de vales incisos. Neste trabalho investigou-se a morfologia superficial e a estratigrafia rasa da área distal do Vale Inciso do rio Açu, para se entender controles na sedimentação da região desde o último glacial. A área de estudo está localizada na plataforma continental externa adjacente norte do Rio Grande do Norte (RN). Foram utilizados dados de batimetria multifeixe e dados sísmicos de alta resolução com o perfilador de subfundo tipo chirp (512i Edgetech). Os dados batimétricos multifeixe foram processados no software Hypack 2014, posteriormente submetidos a uma filtragem matemática (Transformada discreta de Fourier), e aplicado o interpolador Inverso da distância (IDW) para modelagem digital de terreno em alta resolução espacial. A seção sísmica foi processada utilizando deconvolução preditiva, análise espectral, filtros de frequência e ganhos no programa ReflexWin. A partir do modelo digital do terreno foram identificadas três feições principais: bancos de areia, recifes e a porção terminal do Vale Inciso do rio Açu. Os dados revelam forte correlação entre a expressão superficial do vale e as observadas em subsuperfície, incluindo o vale Pleistocênico enterrado, nas seções sísmicas. Foi identificado um refletor contínuo de alta amplitude e de extensão regional, localmente aflorante, associado a superfície de incisão no Pleistoceno, e sucessões estratigráficas internas ao vale associadas a tratos de sistema transgressivos e de mar alto, que constituem um pacote sedimentar com espessura de aproximadamente 30 m. As feições internas e o caráter acústico dos pacotes sugerem que o vale foi afogado rapidamente no início do Holoceno e logo dominado por sedimentação plataformal.

Palavras-chave: Vale Inciso. Batimetria. Recifes. Sísmica Rasa.

### MORFOLOGIA E ESTRATIGRAFIA RASA DA PORÇÃO TERMINAL DO VALE INCISO DO RIO AÇU NA PLATAFORMA EXTERNA, NE BRASIL

Khalil Bow Ltaif Garcia<sup>1,2,3</sup>, Moab Praxedes Gomes<sup>1,2,3</sup>, André Giskard Aquino da Silva<sup>1,2,3</sup>, João Paulo Ferreira da Silva<sup>1,2,3</sup>, Helenice Vital<sup>1,2,3</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental, Departamento de Geologia; Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica

#### INTRODUÇÃO

As respostas de borda de plataforma as variações do nível do mar no Pleistoceno/Holoceno podem ser observadas no registro morfo-sedimentar de vales incisos. Neste trabalho investigou-se a morfologia superficial e a estratigrafia rasa da área distal do Vale Inciso do rio Açú, para se entender controles na sedimentação da região desde o último glacial. A área de estudo está localizada na plataforma continental externa adjacente norte do Rio Grande do Norte (RN).

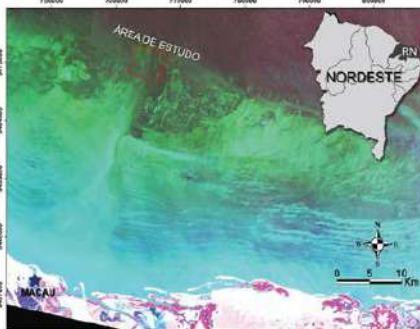


Figura 1: Processamento de imagem LANDSAT 8 com destaque na área de estudo.

#### MATERIAIS E MÉTODO

Foram utilizados dados de batimetria multifeixe e dados sísmicos de alta resolução com o perfilador de subfundo tipo chirp (512i Edgetech). Os dados batimétricos multifeixe foram processados no software Hypack 2014, posteriormente submetidos a uma filtragem matemática (Transformada discreta de Fourier), e aplicado o interpolador Inverso da distância (IDW) para modelagem digital de terreno em alta resolução espacial. A seção sísmica foi processada utilizando deconvolução preditiva, análise espectral, filtros de frequência e ganhos no programa ReflexWin.

#### RESULTADOS

A partir do modelo digital do terreno foram identificadas três feições principais: bancos de areia, recifes e a porção terminal do Vale Inciso do rio Açú. Os dados revelam forte correlação entre a expressão superficial do vale e as observadas em subsuperfície, incluindo o vale Pleistocênico enterrado, nas seções sísmicas.

Foi identificado um refletor contínuo de alta amplitude e de extensão regional, localmente aflorante, associado a superfície de incisão no Pleistoceno, e sucessões estratigráficas internas ao vale associadas a tratos de sistema transgressivos e de mar alto, que constituem um pacote sedimentar com espessura de aproximadamente 30 m. As feições internas e o caráter acústico dos pacotes sugerem que o vale foi afogado rapidamente no início do Holoceno e logo dominado por sedimentação platformar.

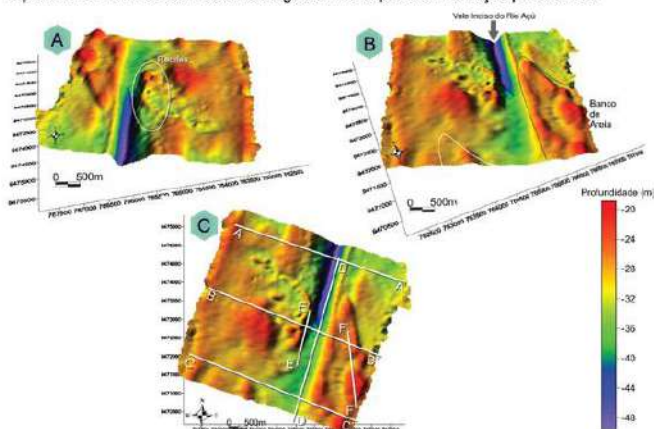


Figura 2: Modelo Digital de Terreno (MDT) gerado no Programa SURFER 10.0: (A) Visualização N-S da área de estudos, em destaque as feições interpretadas como recifes [círculo branco]; (B) Visualização N-S da área, em destaque os bancos arenosos [linha branca]; (C) Visualização superior da área de estudo, mostrando a disposição dos perfis da Figura 5 [Linhas brancas].

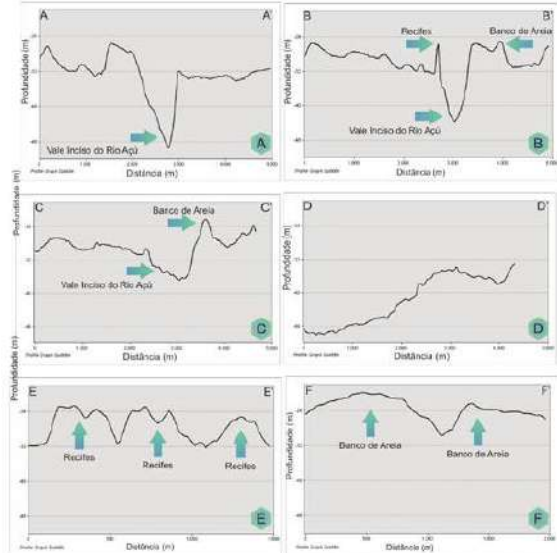


Figura 3: Perfis gerados em ambiente ARCGIS 10.2 mostrando as principais feições interpretadas na área: (A) Perfil A-A' - segmento referente a porção distal do vale inciso do Rio Açú na área em questão; (B) Perfil B-B' - segmento referente a porção mediana do vale inciso do Rio Açú na área em questão; (C) Perfil C-C' - segmento referente a porção inicial do vale inciso do Rio Açú na área em questão; (D) Perfil D-D' - segmento referente ao talvegue do vale inciso do Rio Açú na área em questão; (E) Perfil E-E' - segmento referente aos recifes que tangenciam o vale inciso do Rio Açú na área em questão; (F) Perfil F-F' - segmento referente aos bancos de areia na porção SE do vale inciso do Rio Açú na área em questão.

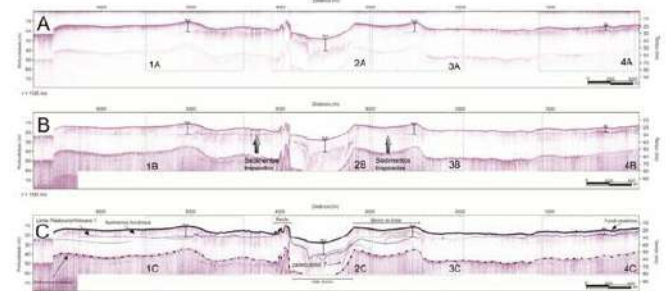


Figura 4: Seção sísmica bruta (A), processada (B) e interpretada (C). As três seções possuem direção W-E.

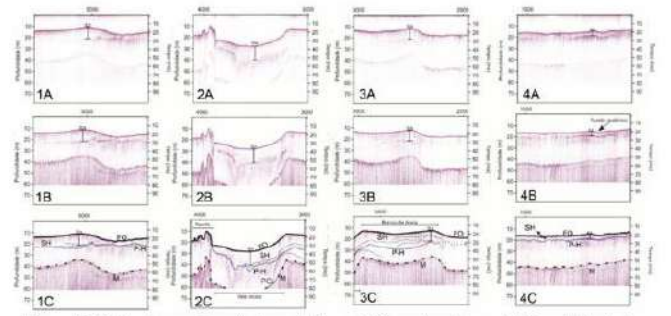


Figura 5: Cortes das seções sísmicas da figura 4.12, mostrando em detalhe a linha bruta, processada e interpretada. No corte C temos: FO (Fundos Oceânico), SH (Sedimentos Holocénicos), P-H (Pleistoceno-Holoceno), PC (Paleocanal) e M (Múltipla). Todos os recortes possuem direção W-E.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### COMPORTAMENTO HIDRODINÂMICO DE BIOCLASTOS

CASTRO, C.; KOLLER, D. K.; GUIMARÃES, T. M. H.; CERQUEIRA, A. C., BORGES, A. L. O.;  
PUHL, E.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Camila Castro, [camila.castro@ufrgs.br](mailto:camila.castro@ufrgs.br))

As rochas carbonáticas do tipo Coquinas são de grande interesse econômico por constituírem expressivos reservatórios de hidrocarbonetos na margem continental brasileira, sendo principalmente compostos pelas classes bivalves e gastrópodes. A previsão da velocidade de queda de bioclastos é fundamental no estudo da modelagem física. É através da velocidade de queda que se estabelecem relações de semelhança hidrossedimentológica entre o escoamento simulado fisicamente e a natureza. Na queda, as partículas com maior grau de esfericidade não apresentam movimento secundário, de tal maneira que não assumem uma orientação preferencial quando sedimentam. Em contrapartida, as conchas possuem características peculiares podendo descrever cinco movimentos de queda: reto, deslizamento, balanço, rotação e oscilação. Este trabalho tem como objetivo avaliar a velocidade de queda terminal da concha *Anomalocardia brasiliiana* com diferentes dimensões. Para tanto, utilizou-se um tubo de Griffith, que é um aparato empregado na determinação de parâmetros hidrodinâmicos, como velocidade de queda dos grãos, e padrões de percurso das partículas. O tubo utilizado nesse estudo apresenta 2 m de altura e 0,29 m de diâmetro, no qual uma coluna de água é mantida através de um sistema a vácuo. Uma escala foi adicionada a parede externa do tubo possibilitando, por meio de uma câmera, registrar o movimento da concha em trechos de 0,1 m. Foram utilizadas duas conchas: C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub>, a primeira com dimensões do eixo maior (a) de 4,46 cm, eixo menor (b) de 3,64 cm e espessura (c) de 1,17 cm, e a segunda com “a” de 4,01 cm, “b” de 3,22 cm e “c” de 0,94 cm. As conchas C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> apresentam massa de 2,297 g e 3,094 g, respectivamente. Os ensaios foram realizados em triplicata, tendo sido repetidos no caso de interação com o tubo. As conchas apresentaram movimento de queda oscilante, descrevendo uma trajetória helicoidal ao longo da coluna de água. A concha C<sub>1</sub> apresentou velocidade terminal de 17,154 cm s<sup>-1</sup>, sendo necessário 1,4 m para atingir o equilíbrio. Já a concha C<sub>2</sub> apresentou velocidade terminal de 13,527 cm s<sup>-1</sup>, necessitando a distância de 1 m para atingir o equilíbrio. Com isso, observou-se que a concha com maiores dimensões e peso resultou em maior velocidade terminal, além disso, necessita de maior distância para entrar em equilíbrio hidrodinâmico. Os resultados sugerem que existe uma altura mínima de tubo que deve ser percorrida pela partícula sedimentar em queda, para que se estabeleça um equilíbrio entre a resistência imposta pelo fluido e a ação da força gravitacional sobre a mesma. Desta forma, velocidades de queda determinadas em tubos mais curtos, dependendo da forma e das dimensões da partícula, podem estar sujeitas a erros.

Palavras-chave: Velocidade terminal. Bioclastos. Tubo de Griffith.

#### INTRODUÇÃO

As rochas carbonáticas do tipo Coquinas (Fig. 1), são de grande interesse econômico por constituírem expressivos reservatórios de hidrocarbonetos na margem continental brasileira, principalmente compostos pelas classes bivalves e gastrópodos. A previsão da velocidade de queda de bioclastos é fundamental no estudo da modelagem física, uma vez que através dela é possível determinar o material sedimentar que permite estabelecer uma semelhança entre o fenômeno hidráulico e a natureza. As partículas esféricas em queda não apresentam movimento secundário, de tal maneira que não assumem uma orientação preferencial durante a queda. Em contrapartida, as conchas possuem características peculiares podendo descrever cinco movimentos de queda: reto, deslizamento, balanço, rotação e oscilação. Este trabalho tem como objetivo determinar a velocidade terminal de queda da concha *Anomalocardia brasiliensis*, com diferentes dimensões.

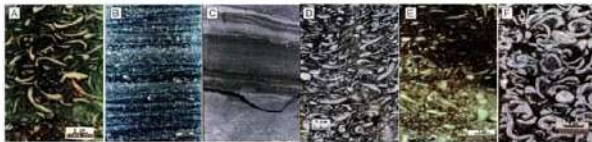


Figura 1. Fotografias da fácies da sequência lacustres (testemunhos). A) Praia arenosa bioclástica. B) Calcarenitos bioclásticos praias. C) Margem de lago. D) Barras bioclásticas. E) Lençóis/franjas de barras bioclásticas. F) Bancos de bioacumulados. Modificado de Carvalho et al. (2000)

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O siltômetro (Fig. 2), também conhecido como tubo de Griffith, é um aparato desenvolvido para determinação das características dos sedimentos imersos em fluidos, de onde podem ser obtidos parâmetros como velocidade de queda dos grãos, floculação e padrões de percurso das partículas.

O equipamento é constituído por um tubo de acrílico com 2 m de comprimento e 0,39 m de diâmetro interno (Fig. 1). O método de uso do siltômetro baseia-se na manutenção de uma coluna de água, que recebe uma amostra de sedimento a avaliar.



Figura 2. Tubo de queda.

O método utilizado para determinar onde a partícula alcança seu estado constante (velocidade terminal) foi dividir o comprimento do tubo em trechos de 0,1 m e com o auxílio de uma câmera, foi medida velocidade da concha em cada segmento.

Foram utilizadas duas conchas, C1 e C2 (Fig. 3), a primeira com dimensões do eixo maior (a) de 4,46 cm, eixo menor (b) de 3,64 cm e espessura (c) de 1,17 cm, e a segunda com "a" de 4,01 cm, "b" de 3,22 cm e "c" de 0,94 cm (Fig. 3). As conchas C1 e C2 apresentam massa de 0,31 kg e 0,23 kg, respectivamente. Para visualizar o movimento de queda, as conchas foram pintadas com uma solução de permanganato de potássio diluída em água. Os ensaios foram realizados em triplicata, tendo sido repetidos no caso de interação com o tubo.



Figura 3. Concha C1 pintada com permanganato de potássio, C2 pura e eixos característicos a, b, e c.

#### RESULTADOS

A concha C1 apresentou velocidade terminal de  $17,154 \text{ cm s}^{-1}$  e foi necessário 1,4 m para atingir o equilíbrio. Já a concha C2 apresentou velocidade terminal de  $13,527 \text{ cm s}^{-1}$ , necessitando a distância de 1 m para atingir o equilíbrio.

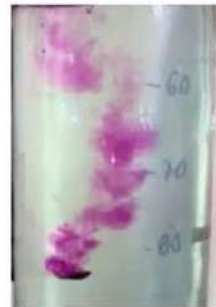


Figura 5. Atitude instável e helicoidal da concha ao cair.



Figura 6. Movimento de queda de balanço e rotação da concha

Como pode ser visto na Tabela 1, ao comparar a velocidade de queda das conchas C1 e C2, se nota que o fato da concha C2 apresentar maiores eixos e um peso maior, fez com que ela apresentasse uma velocidade de queda maior que a concha C1. Ao comparar os resultados com o trabalho de Mehta, et al., o fator determinante para que a concha do autor experimentasse uma velocidade de queda maior foi o peso da concha, mesmo apresentando dimensões de eixos menores que as conchas C1 e C2.

Tabela 1. Velocidade terminal e características das conchas.

Espécie de concha	Velocidade terminal cm/s	Eixo a (cm)	Eixo b (cm)	Eixo c (cm)	Peso (kg)
C1 - <i>Anomalocardia brasiliensis</i>	17,15	4,46	3,64	1,77	0,31
C2 - <i>Anomalocardia brasiliensis</i>	13,53	4,01	3,22	0,94	0,23
<i>Chione</i> (MEHTA et al.)	24	2,09	1,78	0,58	1,07

#### CONCLUSÕES

Observou-se que a concha com maiores dimensões e peso (C1) resultou em maior velocidade terminal e necessita de maior distância para entrar em equilíbrio hidrodinâmico. Experimentos realizados em tubo de queda com menores alturas podem apresentar erros na determinação da velocidade terminal de queda em conchas desta espécie e dimensões. Ao comparar os resultados com o trabalho de Mehta et al., o peso da concha foi o parâmetro que resultou em uma velocidade de queda terminal maior.

Muitas espécies de concha, sob ação de águas rasas, estão sujeitas a processos de transporte/fragmentação/abrasão. Conhecer a velocidade de queda das conchas é fundamental para determinar o perfil de praia (dissipativa, intermediária ou reflexiva) por meio do número de Dean, que relaciona a altura e o período da onda e o tamanho do sedimento (definido pela velocidade de queda).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MEHTA, A. J., CHRISTENSEN, B. A., LEE, J., CHRISTENSEN. 1980. Fall velocity of shells as coastal sediment. *Journal of the Hydraulics Division, A.S.C.E.* 106:1727-1744.
- MCKITTRICK, M. A. 1987. Experiments on the settling of gastropods and bivalves shells: Biostratigraphic implications, in Flessa, K W., ed., *Paleoecology and taphonomy of Recent to Pleistocene intertidal deposits Gulf of California*. The Paleontological Society. Special Publications, no. 2, 150-163.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### VARIAÇÕES NO APORTE DE SEDIMENTOS TERRÍGENOS PARA O TALUDE SUPERIOR DA BACIA DE CAMPOS DURANTE OS ÚLTIMOS 25 MIL ANOS

PEDRÃO, G.A.; TOLEDO, F.A.L.; COSTA, K.B.

Universidade de São Paulo, Brasil (Guilherme Augusto Pedrão; [guilherme.pedrao@usp.br](mailto:guilherme.pedrao@usp.br))

O presente estudo obteve dados de diversos proxies sedimentares para a região oeste do Atlântico Sul do Último Máximo Glacial ao Holoceno, através de um testemunho marinho (GL-824) coletado a uma coluna d'água de 532m no talude superior da Bacia de Campos. O principal objetivo do trabalho foi adquirir informações a respeito do aporte de sedimentos terrígenos e de suas variações no período de estudo e, então, analisar as variações observadas para inferir implicações paleoambientais relacionadas a processos paleoceanográficos e paleoclimáticos que modificariam este aporte para a área do testemunho. Para isso as variabilidades no registro sedimentológico marinho foram analisadas a partir dos teores de carbonato, da granulometria e das razões elementares Ti/Ca e Fe/Ca (*proxies* de aporte terrígeno), razões que foram analisadas pela técnica de Fluorescência de Raios-X. Variações na precipitação e oscilações do nível do mar são os dois principais processos que influenciam a deposição de sedimentos terrígenos para o talude continental. Portanto, como o esperado, maiores taxas de aporte de sedimentos terrígenos ocorreram durante o Último Máximo Glacial, quando comparado ao restante do registro, devido aos menores níveis relativos do mar e a maiores taxas de precipitação. Em outros períodos de maiores taxas de precipitação como o *Younger Dryas* e o H1 não ocorreram variações expressivas neste aporte, demonstrando que as variações da precipitação não são o principal mecanismo que auxilia na deposição de sedimentos terrígenos para o talude superior, indicando também que os rios não seriam a principal fonte de sedimento continental para a área de estudo. Sendo assim analisando as variações foi possível concluir que o principal processo controlador do aporte terrígeno é a oscilação do nível relativo do mar, durante o período glacial a exposição da plataforma continental e a conseqüente aproximação da área fonte de sedimentos continentais pelo recuo do nível do mar possibilitaram uma maior deposição de sedimentos terrígenos para o talude superior da Bacia de Campos.

Palavras-chave: Razões elementares. Aporte de terrígenos. Último Máximo Glacial. Bacia de Campos.



### VARIAÇÕES NO APORTE DE SEDIMENTOS TERRÍGENOS PARA O TALUDE SUPERIOR DA BACIA DE CAMPOS DURANTE OS ÚLTIMOS 25 MIL ANOS

Guilherme A. Pedrao<sup>1</sup>, Felipe A. L. Toledo<sup>2</sup> & Karen B. Costa<sup>3</sup>  
 guilherme.pedrao@usp.br<sup>1</sup>; ftoledo@usp.br<sup>2</sup>; karen.costa@usp.br<sup>3</sup>  
 Instituto Oceanográfico, Universidade São Paulo, Brasil 1,2,3

#### INTRODUÇÃO

Determinar a mineralogia e a composição elementar dos sedimentos é de extrema importância no campo da geologia marinha. Através do estudo das razões elementares, é possível concluir diferentes tipos de informação sobre o clima e oceanografia (Govin *et al*, 2012). Para esse fim, são necessários equipamentos precisos, bem como a calibração detalhada desses equipamentos.

O principal objetivo do trabalho foi adquirir informações a respeito do aporte de sedimentos terrígenos e de suas variações no período de estudo e, então, analisar as variações observadas para inferir implicações paleoambientais relacionadas a processos paleoceanográficos e paleoclimáticos que modificariam este aporte para a Bacia de Campos.

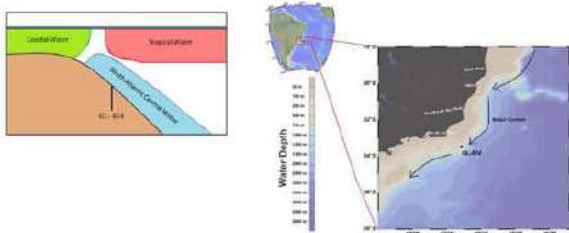


Figura 1. Área de Estudo. Localização do testemunho GL-824.

#### MATERIAIS E MÉTODOS



#### RESULTADOS

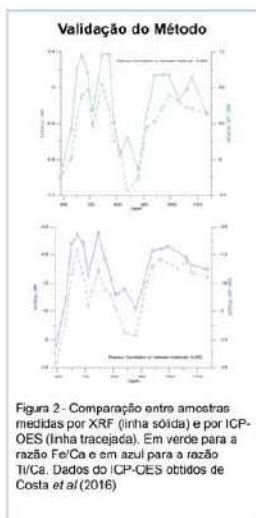


Figura 2 - Comparação entre amostras medidas por XRF (linha sólida) e por ICP-OES (linha tracejada). Em verde para a razão Fe/Ca e em azul para a razão Ti/Ca. Dados do ICP-OES obtidos de Costa *et al* (2016)

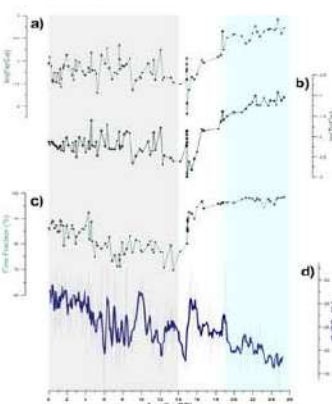


Figura 3- Resultados obtidos para as análises sedimentares do testemunho GL-824. (a) razão Fe/Ca plotada em escala linear; (b) razão Ti/Ca plotada em escala linear; (c) Porcentagem da Fração Fina (d) Teor de CaCO<sub>3</sub>.

Valores mais altos de aporte de sedimentos terrígenos durante o LGM. Uma abrupta diminuição para valores menores ocorre em ~ 15 kyr.

Efeito de diluição: mesmo com o aumento da paleoprodutividade estimada (EPP), o teor de CaCO<sub>3</sub> diminui devido à oferta terrestre mais intensa.

Influência da costa ou alterações na hidrodinâmica.

Alterações no conteúdo da FF e da EPP mais relacionadas às oscilações do nível do mar do que à precipitação (escoamento continental).

Uma região menos hidrodinâmica permite a deposição de mais sedimentos da FF.

Sugerindo mudanças na hidrodinâmica da região

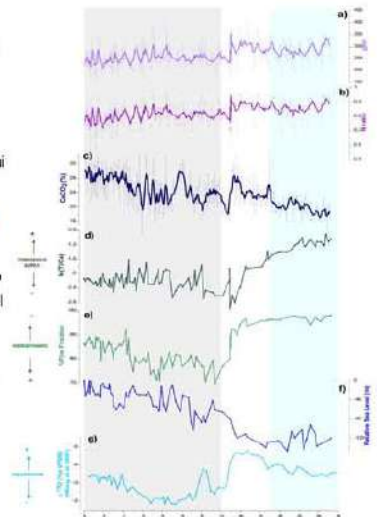


Figura 4 Variação dos parâmetros ao longo do tempo no testemunho analisado. (a) Estimativa da paleoprodutividade. (b) Posição da nutriclina. (c) Teor de CaCO<sub>3</sub>; (d) razão Ti/Ca plotada em escala logarítmica; (e) Porcentagem de Fração Fina; (f) Nível do mar relativo, calculado a partir de foraminíferos planctônicos. (g) Variação da precipitação baseado em dados de espeleotemas, retirado de Wang *et al* (2007)

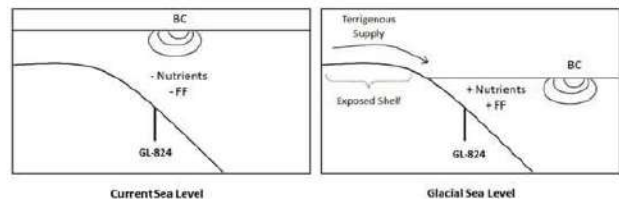


Figura 5 Modelo idealizado dos processos na área de estudo.

#### CONCLUSÕES

Períodos de nível do mar alto (baixo Fe/Ca e Ti/Ca) a BC transporta as águas quentes e oligotróficas da Água Tropical ao longo do talude superior, impedindo a chegada de nutrientes de camadas mais profundas ou águas costeiras.

Em períodos de nível do mar baixo (alto Fe/Ca e Ti/Ca), o deslocamento para offshore da BC permite uma maior influência da Água Costeira para a região do testemunho (mais rica em nutrientes que a Água Tropical), levando mais nutrientes à zona fótica, aumentando a produtividade primária.

Quanto ao aporte terrígeno foi possível concluir que o seu principal processo controlador é a oscilação do nível relativo do mar. Durante o período glacial a exposição da plataforma continental e a consequente aproximação da área fonte de sedimentos continentais, pelo recuo do nível do mar, possibilitaram uma maior deposição de sedimentos terrígenos sobre o talude superior da Bacia de Campos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Costa, K. B.; Cabarcos, E.; Sanlarosa, A. C. A.; Battaglin, B. B. F. & Toledo, F. A. L. (2016). A multiproxy approach to the climate and marine productivity variations along MIS 5 in SE Brazil: A comparison between major components of calcareous microfossil assemblages and geochemical records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v. 449, p. 275-288.

Govin, A.; Holzwarth, U.; Heslop, D.; Keeling, L.F.; Zabel, M.; Miltza, S.; Collings, J.A.; Chiessi, C.M. (2012). Distribution of major elements in Atlantic surface sediments (36°N–45°S): imprint of terrigenous input and continental weathering. *Geochem. Geophys. Geosyst.* 13 (1), 1–23.

Wang, X., Auler, A. S., Edwards, R. L., Cheng, H., Ito, E., Wang, Y., Kong, X & Solheid, M. (2007). Millennial-scale precipitation changes in southern Brazil over the past 90,000 years. *Geophysical Research Letters*, 34(23).



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS E HABITATS BENTÔNICOS DA DORSAL DE SÃO PAULO, ATLÂNTICO SUDOESTE

GAVAZZONI, L.; SOUZA, LUIS H.P.; ANDRADE, A. C. S; PEREZ, J. A. A.

Universidade do vale do Itajaí (Lucas Gavazzoni; [gavazzonilucas@gmail.com](mailto:gavazzonilucas@gmail.com))

A Dorsal de São Paulo (DSP) é uma feição topográfica vulcânica do Atlântico Sudoeste em forma de cadeia linear que se estende por cerca de 220 km<sup>2</sup>, no sentido Leste – Oeste entre 28 - 29°S e 40 - 45°O. A estrutura é uma componente da Zona de Fratura de Rio Grande, cuja geomorfologia, topografia e interações com as massas de água profundas e suas características biofísicas podem caracterizar uma variedade de habitats, condicionando os padrões de diversidade biológica, até o momento, pouco conhecidos. O presente estudo descreve a composição de habitats bentônicos (a) estimada em larga escala espacial, a partir da modelagem do terreno, e (b) observada em menor escala espacial, a partir da análise de imagens do fundo marinho. Os dados analisados foram oriundos de um cruzeiro exploratório realizado em 2013, como parte da expedição “lata Piuna”, a bordo do Npq. “Yokosuka” (JAMSTEC–IOUSP-CPRM). Os dados batimétricos foram adquiridos por um ecobatímetro multifeixe 12kHz, processados e interpolados linearmente para a criação do Modelo Digital Batimétrico (MDB) com resolução aproximada de 120 m. O MDB foi analisado pela ferramenta *Benthic Terrain Modeler* (BTM) - ArcGis 10.x.x que calculou as variáveis do terreno como a declividade e o Índice de Posição Batimétrica (IPB). A análise destas variáveis permitiu a definição das feições de maior amplitude espacial, descritas como: Feições positivas (Elevações), Feições Negativas (Depressões), Feições Planas (Planícies) e Feições Inclínadas (Encosta). Estas feições serviram de limites iniciais para a classificação do terreno que resultou na delimitação de 12 feições geomorfológicas: Picos, Cumes, Elevações, Platôs, Declives Suaves, Planície Superior, Vales, Terraços, Escarpas, Canal, Depressões no Canal e Planície Abissal. Vídeos do fundo marinho foram gerados pelo submersível Shinkai 6500 durante quatro mergulhos que percorreram todo o perfil batimétrico da face sul da DSP, desde a base a -4000m até o cume a -2500m de profundidade. As imagens foram classificadas de acordo com a textura predominante do fundo, incluindo tipos de sedimento, granulometria e elementos físicos e biológicos modificadores de substrato (e.g. correntes profundas, bioturbações). O canal e a planície abissal, a -4100m de profundidade, estão recobertos por lama biogênica com superfície modificada pela influência de correntes profundas. O substrato da encosta é rochoso, com blocos e seixos dispersos e acúmulos de sedimento de espessura variável. Ao longo da encosta há uma sequência de escarpas e terraços que culminam em um cume, a aproximadamente -3000m de profundidade. O estudo propõe um modelo geral que delimita cinco segmentos de habitats ao longo da seção topográfica. Habitats descritos acima de -3400m estão sob a influência da Água Profunda do Atlântico Norte (APAN). Abaixo dessa profundidade os habitats estão sob a influência da Água Antártica de Fundo do Atlântico (AAFA) com temperaturas, salinidade e níveis de oxigênio dissolvido mais baixos (<1,5°C; <34,7; <3,2 ml/L). A associação dos habitats observados ao longo do perfil batimétrico com as feições geomorfológicas classificadas, pode permitir uma projeção dos habitats e a distribuição de organismos bentônicos ao longo de toda a encosta sul da DSP.

Palavras-chave: Dorsal de São Paulo. Habitats bentônicos. *Benthic Terrain Modeler*.



### FEIÇÕES GEOMORFOLÓGICAS E HABITATS BENTÔNICOS

#### DA DORSAL DE SÃO PAULO, ATLÂNTICO SUDOESTE

GAVAZZONI, L.; SOUZA, LUIS H.P.; ANDRADE, A. C. S.; PEREZ, J. A. A.

Universidade do Vale do Itajaí – (UNIVALI)



#### INTRODUÇÃO

A Dorsal de São Paulo (DSP) é uma feição topográfica vulcânica do Atlântico Sudoeste em forma de cadeia linear que se estende por cerca de 220 km<sup>2</sup>, no sentido Leste – Oeste entre 28 - 29°S e 40 - 45°O. A estrutura é uma componente da Zona de Fratura de Rio Grande, cuja geomorfologia, topografia e interações com as massas de água profundas e suas características biofísicas podem caracterizar uma variedade de habitats, condicionando os padrões de diversidade biológica, até o momento, pouco conhecidos. O presente estudo descreve a composição de habitats bentônicos (a) estimada em larga escala espacial, a partir da modelagem do terreno, e (b) observada em menor escala espacial, a partir da análise de imagens do fundo marinho.

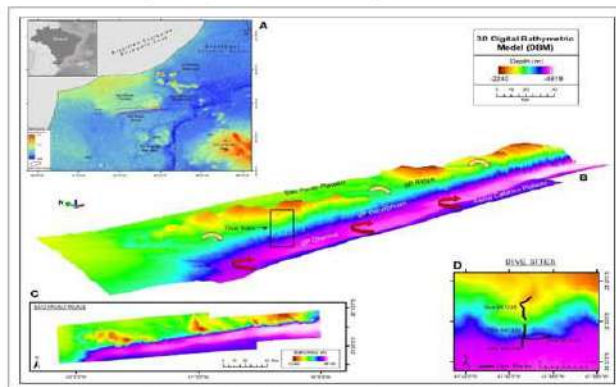


Figura 1. A Dorsal de São Paulo (DSP) delimitada nas representações do mapa do fundo do mar Atlântico SW (A) e 3D (B) e 2D (C) modelo digital batimétrico (multifeixe). A caixa no mapa de batimetria 3D indica a área dos mergulhos no fundo do mar, no qual os trajetos são representados em detalhes em (D). As setas amarelas e vermelhas representam a circulação esquemática respectivamente da APAN e da AAFA.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados analisados foram oriundos de um cruzeiro exploratório realizado em 2013, como parte da expedição "Ieta Piuna", a bordo do Npq. "Yokosuka" (JAMSTEC-ICUSP-CPRM). Os dados batimétricos foram aquisitados por um ecobatímetro multifeixe 12kHz, processados e interpolados linearmente para a criação do Modelo Digital Batimétrico (MDB) com resolução aproximada de 120m. O MDB foi analisado pela ferramenta *Benthic Terrain Modeler* (BTM) - ArcGis 10.x.x que calculou as variáveis do terreno como a declividade e o Índice de Posição Batimétrica (IPB). Vídeos do fundo marinho foram gerados pelo submersível Shinkai 6500 durante quatro mergulhos que percorreram todo o perfil batimétrico da face sul da DSP, desde a base a -4000m até o cume a -2500m de profundidade. As imagens foram classificadas de acordo com a textura predominante do fundo, incluindo tipos de sedimento, granulometria e elementos físicos e biológicos modificadores de substrato (e.g. correntes profundas, bioturbações).

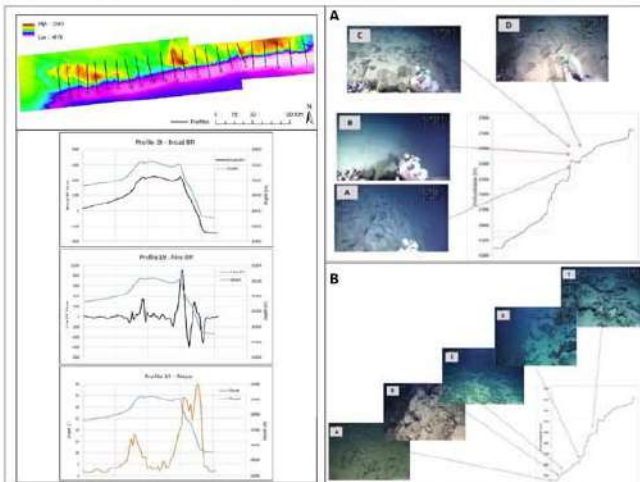


Figura 2: Gráficos comparativos entre o *Broad BPI* (IPB Grosseiro) e *Fine BPI* (IPB Detalhado) e *Slope* (Declividade) contra a batimetria relativa ao perfil 19 sobre a DSP.

Figura 3: Perfil batimétrico para A (perfil de vídeo 6K1335) e B (perfil de vídeo 6K1334) e distribuição dos tipos de substratos visualizados e presentes no fundo marinho pelas câmeras do submersível tripulado Shinkai 6500.

#### RESULTADOS

A análise destas variáveis permitiu a definição das feições de maior amplitude espacial, descritas como: Feições positivas (Elevações), Feições Negativas (Depressões), Feições Planas (Planícies) e Feições Inclinações (Encostas). Estas feições serviram de limites iniciais para a classificação do terreno que resultou na delimitação de 12 feições geomorfológicas: Picos, Cumes, Elevações, Platôs, Declives Suaves, Planície Superior, Vales, Terraços, Escarpas, Canal, Depressões no Canal e Planície Abissal.

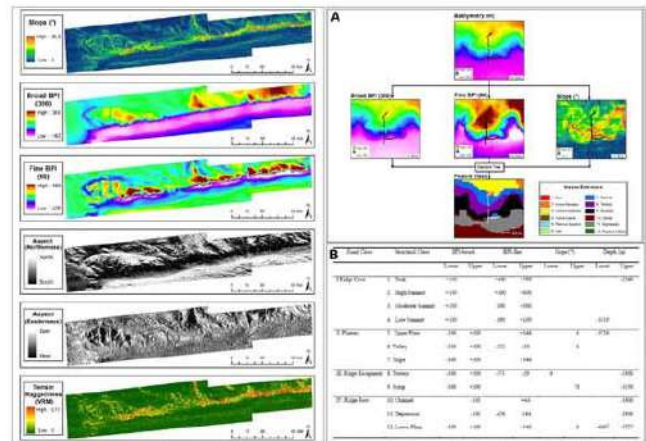


Figura 4. (A) Fluxograma do processo de classificação de feições da morfologia do fundo da Dorsal de São Paulo (B) Dicionário de Classificação de feições da morfologia de fundo da Dorsal de São Paulo utilizado como parâmetro de entrada na ferramenta "Classify Benthic Terrain".

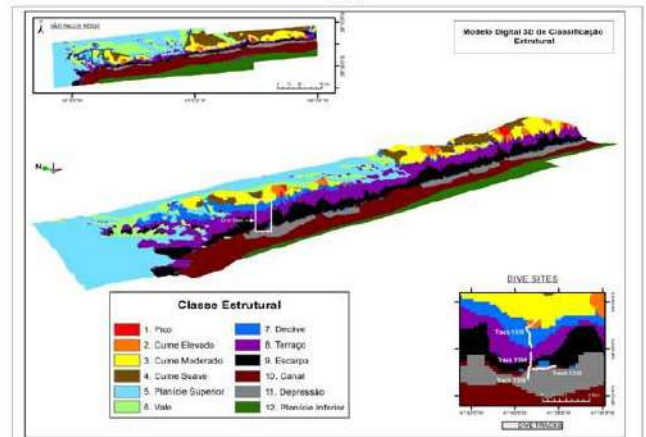


Figura 6. Distribuição espacial das Classes Estruturais obtidas a partir da ferramenta "Classify Benthic Terrain" do BTM (Software ArcGis 10.5).

#### CONCLUSÕES

O canal e a planície abissal, a -4100m de profundidade, estão recobertos por lama biogênica com superfície modificada pela influência de correntes profundas. O substrato da encosta é rochoso, com blocos e seixos dispersos e acúmulos de sedimento de espessura variável. Ao longo da encosta há uma sequência de escarpas e terraços que culminam em um cume, a aproximadamente -3000m de profundidade. O estudo propõe um modelo geral que delimita cinco segmentos de habitats ao longo da seção topográfica. Habitats descritos acima de -3400m estão sob a influência da Água Profunda do Atlântico Norte (APAN). Abaixo dessa profundidade os habitats estão sob a influência da Água Antártica de Fundo do Atlântico (AAFA) com temperaturas, salinidade e níveis de oxigênio dissolvido mais baixos (<1,5°C; <34,7; <3,2 ml/L). A associação dos habitats observados ao longo do perfil batimétrico com as feições geomorfológicas classificadas, pode permitir uma projeção dos habitats e a distribuição de organismos bentônicos ao longo de toda a encosta sul da DSP.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROWN, C.J.; SMITH, S.J.; LAWTOR, P.; ANDERSON, J.T. 2011. Benthic habitat mapping: A review of progress towards improved understanding of the spatial ecology of the seafloor using acoustic techniques. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92:502-520.  
 ENDEY-MEDDORN, M.D. 2008. An ArcGIS Seabed Characterization Toolbox Developed for Investigating Benthic Habitats. *Marine Geodesy*, 31:4, 318-358. DOI:10.1080/01490410802466819  
 WALBRIDGE, S.; SLOCUM, N.; POBUDA, M.; WRIGHT, D.J. 2018. Unified Geomorphological Analysis Workflows with Benthic Terrain Modeler. *Geosciences*, 8:94. DOI:10.3390/geosciences803094.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E DE HABITATS BENTÔNICOS EM UM *POCKMARK* GIGANTE DA ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE, ATLÂNTICO SUDOESTE

SOUZA, C.G.D.; SOUZA, L.H.P.; GAVAZZONI, L.; PEREZ, J. A. A.

Universidade do vale do Itajaí (Carolina Gonçalves de Souza, [caroliinagoncalvess@gmail.com](mailto:caroliinagoncalvess@gmail.com))

A Elevação do Rio Grande (ERG) é um complexo com vários altos topográficos localizado na planície abissal do Oceano Atlântico Sudoeste. Alfa é o principal componente da porção oeste da ERG, sendo caracterizado por sua forma elíptica, flancos com declividade suave e um platô que se eleva a 600 m do fundo oceânico, em sua porção mais rasa. Sobre esse platô são reconhecidas inúmeras feições geomorfológicas que incluem escarpas rochosas, associadas à presença de um vale central, bem como áreas sedimentares extensas onde se diferenciam dunas e *pockmarks*. O presente estudo descreve a geomorfologia e a composição de habitats bentônicos de um *pockmark* “gigante” (30°05'45”S e 34°17'34”W), (a) estimada em larga escala espacial, a partir da modelagem de dados batimétricos, e (b) observada em menor escala espacial, a partir da análise de imagens do fundo marinho. Os dados analisados foram oriundos de um cruzeiro exploratório realizado em 2013, como parte da expedição “Iata Piuna” (JAMSTEC – IOUSP - CPRM), a bordo do Npq. “Yokosuka”. Os dados batimétricos foram adquiridos por um ecobatímetro multifeixe 12 kHz, processados e interpolados linearmente para a criação do Modelo Digital Batimétrico (MDB) com resolução aproximada de 50 m. O MDB foi analisado pela ferramenta *Benthic Terrain Modeler* (BTM) - ArcGis 10.x.x a qual calculou as derivadas que representam os descritores geomorfológicos como a declividade (*slope*) e o Índice de Posição Batimétrica (IPB). O *pockmark* estudado tem 3,86 km de diâmetro, tendo seu anel periférico interrompido por desmoronamento da sua porção oriental o que lhe confere um formato semicircular. A análise dos índices geomorfológicos permitiu a definição das feições descritas como: Planalto (superfície do platô de Alfa, -1160 a -1180 m de profundidade), Borda e Talude (que formam o anel periférico), Depressão (-1180 a -1220 m) e Crista central (superfície desmoronada para o interior do *pockmark*, -1140 a -1200 m). Vídeos do fundo marinho foram gerados por um conjunto de quatro câmeras instaladas no veículo rebocado YKDT, ao longo de duas trajetórias paralelas orientadas no sentido Noroeste – Sudeste, sendo interligadas por um perfil central, realizando um percurso contínuo com início ao Norte. O substrato dominante em todas as feições geomorfológicas é composto por sedimento biogênico recoberto por carapaças de pterópodes, modificado, por vezes, pela ação de correntes profundas (marcas de onda) e organismos bentônicos (bioturbações), principalmente rastros de deslocamento de organismos com diferentes morfologias. Foi marcante a grande densidade de montículos cônicos formados por sedimento fino, mobilizado das camadas mais profundas e redepositado sobre a superfície, possivelmente ocasionado pela exsudação de fluido, podendo ser líquido ou gasoso. Em trechos da feição Talude localizada no anel periférico e início da depressão, foram identificados afloramentos de rochas carbonáticas, algumas apresentando perfurações circulares. Estas rochas aflorantes eram circundadas pelos sedimentos biogênicos e, como principal modificador, observou-se o acúmulo de fragmentos do esqueleto morto de corais, possivelmente *Antipatharia* (coral negro). O estudo, incluindo os registros visuais da megafauna bentônica, evidenciou atividade pretérita de exsudação de fluido, sendo inconclusivo com respeito a essa atividade ainda persistir na atualidade.

Palavras Chave: *Pockmark*. Elevação do Rio Grande. *Benthic Terrain Modeler*.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### CARACTERIZAÇÃO GEOMORFOLÓGICA E DE HABITATS BENTÔNICOS EM UM POCKMARK GIGANTE DA ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE, ATLÂNTICO SUDESTE

SOUZA, C.G.D.; SOUZA, L.H.P.; GAVAZZONI, L.; PEREZ, J. A. A.

Universidade do vale do Itajaí (UNIVALI)



#### INTRODUÇÃO

A Elevação do Rio Grande (ERG) é um complexo com vários altos topográficos localizado na planície abissal do Oceano Atlântico Sudoeste. Alta é o principal componente da porção oeste da ERG, sendo caracterizado por sua forma elíptica, flancos com declividade suave e um platô que se eleva a 600 m do fundo oceânico, em sua porção mais rasa. Sobre essa platô são reconhecidas inúmeras feições geomorfológicas que incluem escarpas rochosas, associadas à presença de um vale central, bem como áreas sedimentares extensas onde se diferenciam dunas e *pockmarks*. O presente estudo descreve a geomorfologia e a composição de habitats bentônicos de um *pockmark* "gigante" (30°05'45"S e 34°17'34"W), (a) estimada em larga escala espacial, a partir da modelagem de dados batimétricos, e (b) observada em menor escala espacial, a partir da análise de imagens do fundo marinho.

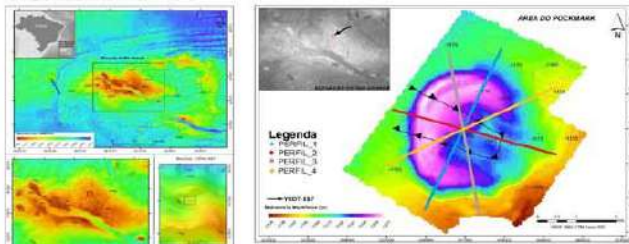


Figura 2. Mapa da batimetria multiflexa da área do *pockmark* na ERG com perfis batimétricos radiais para análise de terreno a trajetória realizada pelo veículo rebocado YKDT-157 (as setas indicam o sentido do deslocamento, tendo início na região Noroeste).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados analisados foram oriundos de um cruzeiro exploratório realizado em 2013, como parte da expedição "Iata Fiuna" (JAMSTEC - IOUSP - CPRM), a bordo do Npq. "Yokosuka". Os dados batimétricos foram adquiridos por um ecobatímetro multiflexa 12 kHz, processados e interpolados linearmente para a criação do Modelo Digital Batimétrico (MDB) com resolução aproximada de 50 m. O MDB foi analisado pela ferramenta *Benthic Terrain Modeler* (BTM) - ArcGIS 10.x a qual calculou as derivadas que representam os descritores geomorfológicos como a declividade (*slope*) e o Índice de Posição Batimétrica (IPB). Vídeos do fundo marinho foram gerados por um conjunto de quatro câmeras instaladas no veículo rebocado YKDT, ao longo de duas trajetórias paralelas orientadas no sentido Noroeste - Sudeste, sendo interligadas por um perfil central, realizando um percurso contínuo com início ao Norte.

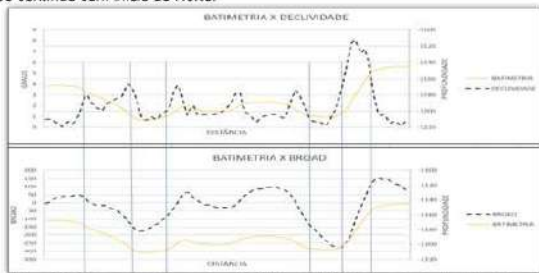


Figura 3. Gráficos comparativos entre a declividade e o BPI Broad contra a batimetria relativa ao perfil radial 1 sobre o *pockmark* da ERG

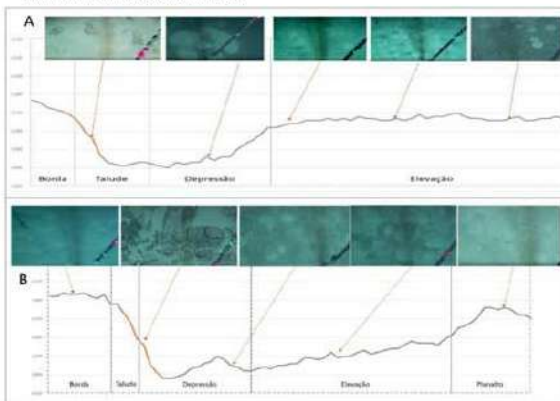


Figura 4. Perfil batimétrico para A (Norte) e B (Sul) e distribuição dos tipos de substratos visualizados e presentes em cada feição nas imagens registradas pela câmera rebocada YKDT-157

#### RESULTADOS

O *pockmark* estudado possui 3,86 km de diâmetro, tendo seu anel periférico interrompido por desmoronamento da sua porção oriental o que lhe confere um formato semicircular. A análise dos índices geomorfológicos permitiu a definição das feições descritas como: Planalto (superfície do platô de Alfa, -1160 a -1180m de profundidade), Borda e Talude (que formam o anel periférico), Depressão (-1180 a -1220m) e Crista central (superfície desmoronada para o interior do *pockmark*, -1140 a -1200 m). O substrato dominante em todas as feições geomorfológicas é composto por sedimento biogênico recoberto por carapaças de pterópodes, modificado, por vezes, pela ação de correntes profundas (marcas de onda) e organismos bentônicos (bioturbações), principalmente rastros de deslocamento de organismos com diferentes morfologias. Foi marcante a grande densidade de montículos cônicos formados por sedimento fino, mobilizado das camadas mais profundas e redepositado sobre a superfície, possivelmente ocasionado pela exsudação de fluido, podendo ser líquido ou gasoso. Em trechos da feição Talude localizada no anel periférico e início da depressão, foram identificados afloramentos de rochas carbonáticas, algumas apresentando perfurações circulares. Estas rochas aflorantes eram circundadas pelos sedimentos biogênicos e, como principal modificador, observou-se o acúmulo de fragmentos do esqueleto morto de corais, possivelmente *Antipatharia* (coral negro).

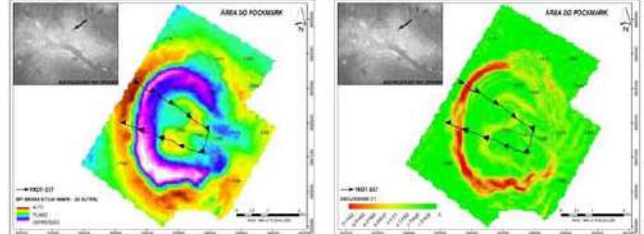


Figura 1. Mapa de BPI Broad do *pockmark* na ERG, cores quentes representam cristas e cores frias depressões.

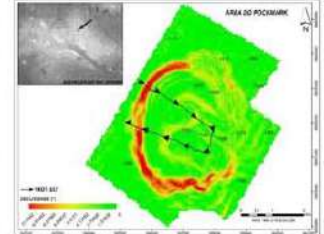


Figura 1. Mapa de declividade do *pockmark* na ERG. Tons vermelhos para maiores declividades.

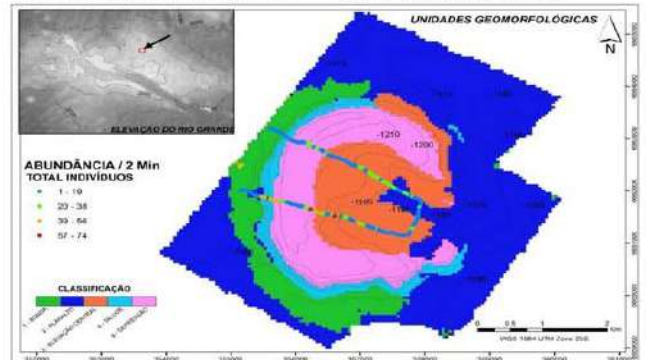


Figura 7. Mapa de Unidades Geomorfológicas com a representação dos padrões de distribuição de toda a megafauna bentônica a bentopelágica sobre a trajetória realizada pelo veículo rebocado YKDT-157 no *pockmark* localizado na ERG. Destaque para a feição denominada elevação central que apresentou a maior abundância de organismos.

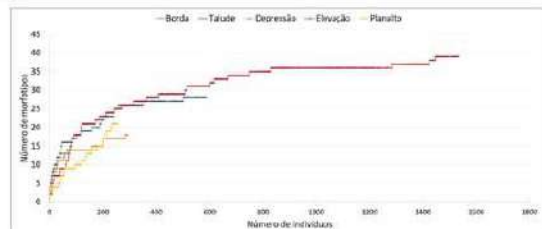


Figura 4. Riqueza de morfotipos distribuídos pelas feições geomorfológicas presentes no *pockmark* da ERG

#### CONCLUSÕES

O estudo, incluindo os registros visuais da megafauna bentônica, evidenciou atividade preritica de exsudação de fluido, sendo inconclusivo com respeito a essa atividade ainda persistir na atualidade.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HOVLAND, M.; GARDNER, J. V.; JUDD, A. G. The significance of *pockmarks* to understanding fluid flow processes and geohazards. *Geofluids*, v. 2, n. 2, p. 127-136, 2002.
- INGRASSIA, M. et al. Influence of fluid emissions on shallow-water benthic habitats of the Pontine Archipelago (Tyrrhenian Sea, Italy). *Alpine and Mediterranean Quaternary*, v. 28, p. 99-110, 2015.
- WALBRIDGE, S. et al. Unified geomorphological analysis workflows with BTM. *Geosciences*, v. 8, n. 3, p. 94, 2018.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### DISTRIBUIÇÃO DO FÓSFORO E SUAS ESPECIAÇÕES QUÍMICAS NOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA DE FLORIANÓPOLIS, MARGEM CONTINENTAL SUL DO BRASIL

CARDINAL, K. O.<sup>1</sup>; ABREU, J. G. N. de<sup>1</sup>; KUROSHIMA, K. N.<sup>1</sup>; MORILLA, A. M. B.<sup>2</sup>

Universidade do Vale do Itajaí<sup>1</sup> (Kathryn Oliveira Cardinal, [kathryncardinal17@gmail.com](mailto:kathryncardinal17@gmail.com));  
Universidad Católica de Valencia<sup>2</sup>.

O estudo da distribuição e da abundância da especiação química do fósforo nos sedimentos marinhos tem sido utilizado para compreender o comportamento biogeoquímico deste elemento que representa um importante nutriente, fundamental para a cadeia trófica marinha e o ciclo biogeoquímico do fósforo. A importância do fósforo no ambiente marinho reside também no fato que o seu aporte e distribuição controlam os processos de fosfatogênese no sedimento e, por conseguinte, a formação de minerais como a apatita e a fluorapatita, os principais minerais fosfáticos existentes no continente e no mar, controlados pela termodinâmica dos processos de formação. O fósforo, devido a sua elevada reatividade química, pode ser observado em diferentes formas na camada sedimentar, influenciando na sua disponibilidade. As coletas de amostra para o desenvolvimento desta pesquisa ocorreram durante um cruzeiro oceanográfico no ano de 2007, o qual representa um marco histórico, pois inaugurou as operações no mar visando a execução do Programa de Avaliação da Potencialidade Mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (REMLAC), à bordo do NOc. Antares, da Marinha do Brasil. Com isso, o objetivo principal deste estudo foi avaliar as diferentes formas do fósforo no sedimento superficial da plataforma de Florianópolis, importante feição estrutural proeminente da Plataforma Continental Jurídica do Brasil (PCJB), entre o litoral dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, cuja área levantada foi de aproximadamente 2.400km<sup>2</sup>. A área de estudo pode ser dividida em dois setores, um ao Sul, com composição de areia fina, areia muito fina, silte e argila. E o segundo ao Norte, composto por areia fina, areia grossa e cascalho. As determinações das diferentes formas de fósforo foram realizadas através de extrações sequenciais do fósforo, em triplicata, e posterior determinação colorimétrica do ortofosfato. Foram determinadas as seguintes formas de fósforo: fósforo biodisponível, fósforo autigênico, fósforo detrítico e fósforo orgânico, com o intuito de fornecer dados que possam conduzir a pesquisa exploratória, indicando locais de maior potencialidade de rochas fosfatadas. A distribuição do fósforo nas frações obedeceu a seguinte ordem percentual relativa: P-autigênico > P-biodisponível > P-orgânico > P-detrítico. Onde as maiores concentrações encontradas foram a do fósforo ligado ao carbonato de cálcio (P-autigênico) contribuindo 48,60% para o fósforo total. Evidenciando os altos teores de carbonato de cálcio presente nas amostras, e os menores valores foram a do fósforo detrítico com 0,04% do fósforo total. A distribuição espacial desta especiação química do fósforo, apresentou fortes associações com parâmetros sedimentológicos, sendo mais ao Sul da área de estudo as maiores concentrações da soma das extrações e fósforo total, justificado pela presença de sedimentos com granulometria fina. Observou-se que a Plataforma de Florianópolis apresenta condições ambientais que favorecem a deposição das diversas formas de fósforo e, por conseguinte a formação de rochas fosfatadas.

Palavras-chave: Fósforo. Especiação química. Plataforma Continental Jurídica Brasileira.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019, Porto Alegre - RS



### DISTRIBUIÇÃO DO FÓSFORO SEDIMENTAR E SUAS ESPECIAÇÕES QUÍMICAS NOS SEDIMENTOS SUPERFICIAIS DA PLATAFORMA DE FLORIANÓPOLIS, MARGEM CONTINENTAL SUL DO BRASIL

Kathryn Oliveira Cardinal<sup>1,2</sup> | kathryncardinal17@gmail.com  
 Prof. Dr. José Gustavo Natorf de Abreu<sup>1</sup> | gabreu@univali.br  
 Prof. Dr. Kátia Naomi Kuroshima<sup>1</sup> | kuroshima@univali.br  
 Prof. Dr. Ana María Blázquez Morilla<sup>2</sup> | ana.blazquez@ucv.es  
<sup>1</sup>Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, Santa Catarina, Brasil.  
<sup>2</sup>Universidad Católica de Valencia, Valencia, Espanha.



#### INTRODUÇÃO

O estudo da distribuição e da abundância do fósforo em suas diferentes especiações químicas nos sedimentos marinhos tem sido utilizado para compreender o comportamento biogeoquímico deste elemento que representa um importante nutriente, fundamental para os ciclos vitais de organismos sejam eles animais ou vegetais.

#### OBJETIVO

Avaliar a distribuição do fósforo e suas especiações químicas em sedimentos marinhos superficiais da plataforma de Florianópolis, Margem Continental Sul-Brasileira, Plataforma Continental Jurídica Brasileira (PCJB).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

##### Área de Estudo:

As coletas de amostra para o desenvolvimento desta pesquisa ocorreram entre 30 de julho e 07 de agosto de 2007, na plataforma de Florianópolis entre o litoral dos Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, cuja área levantada foi de aproximadamente 2.400km<sup>2</sup>.

##### Extração das especiações do fósforo:

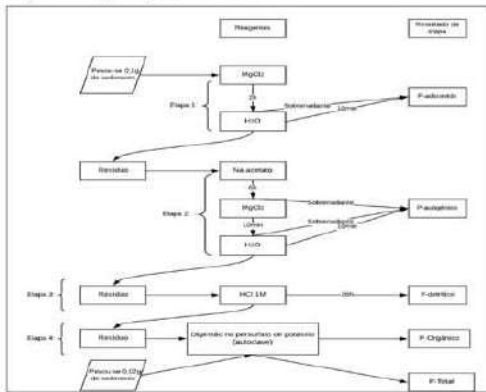


Figura 1. Diagrama esquemático para determinação da especiação química do fósforo, método SEDEX (RUTTENBERG, 1992).

#### RESULTADOS

A distribuição percentual das frações de P em relação a soma das extrações obtidas pela especiação química do fósforo mostrou a seguinte ordem decrescente: P-autigênico > P-biodisponível > P-orgânico > P-detrítico, respectivamente.

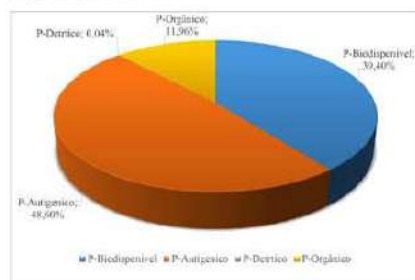


Figura 2. Distribuição dos percentuais de cada fração do fósforo em relação a soma das extrações observado nas amostras de sedimento superficial coletado na Plataforma de Florianópolis durante o REMPLAC.

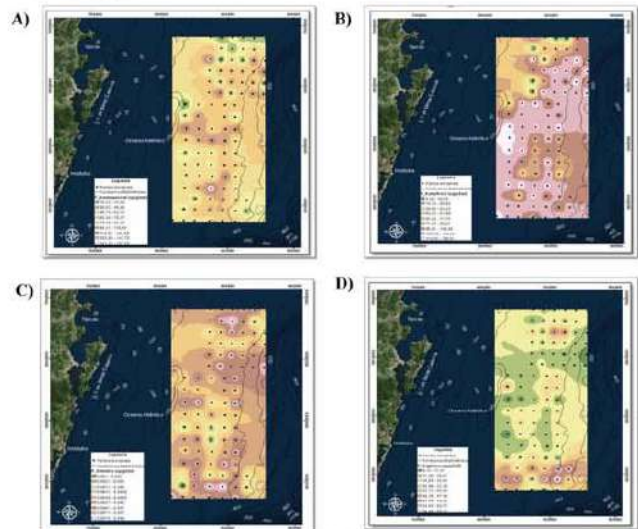


Figura 3. A) Distribuição da fração de fósforo biodisponível em  $\mu\text{g/gSed}$ , B) Distribuição da fração de fósforo autigênico em  $\mu\text{g/gSed}$ , C) Distribuição da fração de fósforo detrítico em  $\mu\text{g/gSed}$ ; D) Distribuição da fração de fósforo orgânico em  $\mu\text{g/gSed}$ .

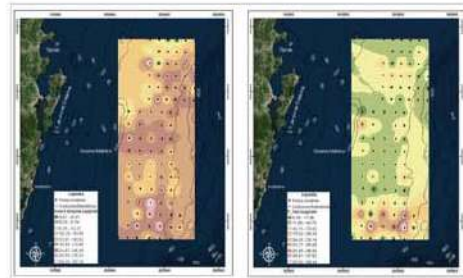


Figura 4. Distribuição da Soma das Extrações (à esquerda) e distribuição do fósforo total (à direita) na plataforma de Florianópolis.

#### CONCLUSÕES

- A distribuição das diferentes formas do fósforo obedeceu a seguinte ordem: P-autigênico (48,6%) > P-biodisponível (39,40%) > P-orgânico (11,96%) > P-detrítico (0,04%).
- Esta distribuição espacial apresentou fortes associações com parâmetros sedimentológicos com enriquecimento das frações na porção Sul coincidindo com sedimentos de granulometria fina.
- A Plataforma de Florianópolis apresenta condições ambientais que favorecem a deposição das diversas formas de fósforo e, por conseguinte a formação de rochas fosfatadas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APHA, AWWA, WEF 1990, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20a ed. Washington, D.C. CD-ROM.
- BERBEL, G. B. B. 2008. *Estudo do fósforo sedimentar e de suas especiações químicas em dois sistemas costeiros e Plataforma Continental Sudeste (Brasil) e Baía do Almirante (região anárquica) considerando suas relações biogeoquímicas*. Tese (Doutorado) – Oceanografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 102p.
- RUTTENBERG, K. C. 1992. Development of a sequential extraction method for different forms of phosphorus in marine sediments. *Limnology and Oceanography*: 37 (7): 1460-1482.

\*Instituição cedeira do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM).



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### GEOMORFOLOGIA DOS RECIFES AFOGADOS DE TAMANDARÉ-PE

SILVA, L.K.; GARCIA, K.B.; GOMES, M.P.; VITAL, H.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Luan Kawe Pantoja Silva,  
[luankawe13@hotmail.com](mailto:luankawe13@hotmail.com))

O presente estudo foi realizado na plataforma continental de Tamandaré-PE, com finalidade de mapear a geometria e entender a formação dos recifes afogados da região. Foi realizado um mapeamento geomorfológico que se utilizou de um sistema batimétrico de varredura por interferometria (EdgeTech 4600), com o apoio de uma embarcação de pequeno porte a uma velocidade de 5 nós. O processamento dos dados foi feito utilizando os softwares Hypack 2014 e ArcGis 10.3, para correção de navegação e movimento, marés, velocidade do som e filtragem de dados espúrios. Para modelagem tridimensional do terreno foi utilizado o interpolador inverso da distância (IDW) com malha de 2x2 m. Os resultados mostram um campo de recifes com 3,5 km de extensão e 1,3 km de largura, distribuídos paralelo a costa, cercado por fundo plano a profundidades de 25 m. O limite externo do campo de recifes possui maior gradiente de 3:5 com batentes de até 10 m de altura, enquanto há um gradiente suave de 5:15 do topo dos recifes em direção a costa e desníveis inferiores de 3 m no limite raso do corpo recifal. Internamente, os recifes ocorrem na forma de montículos ou agregados com altura variando de 2 a 5 m e diâmetro médio de 35 m, formando corredores interconectados entre os recifes. O campo de recifes é cortado a na direção E-W por um paleovale de pouca expressão superficial de 200 m de largura e 30 m de profundidade. A geometria do campo de recifes assemelha-se a recifes em franja, o que sugerem um desenvolvimento anexado a linha de costa, enquanto a distribuição e dimensões indicam recifes juvenis afogados em condição de baixo aporte sedimentar. Observações *in situ* (filmagens e amostragens) confirmam mudanças da composição da estrutura dos recifes e a cobertura superficial de algas predominante.

Palavras-chave: Recifes. Plataforma continental. Geohabitats.





## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### GEOMORFOLOGIA DOS RECIFES AFOGADOS DE TAMANDARÉ-PE

Luan Kawê Pantoja Silva<sup>1,2\*</sup>; Moab Praxedes Gomes<sup>1,3,4\*</sup>; Helenice Vital<sup>1,3,4\*</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental<sup>1</sup>; Departamento de Geofísica<sup>2</sup>; Departamento de Geologia<sup>3</sup>; Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica<sup>4</sup>



#### INTRODUÇÃO

Pesquisas realizadas nos oceanos utilizando métodos geofísicos tem se tornado cada vez mais comum para entender a dinâmica e a evolução da Terra. Os seus resultados aumentam o conhecimento científico e muitas vezes beneficiam a sociedade.

O presente estudo foi realizado na plataforma continental de Tamandaré-PE, paralelo à linha de costa, com finalidade de mapear e entender a formação dos recifes afogados da região (Figura 1).

Segundo Leão et al. (1990), a maioria dos geohabitats do estado de Pernambuco são constituídos por corpos alongados e descontínuos, com o eixo maior paralelo à linha de costa.



Figura 1. Mapa da localização.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O mapeamento geomorfológico da área utilizou-se de um sistema de batimétrico varredura por interferometria (Edge Tech 4600). O sistema se baseia na transmissão, reflexão e recepção das ondas acústicas. Para o processamento dos dados foram utilizados o software Hypack 2014 e o ArcGIS 10.3, onde foram utilizadas as ferramentas para a modelagem tridimensional da região.

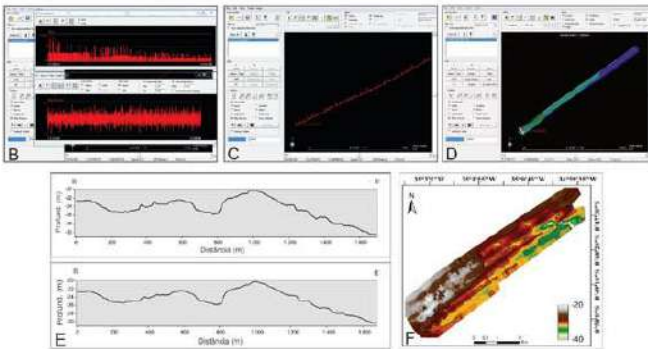


Figura 2. A) Fluxograma do processamento. B) Análise e correção dos dados e sensores. C) e D) Visualização e remoção de dados espúrios. E) Perfil B-B antes e depois da aplicação do filtro passa baixa. F) Resultado final

#### RESULTADOS

No resultado final do processamento foi possível identificar um campo de recifes com aproximadamente 4 km de extensão e 1,3 km de largura, distribuídos paralelo à costa, cercado pelo fundo oceânico com profundidade de 28 m.

O limite externo do campo dos recifes possui maior gradiente de 1:50 com batentes de até 10 m de altura, enquanto há um gradiente suave de 1:100 do topo dos recifes em direção à costa.

Internamente, os recifes ocorrem na forma de montículos ou agregados com altura variando de 2 a 5 m e diâmetro médio de 35 m, formando corredores interconectados entre os recifes.

O campo de recife é cortado na direção NW-SE por um paleovale com pouca expressão, em relação ao campo recifal, de 300 m de largura e profundidade de 40 m.

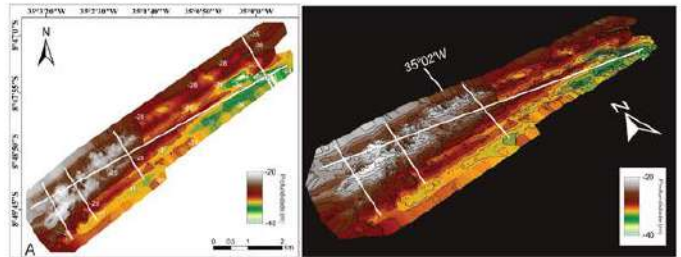


Figura 3. A) Visualização 2D do resultado final, nele estão dispostos perfis paralelo e perpendicular à área de estudo. B) Visualização 3D do resultado final, nele estão dispostos perfis paralelo e perpendicular à área de estudo.

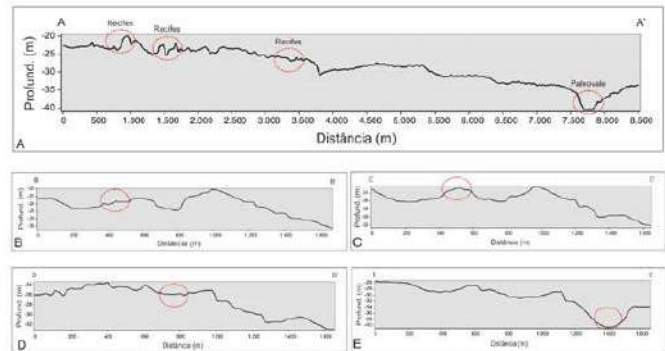


Figura 4. A) Perfil A-A' foi realizado paralelo à área de estudo para cobrir todas as informações da área. B) Perfil B-B' realizado perpendicular à área de estudo, mostrando o início do campo de recifes. C) Perfil C-C' realizado perpendicular à área de estudo, mostrando o meio do campo de recife. D) Perfil D-D' realizado perpendicular à área de estudo, mostra o final do campo de recifes. E) Perfil E-E' realizado paralelo à área de estudo, mostrando o paleovale.



Figura 5. A) Plano de recife coberto por sedimentos de areia. (FONTE: 2016). B) Cobertura superficial predominante por algas. C) Sedimentação do fundo oceânico. D) Cavernas entre recifes conectados. E) Cobertura superficial predominante por algas. F) Sedimentação do fundo oceânico.

#### CONCLUSÕES

Com o resultado final da área de estudo se faz uma análise prévia dos perfis traçados, tanto paralelo quanto perpendicular à área estudada, para entender melhor a geomorfologia do campo de recifes e do paleovale identificado.

Foi possível mapear a geomorfologia do campo de recifes e do paleovale utilizando perfis que mostraram gradientes significativos para a formação dos mesmos. Sendo o maior gradiente na porção externa dos recifes e menor na porção interna, sentido à linha de costa.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DOMÍNGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; LEÃO, Z.M.A.N. 1990. Geologia do Guetmêric Costeiro do Estado de Pernambuco. Rev. Bras. Geoc. 20(1-4):208-213.

AYRESNE, D.A. 2001. Usada Sísmica de Reflexão de Alta Resolução e de Sonografia na Exploração Mineral Submarina. Ver. Bras. Geof. 20(1): 571. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018. Cap. 1.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EVOLUÇÃO DEPOSICIONAL DO CANAL DE SANTOS, PORÇÃO NORTE DA BACIA DE SANTOS

DUTRA, I<sup>1</sup>; PANDOLPHO, B. T. <sup>1</sup>; MACHADO, A. A. <sup>1</sup>; BUENO, G.V. <sup>2</sup>; MAHIQUES, M. M. <sup>3</sup>;  
FETTER FILHO, A. F. H. <sup>1</sup>; THEODORO, C. E. <sup>4</sup>; KLEIN, A.H.F. <sup>1</sup>

Universidade Federal de Santa Catarina<sup>1</sup> (Isadora Dutra, [isaddutra@gmail.com](mailto:isaddutra@gmail.com)); Universidade Federal Fluminense<sup>2</sup>; Universidade de São Paulo<sup>3</sup>; Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello <sup>4</sup>

Este trabalho apresenta a identificação dos processos sedimentares que atuaram na evolução deposicional do canal contornítico de Santos, em sua porção norte. Para tal, foi realizada a análise sismofaciológica do preenchimento do canal. A investigação das seções sísmicas baseou-se na aplicação dos atributos Cosseno da Fase e Amplitude RMS com a finalidade de destacar a geometria do canal e os parâmetros dos refletores associados à deposição e litologia das camadas. As técnicas de processamento do sinal sísmico, contribuíram na definição de cinco fácies sísmicas e quatro eixos de migração do canal. Os estágios de incisão e preenchimento mostraram boa correlação com horizontes sísmicos identificados e datados para a região em trabalhos pretéritos. A idade geológica dos horizontes sísmicos descrita na literatura permitiu situar o contexto de deposição do canal com eventos climáticos e tectônicos que afetaram a bacia. Atribuiu-se a presença do canal à ação da circulação oceânica estabelecida desde o Oligoceno. A análise sísmica demonstrou que a reorientação da posição dos eixos, até então, foi controlada preferencialmente por fatores geomorfológicos e tectônicos, como a paleofisiografia da margem continental e a halocinese, que confinaram o padrão discreto de migração do canal em direção ao talude, por efeito de suas bordas. As oscilações da intensidade da corrente que formaram o canal foram interpretadas com base na mudança do estilo deposicional do seu preenchimento. O mapeamento de subsuperfície identificou o prolongamento do canal de Santos para nordeste da bacia, onde observou-se uma progressiva diminuição da ação da corrente, definida pelo padrão agradacional do canal e diminuição das feições erosivas. Internamente, o topo do canal é marcado por deslizamentos de massa datados do Quaternário, posteriormente cobertos por drapes hemipelágicos, o que implica da menor atuação das correntes na sedimentação. Dessa forma, esse trabalho contribui para o avanço no entendimento da formação e evolução de canais contorníticos – especialmente o Canal de Santos – abordando os elementos arquiteturais e caracterização faciológica de preenchimento, atualmente pouco explorados e descritos na literatura.

Palavras-chave: Canal de Santos. Canais contorníticos. Halocinese. Atributos sísmicos.

### INTRODUÇÃO

O canal de Santos (Duarte e Viana, 2007) é uma das maiores feições contorníficas da margem sudeste brasileira. O canal está localizado no talude continental da bacia de Santos e acompanha, por aproximadamente 250km, a isóbata de 1500m (Figura 1). As oscilações das correntes de fundo foram bem preservadas na sedimentação e evolução deposicional do canal contornífico de Santos, produtos da alternância de fases de erosão e deposição.

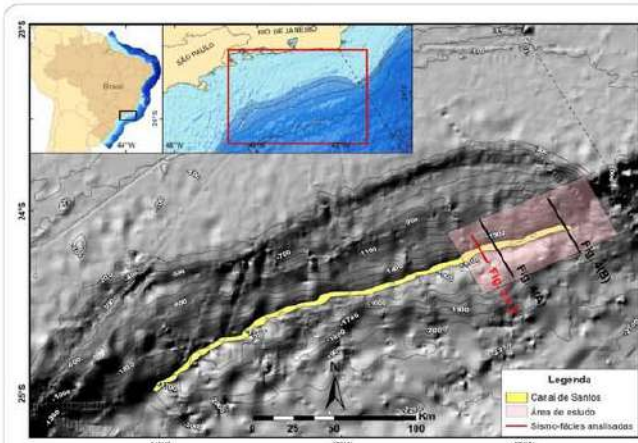


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo. De sul para norte da bacia de Santos, posição das seções sísmicas referentes a Figura 2, 3 e 4.

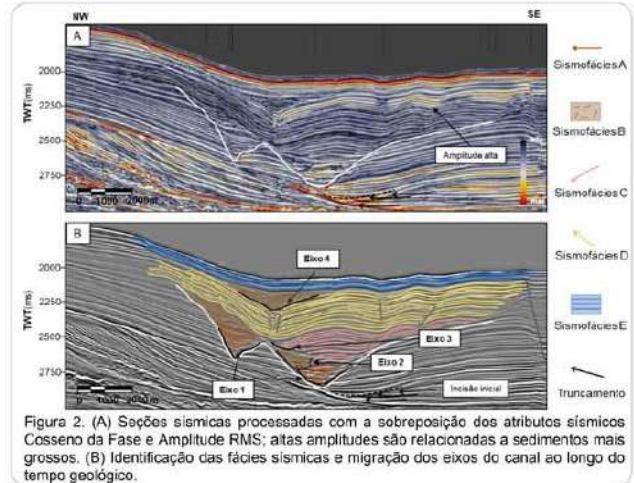


Figura 2. (A) Seções sísmicas processadas com a sobreposição dos atributos sísmicos Cosseno da Fase e Amplitude RMS; altas amplitudes são relacionadas a sedimentos mais grossos. (B) Identificação das fácies sísmicas e migração dos eixos do canal ao longo do tempo geológico.

Os primeiros estágios de preenchimento compreendem aos períodos com maior retrabalhamento de sedimentos pela corrente de fundo intercalados por depósitos de fluxos gravitacionais. Os dois estágios posteriores são marcados por feições mais discretas da atividade da corrente de fundo e depósitos de caráter agradacional (fácies sísmicas C e D). A paleogeografia da margem Eocênica e a halocinese mostraram-se determinantes na intensificação da corrente e no confinamento do padrão de migração do canal talude acima (Figura 4).

### MATERIAIS E MÉTODOS



### RESULTADOS

As flutuações de intensidade da corrente foram associadas ao padrão de preenchimento do canal, interpretado com base nas fácies sísmicas (Figura 2). O mapeamento da migração dos eixos foi importante para estabelecer o controle topográfico sobre a ação da corrente de fundo. Os quatro estágios de incisão e preenchimento do canal identificados foram correlacionados cronoestratigraficamente (Figura 3) com discordâncias anteriormente descritas na área de estudo: U1, U2, U3, U4, U5 e U6 (Duarte e Viana, 2007), e com a curva eustática de Haq et al, 1987 (modificada de Duarte e Viana, 2007).

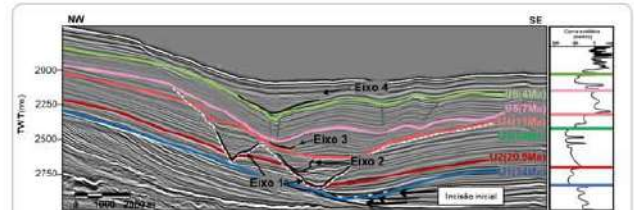


Figura 3. Correlação da evolução do sistema com discordâncias sísmicas de Duarte e Viana (2007) e a curva eustática de Haq et al, 1987 (modificada de Duarte e Viana, 2007) com as respectivas discordâncias posicionadas.

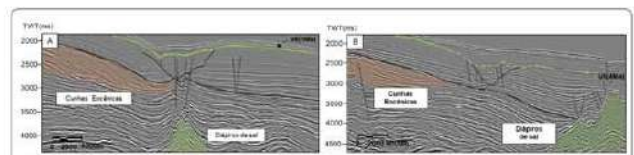


Figura 4. Expressão dos diápiros de sal (verde) e do talude Eocênico pré-existente (laranja) que controlaram o desenvolvimento do canal. As falhas de origem halocínica delimitadas pela discordância U6 evidenciam a intensa atividade do sal até o Plioceno-médio.

### CONCLUSÕES

Este trabalho contribui para o avanço do entendimento da formação e evolução dos canais contorníficos através do estudo de elementos arquiteturais e fácies sísmicas de preenchimento, especificamente, do canal de Santos. A diminuição da atividade da corrente levou o canal a fases de agradação e a feições erosivas menos pronunciadas. A migração do canal talude acima foi discreta e restringida pela expressão topográfica dos diápiros.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DUARTE, C.S.L.; VIANA, A.R. Santos Drift system: stratigraphic organization and implications for late Cenozoic paleocirculation in the Santos Basin, SW Atlantic Ocean. In: VIANA, A.R.; REBESCO, M. (Eds.) Economic and Paleogeographic Significance of Contourite Deposits. p. 171-198, 2007.  
HAQ, B. U.; HARDENBOL, J. A. N.; VAIL, P. R. Chronology of Fluctuating Sea Levels Since the Triassic. Science, v. 235, n. 4, 1987.

### AGRADECIMENTOS

À ANP pelos dados sísmicos disponibilizados, à PETROBRAS pelo suporte no desenvolvimento do termo de Cooperação entre PETROBRAS, ANP e UFSC. Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) através do projeto de número 88887.145393/2017-00.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ANÁLISE DE ATRIBUTOS SÍSMICOS INSTANTÂNEOS E SIMILARIDADE: APLICAÇÃO NA PORÇÃO OFFSHORE DA BACIA DE CAMPOS

ROMERO, P.B.<sup>1</sup>; LIMA, M.V.A.G.<sup>1</sup>; GUADAGNIN, F.<sup>1</sup>; CASSEL, M.C.<sup>2</sup>; SOUZA, E.G.<sup>1</sup>; SOARES, D.M.<sup>1</sup>; TAGLIEBER, J.C.H.<sup>1</sup>; SANTOS, K.B.M.<sup>1</sup>; SANTOS, J.O.<sup>1</sup>; AZEREDO, G.A.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Pampa<sup>1</sup> (Piero Bastos Romero, [pierobastos1994@gmail.com](mailto:pierobastos1994@gmail.com));  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>2</sup>

O método geofísico da sísmica de reflexão contribuiu de forma fundamental para a indústria petrolífera alcançar o atual cenário de exploração de hidrocarbonetos. Entretanto, há a contínua necessidade do aprimoramento de técnicas que visam contribuir de forma ainda mais precisa na definição de aspectos petrofísicos dos reservatórios. A análise de atributos sísmicos é uma ferramenta adicional na caracterização de sistemas petrolíferos, uma vez que permite uma melhor identificação de heterogeneidades presentes nos pacotes sedimentares. Os atributos sísmicos são gerados com o intuito de realçar características do meio, por vezes não visíveis no imageamento padrão. Há diferentes classes de atributos sísmicos. Os instantâneos (ou de amplitude) são cálculos aplicados ao dado sísmico *pós-stack* baseados no conceito de traço sísmico complexo, explorando a componente imaginária dos dados sísmicos reais a partir da Transformada de Hilbert. Já os atributos de similaridade (ou coerência) objetivam medir o grau de similaridade entre os traços adjacentes de uma seção sísmica. A Bacia de Campos consiste numa bacia de margem passiva, gerada através do rifteamento do supercontinente Gondwana. A geração, migração e acumulação de hidrocarbonetos nesta bacia é bastante diversificada no que tange ao traqueamento; sendo ele estrutural, estratigráfico, misto ou de diápiros salinos. O potencial petrolífero da Bacia de Campos é conhecido desde os anos de 1970 com a perfuração de poços em reservatórios turbidíticos do pós-sal. Com o avanço tecnológico e maior aquisição de dados sísmicos, passou-se cada vez mais explorar hidrocarbonetos em águas profundas e ultraprofundas, o que culminou com a descoberta de reservatórios associados a carbonatos microbiais do pré-sal. O presente trabalho fez uso da técnica de atributos sísmicos de amplitude e similaridade em seções sísmicas (2D) *pós-stack* da Bacia de Campos, disponibilizadas pelo BDEP/ANP. Objetivou-se complementar e realçar feições estruturais e estratigráficas previamente processadas e interpretadas e, além disso, obter informações vinculadas às geometrias verdadeiras dos principais horizontes sísmicos, a fim de subsidiar estudos relacionados à evolução tectono-sedimentar da bacia. Como resultados preliminares há a conversão dos levantamentos sísmicos em tempo para profundidade e interpretação de horizontes estratigráficos e estruturais. Foi possível identificar o limite da bacia com o embasamento e diferentes sistemas de falhas, relacionados ao embasamento e aos pacotes sedimentares superiores.

Palavras-Chave: Atributos Sísmicos. Interpretação Sísmica. Conversão Tempo-Profundidade. Bacia de Campos.

### ANÁLISE DE ATRIBUTOS SÍSMICOS INSTANTÂNEOS E SIMILARIDADE: APLICAÇÃO NA PORÇÃO OFFSHORE DA BACIA DE CAMPOS

ROMERO, P.B.<sup>1</sup>; LIMA, M.V.A.G.<sup>1</sup>; GUADAGNIN, F.<sup>1</sup>; CASSEL, M.C.<sup>2</sup>; SOUZA, E.G.<sup>1</sup>; SOARES, D.M.<sup>1</sup>; TAGLIEBER, J.C.H.<sup>1</sup>; SANTOS, K.B.M.<sup>1</sup>; SANTOS, J.O.<sup>1</sup>; AZEREDO, G.A.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Universidade Federal do Pampa; <sup>2</sup>Universidade do Vale do Rio dos Sinos

#### INTRODUÇÃO

A análise de atributos sísmicos é uma ferramenta adicional na caracterização de sistemas petrolíferos, uma vez que são gerados com o intuito de realçar características do meio, por vezes não visíveis no imageamento padrão.

A Bacia de Campos (Figura 1) possui uma área aproximada de 100.000 km<sup>2</sup>. Economicamente é a bacia brasileira mais prolífica, alojando mais de 90% das reservas petrolíferas brasileiras (Winter et al., 2007).

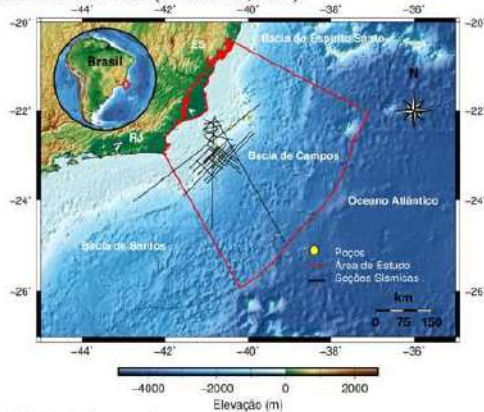


Figura 1. Bacia de Campos (Autor, 2019).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram disponibilizadas 31 seções sísmicas (2D) *pós-stack* e 8 poços de exploração e produção, fornecidas pelo BDEPI/ANP.

A análise foi realizada por Atributos Sísmicos Instantâneos (Envelope, Fase e Frequência), Pseudo-Relevo e Similaridade.

Os atributos sísmicos instantâneos são cálculos aplicados ao dado sísmico *pós-stack* baseados no conceito de traço sísmico complexo, explorando a componente imaginária dos dados sísmicos reais a partir da Transformada de Hilbert (Taner, 1979).

O atributo de similaridade expressa o quanto dois ou mais segmentos de traços são similares, tanto na direção da *crossline* como na *inline* (Chopra, 2001).

#### Line 0214\_0189

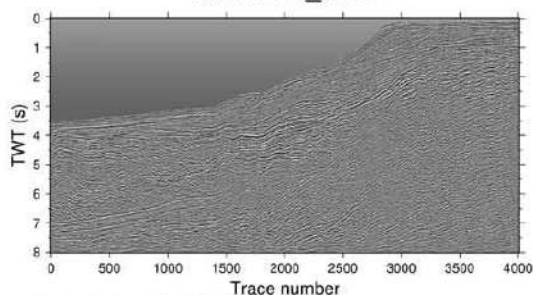


Figura 2. Seção sísmica 0214\_0189 (Autor, 2019).

#### RESULTADOS

##### Instantaneous attributes – envelope

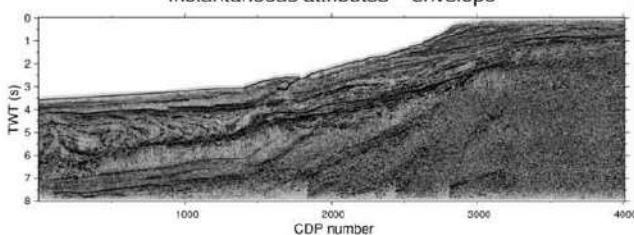


Figura 3. Seção sísmica 0214\_0189 com atributo sísmico instantâneo-envelope (Autor, 2019).

##### Instantaneous attributes – phase

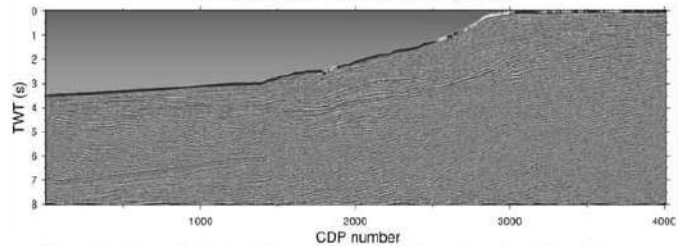


Figura 4. Seção sísmica 0214\_0189 com atributo sísmico instantâneo-fase (Autor, 2019).

##### Instantaneous attributes – frequency

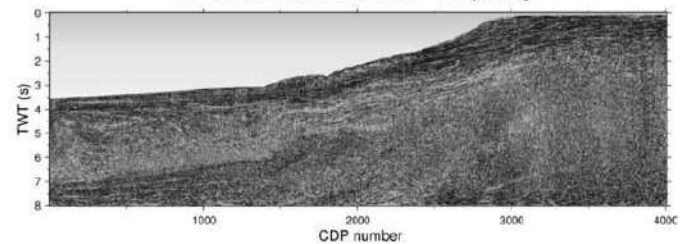


Figura 5. Seção sísmica 0214\_0189 com atributo sísmico instantâneo-frequência (Autor, 2019).

#### Line 0214\_0189\_hilb

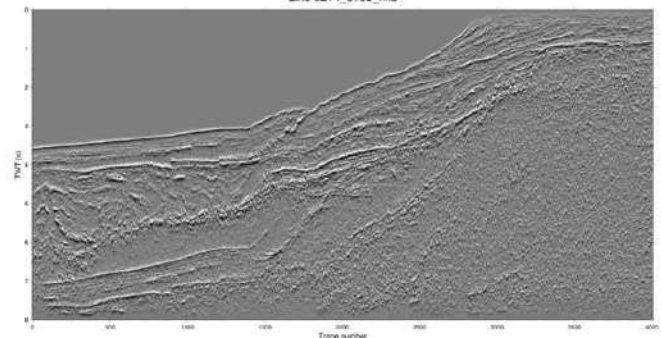


Figura 6. Seção sísmica 0214\_0189 com atributo sísmico Pseudo-Relevo. (Autor, 2019).

#### CONCLUSÕES

O objetivo do presente trabalho consistiu em realçar feições estruturais e estratigráficas da Bacia de Campos pela técnica de atributos sísmicos instantâneos, pseudo-relevo e similaridade. Evidencia-se uma melhora significativa na visualização pelo realce das estruturas geológicas nas seções sísmicas e conseqüentemente, uma melhor interpretação.

Foi possível identificar o limite da bacia com o embasamento, além de diferentes sistemas de falhas relacionados ao embasamento e aos pacotes sedimentares superiores.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHOPRA, S. Integrating coherence cube imaging and seismic inversion. *The Leading Edge*, 20, 354-362, 2001.  
 TANER, M.T.; KOEHLER, F.; SHERIFF, R.E. *Complex seismic trace analysis*. Geophysics, v. 44, n.º 6, 1041-1063, 1979.  
 WINTER, W. R.; JAHNERT, R. J.; FRAÇA, A. B. *Bacia de Campos*. Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 15, n.2, p.511-529, 2007.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### INVERSÕES DE DATAÇÕES $^{14}\text{C}$ EM FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS: INDICAÇÃO DE INSTABILIDADE DE TALUDE CONTINENTAL OU CORRENTES DE CONTORNO?

IBARRA, J.Y.S; FREIRE, T.M.; PIVEL, M.A.G.; PETRÓ, S.M.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Jaime Yesid Suarez Ibarra,  
[Jaime\\_yesid16@hotmail.com](mailto:Jaime_yesid16@hotmail.com))

Modelos de idade com base em datações radiométricas de  $^{14}\text{C}$  realizadas em carapaças de foraminíferos planctônicos fósseis, associadas a isótopos de oxigênio e ecobioestratigrafia, são essenciais para situar eventos paleoceanográficos no devido tempo geológico. É comum, no entanto, a ocorrência de inversões nas idades obtidas por este método, apresentando sedimentos mais superficiais com idades mais antigas que sedimentos mais profundos. O presente trabalho analisou amostras do testemunho de sondagem SAT-048A, com 3,55 m de recuperação, coletado no talude continental da Bacia de Pelotas, sob 1542 m de lâmina d'água. Com cerca de 210.000 km<sup>2</sup>, a Bacia de Pelotas situa-se no sul da margem continental brasileira, delimitada ao norte pelo alto de Florianópolis, divisa com a Bacia de Santos, e ao sul pelo Alto de Polônio, fronteira com o Uruguai. Foram analisadas cinco amostras, processadas de acordo com métodos tradicionais de recuperação de foraminíferos quaternários. O sedimento foi peneirado em malha de 150  $\mu\text{m}$  e a fração maior foi analisada em estereomicroscópio com aumento de 40x. Em cada amostra coletou-se 10 mg de carapaças da espécie *Globigerinoides ruber*, que foram lavadas em aparelho de ultrassom e enviadas ao Laboratório de Radiocarbono do Instituto de Física da UFF, que utilizou um espectrômetro de massa com acelerador para realizar as datações de  $^{14}\text{C}$ . Os resultados obtidos indicam uma inversão entre 113 e 85 cm, intervalo constituído por lama hemipelágica homogênea rica em carbonato, mostrando idades de 18,3 e 19,5 Ka respectivamente, apresentando assim uma amostra com idade mais antiga sobreposta a uma amostra mais recente. Inversões de idade similares ocorrem em outras localidades da margem continental sul-brasileira. A observação de tais inversões pode estar relacionada a feições morfológicas de fundo oceânico que podem interferir nos processos sedimentares, como a ação de correntes de turbidez ou de correntes de fundo oceânico que remobilizaram o sedimento hemipelágico na margem continental sul-brasileira no Quaternário. Como a inversão não está associada a mudanças de fácies no testemunho, que indicaria a ação de processos sedimentares episódicos, o intervalo com inversão de idade pode ocorrer devido a um retrabalhamento gradual das carapaças de foraminíferos planctônicos por correntes de fundo. Estudos futuros integrando micropaleontologia com geologia sedimentar e sismoestratigrafia são necessários para compreender a possível relação das inversões de idade com instabilidade do fundo oceânico.

Palavras-chave: Quaternário. Bacia de Pelotas. Radiocarbono.



## INVERSÕES DE DATAÇÕES <sup>14</sup>C EM FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS: INDICAÇÃO DE INSTABILIDADE DE TALUDE CONTINENTAL OU CORRENTES DE CONTORNO?

SUAREZ-IBARRA, J.Y.<sup>1</sup>; FREIRE, T.M.<sup>1</sup>; PIVEL, M.A.G.<sup>1</sup>; PETRÔ, S.M.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup>

### INTRODUÇÃO

Modelos de idade com base em datações radiométricas de <sup>14</sup>C realizadas em carapaças de foraminíferos planctônicos fósseis e subfósseis, associadas a isótopos de oxigênio e bioecozoneamentos, são essenciais para situar eventos paleoceanográficos no tempo geológico. É comum, no entanto, a ocorrência de inversões nas idades obtidas por este método (Sortor & Lund, 2011; Hoffman & Lund, 2012; Tessin & Lund, 2013; Portilho-Ramos *et al.*, 2019). O presente trabalho analisou amostras do testemunho de sondagem SAT-048A, coletado no talude continental da Baía de Pelotas, sob 1542 m de lâmina d'água (Fig. 1), e discute a relação de tais inversões de idade com processos de re-trabalhamento sedimentar do substrato oceânico, como correntes de contorno ou correntes de turbidez.

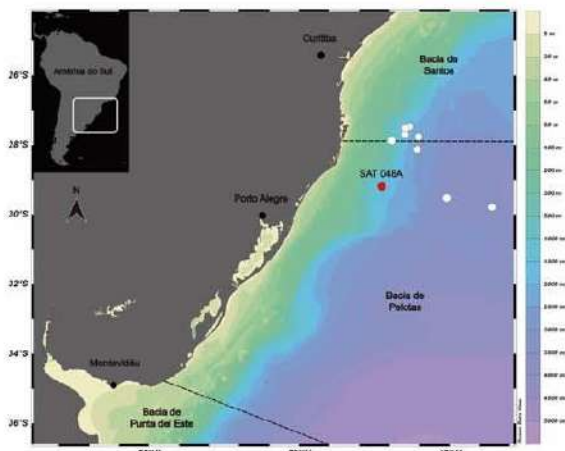


Figura 1. Localização do testemunho SAT-048A (círculo vermelho), recuperado do talude da Baía de Pelotas. Ao norte a Baía de Santos e ao sul a Baía de Punta del Este. Outros testemunhos que registram inversões nas datações de foraminíferos planctônicos em idades similares estão plotados com círculos brancos. Escala em detalhe de batimetria.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisadas nove amostras do testemunho SAT-048A (Fig. 2), com 3,55 m de recuperação, processadas de acordo com métodos tradicionais de recuperação de foraminíferos quaternários. O sedimento foi peneirado em malha de 150 µm e a fração maior foi analisada em estereomicroscópio com aumento de 40x. Em cada amostra coletaram-se aproximadamente 1000 carapaças da espécie *Globigerinoides ruber*, morfotipos *white* e *pink*, lavadas em ultrassom com água destilada e enviadas ao Laboratório de Radiocarbono do Instituto de Física da Universidade Federal Fluminense. As datações de <sup>14</sup>C foram realizadas em um espectrômetro de massa com aceleradores. As idades foram corrigidas por efeito reservatório global e local.

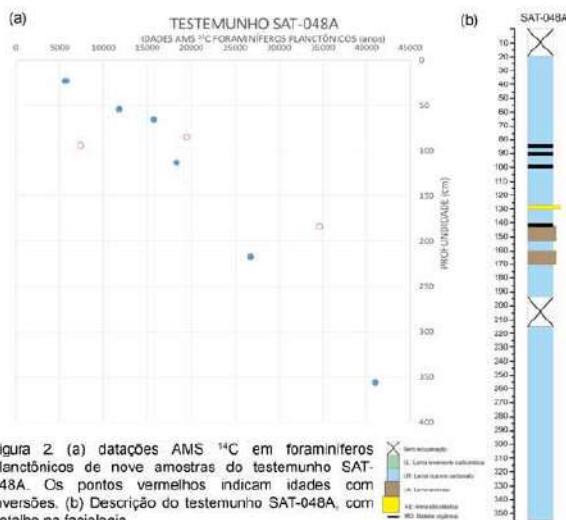


Figura 2 (a) datações AMS <sup>14</sup>C em foraminíferos planctônicos de nove amostras do testemunho SAT-048A. Os pontos vermelhos indicam idades com inversões. (b) Descrição do testemunho SAT-048A, com detalhe na faciologia

### RESULTADOS

Os resultados obtidos indicam duas inversões onde amostras com idades mais antigas ocorram sobrepostas a amostras mais recentes, a primeira entre 217 e 183 cm, intervalo constituído por lama hemipelágica homogênea rica em carbonato, mostrando idades de 26,8 ka e 34,6 ka respectivamente. A segunda inversão, entre 113 e 85 cm, apresenta níveis de matéria orgânica entre lama hemipelágica, com idades de 18,3 e 19,4 ka respectivamente, tendo a mesma dinâmica da inversão anterior.

### DISCUSSÃO

Inversões de idade similares ocorrem em outras localidades da margem continental sul-brasileira. A observação de tais inversões pode estar relacionada a feições morfológicas de fundo oceânico que podem interferir nos processos sedimentares, como a ação de correntes de turbidez ou de correntes de fundo oceânico que remobilizaram o sedimento hemipelágico na margem continental sul-brasileira no Quaternário (Fig. 3).

A evolução sedimentar das margens continentais do SW do Brasil, Uruguai e Argentina é vinculada à ação de correntes de fundo (Rebesco *et al.*, 2014). Ainda, sistemas contorníticos quaternários foram mapeados nos taludes continentais da Baía de Santos (Duarte & Viana, 2007), da porção uruguaia da Baía de Pelotas e da Baía de Punta Del Este (Hernández-Molina *et al.*, 2016). Assim, é provável que correntes de contorno também interferiram no registro sedimentar do Quaternário da porção brasileira do talude continental da Baía de Pelotas, retraindo o sedimento hemipelágico e interferindo nas datações radiométricas de carapaças de foraminíferos.

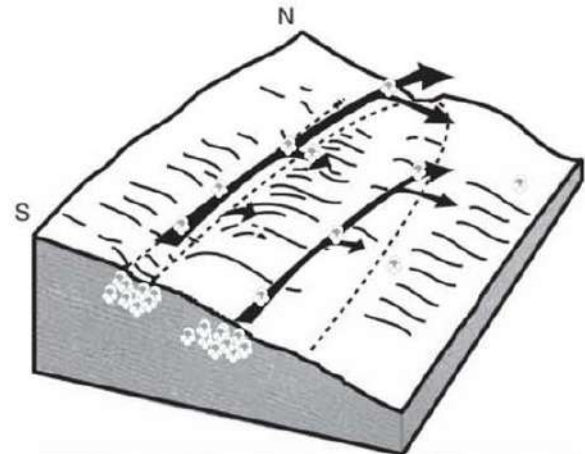


Figura 3. Modelo esquemático de remobilização de material hemipelágico e carapaças de foraminíferos pela ação de correntes de contorno (modificado de Kowsmann *et al.*, 2014, baseado em Viana *et al.*, 2002).

### CONCLUSÕES

Como as inversões não estão associadas a mudanças de fácies no testemunho, que indicaria a ação de processos sedimentares episódicos (e.g. correntes de turbidez), os intervalos com inversão de idades podem ocorrer devido a um re-trabalhamento gradual das carapaças de foraminíferos planctônicos por correntes de contorno. Para testar esta hipótese, é preciso compreender a evolução oceanográfica e sedimentar da porção offshore da Baía de Pelotas através de trabalhos futuros que integrem análises batimétricas, paleoceanográficas e sísmicas de sub-superfície.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Duarte, C.S. & Viana, A.R. (2007). Santos Shelf System: stratigraphic organization and implications for late Cenozoic paleocirculation in the Santos Basin, SW Atlantic Ocean. *Geological Society, London, Special Publications*, 278(1), 171-186.
- Hernández-Molina, F.J., Sale, M., Riola, A.R., Tomacini, J., Phou, B., Thompson, P., & Paterlini, M. (2016). A contourite depositional system along the Uruguayan continental margin: sedimentary, oceanographic and paleoceanographic implications. *Marine Geology*, 378, 333-349.
- Hoffman, J.L. & Lund, D.C. (2012). Refining the stable isotope budget for Antarctic Bottom Water: New foraminiferal data from the abyssal southwest Atlantic. *Paleoceanography*, 27(1).
- Kowsmann, R.O., Lima, A.C., Vcsilvi, M.A. (2014). Feições indicadoras de instabilidade geológica no talude continental e no Platô de São Paulo. In: Kowsmann R.O., editor. *Geologia e Geomorfologia rio de Janeiro: Elsevier, Habbits*, v. 1, p. 71-98.
- Portilho-Ramos, R.D.C., Pinho, T.M.L., Chieco, C.M., & Barbosa, C.F. (2019). Understanding the mechanisms behind high glacial productivity in the southern Brazilian margin. *Climate of the Past*, 15(3), 949-955.
- Rebesco, M., Hernández-Molina, F.J., Van Roco, D. & Wátzin, A. (2014). Contourites and associated sediments controlled by deep-water circulation processes: state-of-the-art and future considerations. *Marine Geology*, 352, 111-154.
- Sortor, R. N. & Lund, D. C. (2011). No evidence for a deglacial intermediale water  $\Delta^{14}C$  anomaly in the SW Atlantic. *Earth and Planetary Science Letters*, 310(1-2), 65-72.
- Tessin, A. C. & Lund, D. C. (2013). Isotopically depleted carbon in the mid-depth South Atlantic during the last deglaciation. *Paleoceanography*, 28(2), 296-308.
- Viana, A.R., Hercos, C.M., Almeida Jr., W., Magalhães, J.L., Anacleto, C. (2002). Evidence of bottom current influence on the Neogene to Quaternary sedimentation along the northern Campos Slops, SW Atlantic Margin. In: Slow, D.A., Pudsey, C.J., Howe, J.A., Faugères, J.C., Viana, A.R., editors. *deep-water contourite systems: modern drifts and ancient series, seismic and sedimentary characteristics*. London: Geological Society of London. *Geological Society Memoir*, 22, p. 249-259.

### Agradecimentos

Este trabalho foi financiado pelo Projeto CAPES/IODP Processo: 88887.091727/2014-01



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PRÁTICAS E TÉCNICAS EM EMBARQUES CIENTÍFICOS: UM OLHAR SOBRE O APRENDIZADO EM ALTO MAR

TRINDADE, S; LINHARES, B; ROCHA, B.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Simone Trindade, [Simone.Trindade@outlook.com](mailto:Simone.Trindade@outlook.com))

Durante o período de 15 a 19 de abril de 2019, 10 discentes do curso de graduação em Ciências Biológicas (ênfase em Biologia Marinha e Gestão Ambiental Marinha e Costeira) e três do curso de Geologia, ambos da UFRGS, estiveram embarcados a bordo do Laboratório de Ensino Flutuante, Ciências do Mar 1. Este foi o primeiro de quatro Laboratórios Flutuantes do MEC a entrar em operação que, assim como os outros três navios, tem como finalidade capacitar estudantes de cursos de graduação relacionados a ciências do mar, às atividades práticas e às técnicas realizadas durante embarques científicos. A atividade embarcada foi realizada entre as isóbatas de 30 e 100 metros, saindo de Rio Grande (RS) e atracando em Itajaí (SC). Durante esse trajeto, sempre que a condição do mar permitiu (Beaufort <5) foram realizadas estações oceanográficas, onde foram realizadas as mais diversas atividades, tais como: operação de instrumentos e equipamentos oceanográficos, garrafas de Niskin, rede de plâncton, disco de Secchi, amostragem de fundo marinho utilizando os amostradores Ekman e Van Veen e a coleta de parâmetros físico-químicos da água, utilizando o multiparâmetro e o CTD. Além disso, a metodologia de amostragem por distância para aves e mamíferos foi aplicada com o auxílio de binóculos reticulados e máquinas fotográficas para registro. No total, 5 estações oceanográficas foram realizadas em profundidades que variaram de 22 a 96 metros. Durante o trajeto, duas espécies de cetáceos com hábitos costeiros foram registradas. O golfinho-de-Lahille (*Tursiops gephyreus*) foi avistado na desembocadura da Lagoa dos Patos em grupos de 2 a 6 indivíduos (adultos e filhotes). O golfinho-pintado-do-atlântico (*Stenella frontalis*) foi avistado em águas da plataforma continental próximo à Ilha de Florianópolis. O tamanho do grupo foi de 30 a 35 indivíduos entre adultos, juvenis e filhotes. Doze espécies de aves marinhas foram registradas, pertencentes às ordens Charadriiformes, Suliformes e Procellariiformes. Destaca-se o registro de albatrozes e petréis ameaçados de extinção, segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN): a pardela-preta, *Procellaria aequinoctialis*, a pardela-de-óculos, *P. conspicillata* e o albatroz-de-nariz-amarelo, *Thalassarche chlororhynchos*. Todos os dados foram coletados seguindo um protocolo previamente estipulado através do preenchimento de planilhas específicas para cada procedimento. Os dados físico-químicos ainda estão em análise e sendo processados em laboratório. Informações relativas à análise sedimentológica das amostras de fundo, juntamente com o processamento, em softwares específicos, dos dados coletados com o CTD estão sendo realizados e poderão ser compilados em uma base regional. A complementação teórico-prática possibilitada através da atividade de embarque, representa um avanço na capacitação profissional dos cursos que abrangem as Ciências do Mar, colocando os alunos diretamente em contato com diferentes práticas e técnicas de amostragem no ambiente marinho, abordadas de forma teórica em outras disciplinas da graduação. Assim, o embarque teve seu objetivo completamente atendido por proporcionar um espaço importante para o aprendizado, favorecendo um novo olhar sobre a importância de atividades práticas na formação de recursos humanos na área de ciências do mar, tão fundamental para o desenvolvimento sustentável do país.

Palavras-chave: Oceanografia. Biologia Marinha. Geologia. Experiência embarcada.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### A SEDIMENTAÇÃO SUPERFICIAL DO TALUDE CONTINENTAL DAS BACIAS DO AMAZONAS & PARÁ-MARANHÃO

EL ROBRINI, M.; MENDES, A.A.C.; VASCONCELOS, J.J.V. De; CAMPOS, R.C.; COIMBRA, MVR.; PRAZERES, T.S.; MARTINS, L.A.

Universidade Federal do Pará (Maamar El Robrini; [robrini@ufpa.br](mailto:robrini@ufpa.br))

O estudo da geologia da Plataforma Continental Norte do Brasil foi intensificado, através do Projeto de Reconhecimento Global da Margem Continental Brasileira (REMAC - 1972 a 1983). A partir daí seguiram: o Multidisciplinary Amazon Shelf SEDiment Study (*AmasSeds* – 1989-1992) na Plataforma Continental do Amazonas (Brasil-USA), JOP'S (Brasil-Alemanha – 1994), o Programa REVIZEE (1995-2003), o Programa REMPLAC (a partir de 1997), entre outros. Pesquisas recentes estão sendo realizadas no Talude Continental das Bacias do Amazonas e Pará Maranhão. O talude continental situa-se entre as isóbatas de 80 m e 3.200 m, na parte SE e NW do Cone do Amazonas. Sua inclinação varia de 3° a 8°, atingindo 15° na parte superior, com presença de vários canyons submarinos conectados aos grandes rios. A aquisição de *piston corer* (cedidos pela ANP) foi realizada a bordo do Geoexplorer (USA). Estes testemunhos foram divididos em partes: A, B, C e D e abertos em seções longitudinais, fotografados e descritos macroscopicamente (estratigrafia, granulometria, estruturas sedimentares físicas e biogênicas, concentrações de Material Orgânico e Carbonato de Cálcio). Em geral, os sedimentos de fundo do talude continental são constituídos predominantemente de sedimentos siltosos (% máximo de 80%), sendo mais baixa a ocorrência de argila (7% - 30%) e areia (5%) com presença de fragmentos de conchas. A distribuição de matéria orgânica apresentou valores com média de 10% e máximo de 22,4%. A origem dos sedimentos do Talude Continental do Amazonas está relacionada com o aporte sedimentar do rio Amazonas, evidenciado pela alta concentração de Material em Suspensão na plataforma continental e pela constituição dos perfis estratigráficos com presença de material lamoso, com predominância de silte. Os sedimentos de fundo do Talude Superior do Amazonas apresentaram teores de carbonatos, com valores médios de 5%. Entretanto, em determinados trechos do talude continental superior ocorre presença de pacotes importantes de areias bioclásticas (% de Carbonato de Cálcio = 80%), provavelmente oriundas dos restos do paleo-recife.

Palavras-chave: Talude Continental. Bacia do Amazonas. Bacia do Pará-Maranhão. Sedimentação.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 06 de novembro de 2019, Porto Alegre - RS



### SEDIMENTAÇÃO SUPERFICIAL DO TALUDE CONTINENTAL DAS BACIAS DO AMAZONAS E PARÁ-MARANHÃO

EL-ROBRINI, M. I.; MENDES, C. A. C. I.; VASCONCELOS, J. J. V. De; CAMPOS, R. C. I.; COIMBRA, M. V. R. I.; PRAZERES, T. S. I.; MARTINS, L. A. I.

Grupo de Estudo Costeiros e Marinhos, Universidade Federal do Pará  
robrini@ufpa.br

#### INTRODUÇÃO

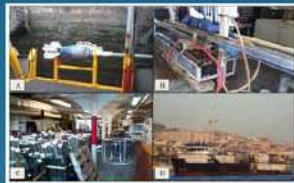
Os sedimentos marinhos são receptores finais de diversos compostos, com papel crucial nos ciclos biogeoquímicos participa da remobilização, retenção e biodisponibilidade de nutrientes. Além disso, esses sedimentos fornecem um registro de sinais climáticos relativos aos últimos 200 milhões de anos (Ma) (Dale; Prego, 2002; Godoi, 2013).

Em épocas de cheia, a vazão do rio Amazonas pode atingir 354.793m<sup>3</sup>/s e nas de baixa a vazão média é de 80.000m<sup>3</sup>/s. A descarga sedimentar do rio Amazonas contribui na construção do delta submarino que se estende da foz do rio até a parte média da plataforma continental. A pluma estuarina alimentada pela descarga hídrica do rio Amazonas se estende por 80-200km de largura na plataforma continental, fluindo para noroeste, já na interface água doce/ salgada ocorre a deposição de sedimento floculado.

Este Trabalho tem como objetivo analisar as principais características da sedimentologia do Talude da Plataforma do Amazonas, baseado em análises granulométricas de seções verticais com testemunhos *piston corer*, através de análise de estratigrafia rasa, das propriedades texturais e composicionais dos sedimentos de fundo.



Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, com destaque para os locais de coleta dos testemunhos na quebra do Talude Continental da foz do rio Amazonas.



#### MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no Talude Continental Superior do Amazonas, e está compreendida entre as latitudes de 2° e 4° N e as longitudes 45° e 47° W (Figura 1). O Talude continental do Amazonas está compartimentado entre as isobótas de 100m e 3.200m, nas porções a sudoeste e noroeste do Cone do Amazonas, com extensão de 650 km e 150 km, respectivamente.

Foram obtidos dois testemunhos de forma sub-superficial: S542 (1.405m) e S201 (2.195m) coletados mediante uso de testemunhadores do tipo piston corer.

O material foi lavado e seco em estufa até a secagem total. Em seguida, o material foi pulverizado e depois pesado (50g), posteriormente o material foi diluído com 200ml de água destilada para peneiramento a úmido utilizando uma peneira com abertura da malha de 0,062 mm, a fração retida voltou para a estufa a uma temperatura de 75°C e depois foi pesada e peneirada a seco através de um agitador de peneiras. Em seguida foi realizada a separação silte/argila em uma centrífuga, fazendo primeiramente a separação da argila a 2.000rpm por 2 minutos, após a separação o material é seco e pesado novamente.

Para as amostras arenosas a classificação granulométrica seguiu o método proposto por Wentworth (1922), para classificação de areia, silte e argila utilizou-se a classificação textural de Shepard (1954) e de Pejrup (1988). Para processamento dos parâmetros estatísticos granulométricos segundo os métodos de Folk e Ward (1957), foi utilizado o Sysgran 3.0 e o Microsoft Office Excel 2010, onde se calculou o diâmetro médio (Mz), mediana (Md), grau de seleção ou desvio padrão ( $\sigma$ ), assimetria (Sk) e curtose (K<sub>g</sub>).

#### RESULTADOS

O testemunho S542 apresentou coloração Pale Red 10R 6/2, Olive Gray 5Y 4/1, Light Brown 5YR 5/6 e Moderate Brown 5YR 3/4.

O testemunho S201 apresentou além de granulometria mais grosseira que o outro perfil, uma coloração clara Dark Yellowish Brown 10YR 5/6, Brownish Gray 5YR 4/1 e algumas manchas de coloração amarelada características de material oxidado.

No testemunho S542 observou-se a presença de areia fina, pobremente selecionada, com curtose variando de platicúrtica a mesocúrtica e assimetria variando de aproximadamente simétrica, muito positiva e positiva.

No testemunho S201, predominância de areia média a areia muito fina, com seleção variando de pobremente selecionadas a muito pobremente selecionadas, com curtose variando de platicúrtica a mesocúrtica e assimetria variando de positiva a muito positiva, com curtose variando de platicúrtica a mesocúrtica e assimetria positiva.

O testemunho S542 foi classificado pelo diagrama de Shepard (1954) com sedimento: silte arenoso, silte e silte argiloso.

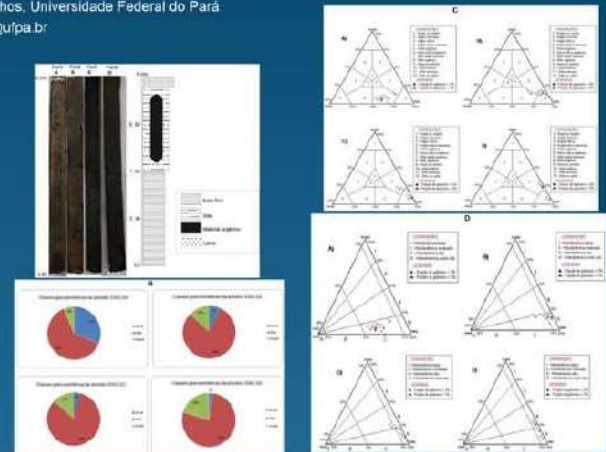


Figura 2. Granulometria do testemunho S542. A) Perfis sedimentológicos; B) Classes granulométricas de cada seção do testemunho; C) Diagrama de Shepard das amostras; D) Diagrama de Pejrup dos testemunhos.

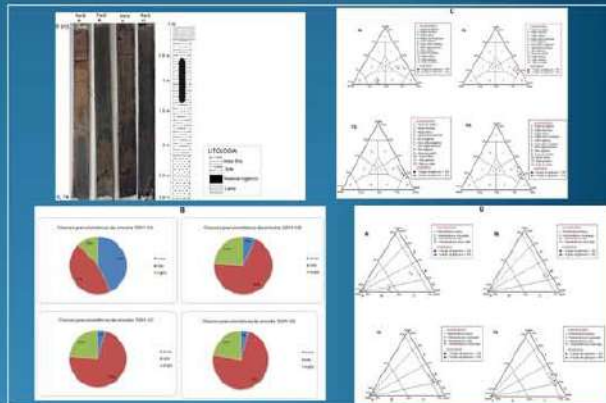


Figura 3. Granulometria do testemunho S201. A) Perfis sedimentológicos; B) Classes granulométricas de cada seção do testemunho; C) Diagrama de Shepard das amostras; D) Diagrama de Pejrup dos testemunhos.

#### CONCLUSÕES

Com base na análise da textura e compilação dos dados obtidos, os sedimentos superficiais de fundo do Talude continental dos estados do Pará e Maranhão são essencialmente lamosos, predominantemente siltosos com valores variando de 53% a 96%. Os parâmetros granulométricos mostraram-se aproximadamente homogêneos, com classificações verbais dominantes de curtose, assimetria, grau de seleção e diâmetro médio de muito leptocúrtica, muito positiva, pobremente selecionada e silte grosso respectivamente.

Os teores de matéria orgânica variaram de 0% a 90%, com os maiores valores no testemunho localizado mais próximo da costa (T61). Não foram observadas variações relacionadas ao sentido topo-base em nenhum dos testemunhos. Os teores de carbono variaram de 0 a 61%.

Os sedimentos apresentaram características de origem continental sujeita a condições energéticas altas a muito altas, possivelmente oriundas da bacia do Amazonas ou de sistemas estuarinos adjacentes sendo necessária a análise mais detalhada dos sedimentos para afirmar de forma segura a proveniência dos sedimentos do talude continental do Pará-Maranhão.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dale, A. W., & Prego, R. (2002). Physico-biogeochemical controls on benthic pelagic coupling of nutrient fluxes and recycling in a coastal upwelling system. *Marine Ecology Progress Series*, 235, 15-28.
- Godoi, A. C. (2013). *Remineralização da matéria orgânica sedimentar em resposta à simulação de processos oceanográficos* (Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo).



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### SIZE VARIATION OF *UVIGERINA* IN RESPONSE OF THE ORGANIC CARBON TRANSPORT OF SANTOS BASIN CONTINENTAL SLOPE IN THE LAST 123.000 YEARS

MOLINA, G.M.<sup>1</sup>; DIAS, B.B.<sup>2</sup>; GUERRA, H.A.<sup>3</sup>; ALBUQUERQUE, A.L.<sup>2</sup>

Universidade do Estado de São Paulo<sup>1</sup> (Giulia Silveira Molina, [giuliamolina@gmail.com](mailto:giuliamolina@gmail.com));  
Universidade Federal Fluminense<sup>2</sup>; Universidad de Cádiz - Espanha<sup>3</sup>

Benthic foraminifera are organisms that respond primarily to variations in the quality and quantity of organic material deposited in the sediment, and because they respond to this variation, they are widely used in studies of changes in paleoproductivity that occur in glacial-interglacial cycles. However, more studies are required to comprehend the relationship between the variation of benthic foraminifera species, with the contribution of organic matter and the dynamics of the Atlantic Meridional Overturning Circulation. In order to understand the variations in organic carbon transport in the Santos Basin, this work aims to evaluate the size of infauna species called *Uvigerina* (*Uvigerina peregrina* and *Uvigerina peregrina parva*) as a possible proxy for paleoproductivity and oxygenation, in addition to understand the dynamics of *Uvigerina* species and opportunistic species (*Alabaminella weddellensis* and *Epistominella exigua*) and during the last glacial-interglacial cycle. Micropaleontological and geochemical analyzes of the marine sediment core GL-1090 on the continental slope of the Santos Basin at a depth of 2,225 m, were carried out in order to understand the changes in the transport of organic carbon in the last 123,000 years. The results showed that the size of the *U. peregrina* can be used only as a productivity proxy at mid depths in the Brazilian margin, since it did not present a correlation with oxygenation in millennial scales. The size of the tests showed to be larger during the marine isotope stage (MIS) 3, and it is related to a greater vertical transport of organic carbon. The increase of primary productivity and the greater accumulation of organic carbon in the sediments during this period indicate MIS 3 as the most productive stage of the last glacial period. In addition, during the cold millennial events of the last glacial period, the vertical transport of carbon may have been reduced and seasonal, providing benefits only for opportunistic species as *E. exigua* and *A. weddellensis*, and making impossible the accumulation of carbon in the sediment. Despite these evidences and the good correlation between *U. peregrina* size and the vertical transport of carbon, a better resolution of biometric analyzes is needed in order to confirm the evidence of decreasing the size of the tests during cold millennial events.

Keywords: Paleoproductivity. *U. peregrina*. Biometry. Micropaleontology.

### SIZE VARIATION OF *UVIGERINA* IN RESPONSE OF THE ORGANIC CARBON TRANSPORT OF SANTOS BASIN CONTINENTAL SLOPE IN THE LAST 123,000 YEARS

Molina, G.S.<sup>1</sup>; Dias, B.B.<sup>2</sup>; Guerra, H.A.<sup>3</sup>; Albuquerque, A.L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Oceanográfico, Universidade do Estado de São Paulo – Brasil; <sup>2</sup>Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense – Brasil;

<sup>3</sup>Centro Superior de Investigaciones Científicas, Universidad de Cádiz - Espanha

\*[guiamolina@gmail.com](mailto:guiamolina@gmail.com)

#### INTRODUCTION

Benthic foraminifera are organisms that respond primarily to variations in the quality and quantity of organic material deposited in the sediment, and because they respond to this variation, they are widely used in studies of changes in paleoproductivity that occur in glacial-interglacial cycles. Micropaleontological and geochemical analysis were carried out in order to understand the variations in organic carbon transport in the Santos Basin. This work aims to evaluate the size of infauna species called *Uvigerina* (*Uvigerina peregrina* and *Uvigerina peregrina parva*) as a possible proxy for paleoproductivity and oxygenation, in addition to understand the dynamics of *Uvigerina* species and opportunistic species (*Alabaminella weddellensis* and *Epistominella exigua*) during the last glacial-interglacial cycle.

#### MATERIAL AND METHODS

The 75 samples were analyzed from the marine sediment core GL-1090 (Figure 1) on the continental slope of the Santos Basin at a depth of 2,225 m.



Figure 1. Location of the sediment core GL-1090.

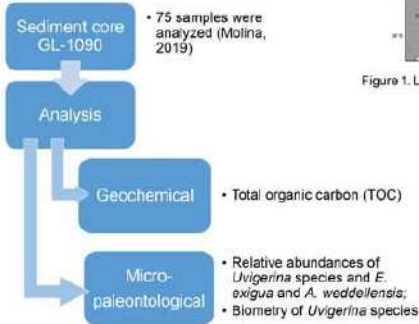


Figure 2. Length and width dimensions of the species' tests measured. Scale bar represents 100 µm.

#### Biometry of *Uvigerina* species

Each foraminiferal specimen was photographed using a mounted AxioCam in an epi-illumination, to determine test volume and surface area.

The length and width of each test (figure 2) were measured from the digital images using the computer software program Zen.

Test volume was calculated based on Payne et al., 2012.

#### RESULTS AND DISCUSSION

- Size of the *U. peregrina* can be used only as a productivity proxy at mid depths in the Brazilian margin, since it did not present a correlation with oxygen concentration in millennial scales.
- Size of the tests showed to be larger during the MIS 3, and it is related to a greater vertical transport of organic carbon.
- The increase of primary productivity and the greater accumulation of organic carbon in the sediments during MIS 3 seems to be the most productive stage of the last glacial period. In addition, during the cold millennial events of the last glacial period, the vertical transport of carbon may have been reduced and seasonal, providing benefits only for opportunistic species as *E. exigua* and *A. weddellensis*, and making impossible the accumulation of carbon in the sediment.

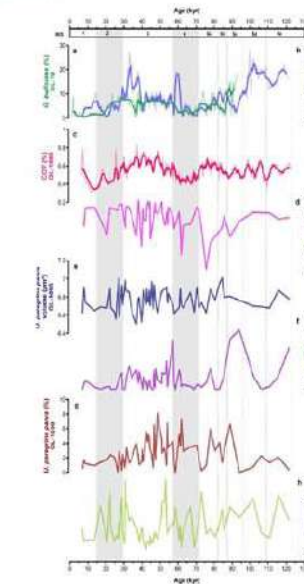
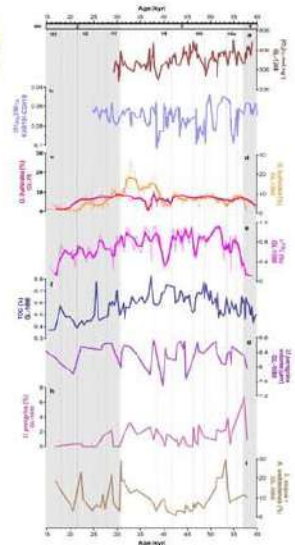


Figure 3 Variation of (a) *G. bulloides* relative abundance of core GL-75 (PORTILHO-RAMOS et al., 2015); (b) *G. bulloides* relative abundance of GL-1090 (LESSA et al., 2017); (c) total organic carbon (TOC); (d) *U. peregrina* volume; (e) *U. peregrina parva* volume; (f) *U. peregrina* relative abundance; (g) *U. peregrina parva* relative abundance; and (h) *E. exigua* e *A. weddellensis* relative abundances of GL-1090. White band represents MIS 1, 3 and 5, while grey band represents MIS 2 and 4. Dashed lines represent the subdivisions of MIS 5 in a, b, c, d and e.

Figure 4. Variation of (a) oxygen concentration [O<sub>2</sub>] of core GL-1248 (GONÇALVES et al., in prep.); (b) <sup>234</sup>Th/<sup>230</sup>Th ratio of core KNR191-CDH19 (HENRY et al., 2016); (c) *G. bulloides* relative abundance of core GL-75 (PORTILHO-RAMOS et al., 2015); (d) *G. bulloides* relative abundance of GL-1090 (LESSA et al., 2017); (e) GL-1090 benthic foraminifera δ<sup>13</sup>C (SANTOS et al., 2017); (f) total organic carbon (TOC); (g) *U. peregrina* volume; (h) *U. peregrina* relative abundance; and (i) *E. exigua* + *A. weddellensis* relative abundances of GL-1090. White band represents MIS 3, while grey bands represent MIS 2 e 4. Dashed lines represent Heinrich events (H) 1, 2, 3, 4, 5 and 5a.



#### CONCLUSIONS

Despite the evidences cited above and the good correlation between *U. peregrina* size and the vertical transport of carbon, a better resolution of biometric analyzes is needed in order to confirm the evidence of decreasing the size of the tests during cold millennial events. In addition, more studies are required to comprehend the relationship between the variation of benthic foraminifera species, with the contribution of organic matter and the dynamics of the Atlantic Meridional Overturning Circulation.

#### REFERENCES

- Henry, L. G. et al., 2016. North Atlantic ocean circulation and abrupt climate change during the last glaciation. *Science*, v. 353, n. 6298, p. 470-474.
- Lessa, D. V. O. et al., 2017. Offshore expansion of the Brazilian coastal upwelling zones during Marine Isotope Stage 5. *Global and Planetary Change*, v. 158, n. September, p. 13-20.
- Molina, G.S., 2010. Resposta dos foraminíferos bentônicos indicadores de paleoproductividade às variações no transporte de carbono orgânico no flanco continental da Bacia de Santos nos últimos 130.000 anos. Monografia de Bacharelado. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 54p.
- Payne, J. L. et al., 2012. Late paleozoic fusulinoid gigantism driven by atmospheric hypoxia. *Evolution*, v. 66, n. 9, p. 2929-2939.
- Portilho-Ramos, R. DA C. et al., 2015. Variability of the upwelling system in the southeastern Brazilian margin for the last 110.000 years. *Global and Planetary Change*, v. 135, p. 179-189.
- Santos, T. P. et al., 2017. Prolonged warming of the Brazil Current precedes deglaciations. *Earth and Planetary Science Letters*, v. 463, p. 1-12.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO GÊNERO *CALCIDISCUS* DURANTE OS ÚLTIMOS 14.000 ANOS NA BACIA DE SANTOS

MOLINA, G.M.; FERRARESE, H.B.; PEDRÃO, G.A.; TOLEDO, F.A.L.; COSTA, K.B.

Universidade de São Paulo (Giulia Silveira Molina ([giuliamolina@gmail.com](mailto:giuliamolina@gmail.com)))

Os oceanos e a sua interação com a atmosfera possuem um papel fundamental no sistema climático, e a produção biológica marinha, por sua vez, constitui um parâmetro essencial no estudo da evolução paleoceanográfica de uma região. As alterações na concentração de CO<sub>2</sub> ocasionadas pelas flutuações na produtividade também podem contribuir para as alterações na temperatura média global. Os coccolitoforídeos são um dos maiores grupos de produtores primários dos oceanos e possuem grande importância no ciclo do CO<sub>2</sub> uma vez que transportam carbono orgânico e carbonato para o fundo marinho. Com o objetivo de entender as variações do tamanho dos coccolitoforídeos do gênero *Calcidiscus*, este trabalho pretende comparar os dados morfométricos com os de temperatura da superfície do mar (TSM) e proxies de paleoprodutividade baseados em coccolitoforídeos e foraminíferos planctônicos. Medidas do diâmetro do escudo distal foram feitas em 100 cocólitos em 42 amostras do testemunho marinho KF-02, localizado no talude continental da Bacia de Santos, a uma profundidade de 827 m. Os espécimes foram selecionados sob um microscópio polarizado e analisados com o software Axio VS40 V4.8. Os grupos de tamanho de *Calcidiscus* foram designados como: Pequeno (<5 µm), Intermediário (5-8 µm) e Grande (> 8 µm). A variação do tamanho de *Calcidiscus* apresentou relação moderada com proxies de produtividade e correlação fraca, mas significativa com a TSM. Nenhuma correlação entre as categorias de tamanho de *Calcidiscus* e os índices de preservação foi encontrada. O grupo *Calcidiscus* Grande mostrou correlação positiva com a produtividade, e as maiores abundâncias ocorreram durante o deglacial tardio e início do Holoceno. O *Calcidiscus* Intermediário dominou o intervalo de tempo estudado, apresentando maior abundância principalmente de 9.700 anos para o recente com um aumento da TSM, associado ao deslocamento da Corrente do Brasil em direção ao continente. No entanto, durante intervalos de TSM mínima (14-12.000 anos e 9-8.000 anos), o *Calcidiscus* Intermediário aumentou a sua abundância, enquanto o *Calcidiscus* Grande diminuiu. O grupo *Calcidiscus* Pequeno apresentou abundância menor e uma tendência semelhante ao *Calcidiscus* Intermediário, aumentando sua abundância durante o Holoceno. Também foi observada uma forte correlação entre as estimativas do nível relativo do mar (a partir dos isótopos de oxigênio) e da variação do tamanho de *Calcidiscus*. O *Calcidiscus* Grande apresentou maior abundância durante o nível relativo do mar baixo, possivelmente relacionado à influência da entrada de nutrientes da água costeira. A análise por microscopia de polarização foi útil para identificar a variação do tamanho dos gêneros de *Calcidiscus* com custos mínimos e rápidos resultados. Além disso, a variação de tamanho nos permite obter mais informações do que apenas a abundância do próprio gênero, que por si só, não forneceu correlações significativas com outros proxies.

Palavras-chave: Morfometria. *Calcidiscus leptoporus*. Paleoprodutividade. Bacia de Santos.

### ANÁLISE MORFOMÉTRICA DO GÊNERO *CALCIDISCUS* DURANTE OS ÚLTIMOS 14,000 ANOS NA BACIA DE SANTOS

Molina, G.S.<sup>1</sup>; Ferrarese, H.B.<sup>1</sup>; Pedrão, G.A.<sup>1</sup>; Toledo, F.A.L.<sup>1</sup>; Costa, K.B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Oceanográfico, Universidade do Estado de São Paulo – Brasil

\*[gquiemolina@gmail.com](mailto:gquiemolina@gmail.com)

#### INTRODUÇÃO

Os coccolitoforídeos são um dos maiores grupos de produtores primários dos oceanos e possuem grande importância no ciclo do CO<sub>2</sub> uma vez que transportam carbono orgânico e carbonato para o fundo marinho. Com o objetivo de entender as variações do tamanho dos coccolitoforídeos do gênero *Calcidiscus*, este trabalho pretende comparar os dados morfométricos com os de temperatura da superfície do mar (TSM) e nível relativo do mar (NRM) e proxies de paleoprodutividade (PP) baseados em coccolitoforídeos e foraminíferos planctônicos.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras analisadas foram selecionadas do testemunho marinho KF-02, localizado no talude continental da Bacia de Santos, a uma profundidade de 827 m.

Figura 1. Localização do testemunho KF-02.

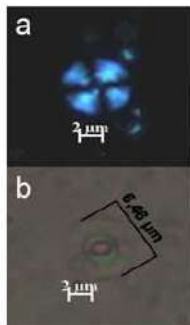
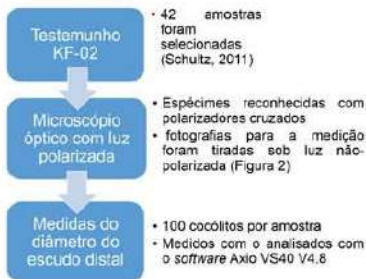


Figura 2. Fotos dos cocólitos de *Calcidiscus* spp. a) polarizadores cruzados b) luz não-polarizada

Os grupos de tamanho de *Calcidiscus* foram designados como: Pequeno (<5 µm), Intermediário (5-8 µm) e Grande (> 8 µm), de acordo com diversos autores (Knappertbusch et al., 1997; Kleijne, 1993; Young et al., 2005)

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Correlação de Pearson	<i>Calcidiscus</i> P (≤ 5µm)	<i>Calcidiscus</i> M (5 – 8)	<i>Calcidiscus</i> G (> 8µm)
NRM (m)	<b>0,38</b>	<b>0,64</b>	<b>-0,65</b>
TSM	0,16	<b>0,34</b>	<b>-0,32</b>
PP	<b>-0,59</b>	<b>-0,52</b>	<b>0,54</b>
G. bulloides/G. ruber	-0,21	<b>-0,56</b>	<b>0,53</b>

Valores em negrito correspondem às correlações significativas (p < 0,05)

- Variação do tamanho de *Calcidiscus* → relação moderada com proxies de produtividade e correlação fraca, mas significativa com a TSM.
- Grupo *Calcidiscus* Grande → correlação positiva com a produtividade, e as maiores abundâncias ocorreram durante o deglacial tardio e início do Holoceno.

- O *Calcidiscus* Intermediário:

- dominou o intervalo de tempo estudado.

- Apresentou maior abundância (de 9.700 anos para o recente) com um aumento de TSM associado ao deslocamento da Corrente do Brasil em direção ao continente.

- durante intervalos de TSM mínima (14-12.000 anos e 9-8.000 anos), a abundância desse grupo aumentou, enquanto o *Calcidiscus* Grande diminuiu.

- Grupo *Calcidiscus* Pequeno → menor abundância e tendência semelhante ao *Calcidiscus* Intermediário (aumentando sua abundância durante o Holoceno).

- Forte correlação entre as estimativas do NRM e da variação do tamanho de *Calcidiscus*.

- Calcidiscus* Grande → maior abundância durante o NRM baixo, possivelmente relacionado à influência da entrada de nutrientes da água costeira.

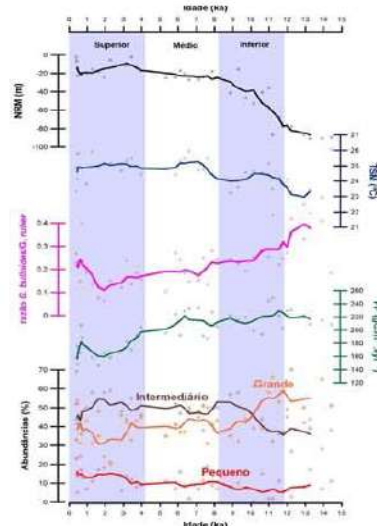


Figura 3. A: Nível Relativo do Mar (o presente estudo). B: TSM (baseado em foraminíferos planctônicos) (Piveli et al., 2013). C: Razão *Globobulimina bulloides* and *Globobulimina ruber* (Piveli et al., 2011). D: PP estimada a partir da abundância de *Floisphaera profunda* (Ferrarese, 2010). E: Abundâncias (%) de *Calcidiscus* Grande (linha marrom), Intermediário (linha laranja) e Pequeno (linha vermelha).

#### POR QUE A MEDIÇÃO DE *CALCIDISCUS* É ÚTIL?

Análises no microscópio óptico com luz polarizada foi útil para identificar a variação do tamanho dos organismos do gênero *Calcidiscus* com custos mínimos e rápidos resultados. Além disso, a variação morfométrica nos permitiu obter mais informações do que somente a abundância de *Calcidiscus*, parâmetro o qual sozinho não forneceria correlações significativas com outros proxies.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ferrarese, H.B., 2010. Variações de produtividade na porção do Atlântico Sul ao longo dos últimos 1 mil anos a partir de estudo quantitativo de nanofósseis calcários. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, 84p.

Kleijne, A., 1993. Morphology, Taxonomy and Distribution of the Extant Coccolithophorids (Calcareaous Nannoplankton). Ph.D Thesis. Vrije Universiteit Amsterdam, 321 p.

Knappertbusch, M., Cortés, M.V., Thierstein, H.R., 1997. Morphologic variability of the coccolithophore *C. leptopus* in the plankton, surface sediments and from the Early Pleistocene. Marine Micropaleontology 30:293-317.

Piveli, M.A.G. et al., 2013. The Holocene onset in the southwestern South Atlantic. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 374, 164-172.

Schultz, G. G., 2011. Avaliação morfométrica de *Calcidiscus leptopus* nos últimos 15.000 anos a partir de um testemunho na Bacia de Santos. Monografia de Bacharelado. Universidade de São Paulo, 59p.

Young, J.R., Geisen, M., Probert, I., 2005. A review of selected aspects of coccolithophore biology with implications for paleobiodiversity estimation. Micropaleontology 51, 267-286.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### MAPEAMENTO DE DEPÓSITOS CARBONÁTICOS NA PLATAFORMA INTERNA DO LITORAL SUL DO RIO GRANDE DO SUL

OKOE, P. M. N. A.; TOLDO E. E. J.; FICK C.; NUNES J. C. R.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Paul Michael Nii Anang Okoe;  
[paulokoe@yahoo.com](mailto:paulokoe@yahoo.com))

A interação entre sedimentos bioclásticos, energia das ondas e correntes, determinam as características morfodinâmicas de um trecho da costa entre Rio Grande e Arroio Chuí no estado do Rio Grande do Sul, conhecido como os Concheiros do Albardão, se estende na plataforma interna adjacente por aproximadamente 200 km. O fundo da plataforma é marcado por várias cristas de areia, com eixos longos e alinhamento de cerca de 35° na direção NE com a linha de costa. O flanco mais inclinado pode estar voltado para a costa ou para o mar. Todas as regiões estudadas possuem extensos depósitos bioclásticos principalmente Holocênica. Este trabalho tem como objetivo mapear, descrever e interpretar as fácies carbonáticas ao longo do antepraia e da plataforma interna. A metodologia utilizada compreende um conjunto de cento e oitenta (180) amostras de sedimentos coletadas em três campanhas oceanográficas (GEOMAR IV, VI e VII), realizadas pelo Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CECO - UFGRS). A área analisada abrange 71.000 km<sup>2</sup>. Os amostradores utilizados na coleta dos sedimentos foram Van Veen e Shipek *grab*. Para classificar os sedimentos bioclásticos, em termos de análise faciológica, foi empregada a classificação para rochas carbonáticas. Para tanto, as amostras de sedimento foram fracionadas por peneiramento, em três intervalos granulométricos (<0,062 mm, 0,062-2 mm, >2 mm), separando materiais bioclásticos (fábrica: moluscos inteiros e fragmentos) dos sedimentos lamosos e arenosos (matriz). A partir da análise e classificação, foi gerado um mapa de fácies sedimentares integrado à base batimétrica. Os resultados indicam que nas regiões mais profundas da plataforma interna, ocorrem extensos depósitos de *mudstones* e *wackstones* com geometria alongada, enquanto que nas zonas mais rasas do antepraia, dominam fácies de *grainstones* e *rudstones* muito fragmentados próximos a zona de arrebenção, devido ao alto grau de retrabalhamento dos materiais bioclásticos, principalmente durante os eventos de tempestades. As acumulações de *wackstones* e *packstones* estão condicionadas entre estas duas regiões com os *packstones*, caracterizando a zona de transição entre as fácies *mudstones-wackstones* e *grainstones-rudstones* com profundidades variando entre 30 e 50 m. As fácies *grainstones* e *rudstones* estendem-se por 320 km na plataforma, com uma largura de 61 km e geometria alongada na direção SW-NE, paralela à linha de costa. Essas fácies são intercaladas por pequenos depósitos de *packstones*. Os resultados obtidos nas análises das amostras indicam uma faciologia do fundo controlada pela energia das ondas. Além disso, a presença abundante de *rudstones* e *grainstones* próximos da costa representa provavelmente a fonte de sedimentos bioclásticos, levando ao desenvolvimento de grandes depósitos de conchas nas praias dos Concheiros do Albardão durante eventos de tempestades.

Palavras-chave: Plataforma interna. Sedimentos bioclásticos. Fácies carbonáticas.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019, Porto Alegre - RS

### MAPEAMENTO DOS DEPÓSITOS CARBONÁTICOS DA PLATAFORMA INTERNA DO LITORAL SUL DO RS.

OKOE, P. M. N. A<sup>1\*</sup>; TOLDO E. E. JR<sup>1</sup>; FICK C.<sup>2</sup>; NUNES J. C. R<sup>1</sup>; PUHL, E<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – CECO

Instituto de Geociências – IGEO.

[paulokoe@ufrrgs.com](mailto:paulokoe@ufrrgs.com)

<sup>2</sup>Núcleo de Estudos de Correntes de Densidade – NECOD

Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.



### INTRODUÇÃO

A interação entre sedimentos bioclásticos, energia das ondas e correntes, determinam as características morfodinâmicas de um trecho do litoral sul do RS, conhecido como os **Concheiros do Albardão**, que se estende na plataforma interna adjacente por aproximadamente 200 km (Figura 1).

A área investigada compartilha fronteiras com a desembocadura da Lagoa dos Patos, ao norte, pelo Arroio Chuí, e com o Uruguai, ao oeste. O presente trabalho tem por objetivo mapear e classificar os depósitos bioclásticos (coquinas) na plataforma interna do Albardão.

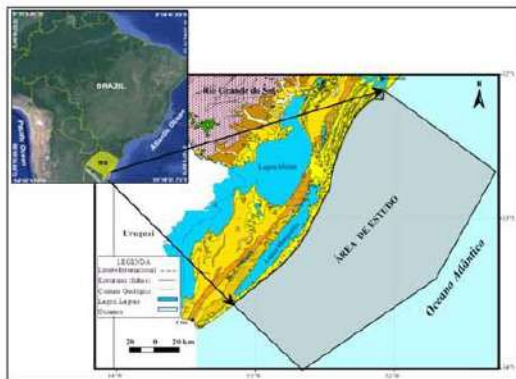


Figura 1 - Localização dos Concheiros do Albardão (Rosa et al., 2007).

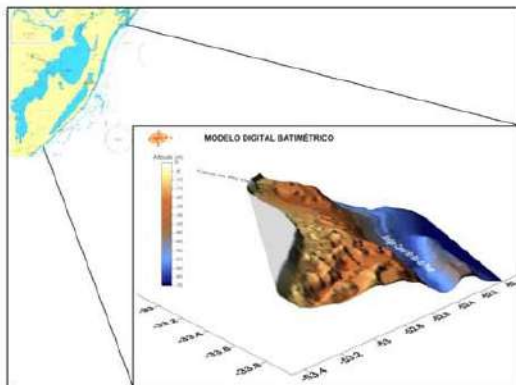


Figura 2 – Detalhes da morfologia de fundo da plataforma interna.

### METODOLOGIA

Foram analisadas 180 amostras de sedimento do fundo através das propriedades texturais, coletadas da plataforma interna com Van Veen ou Shipek grab, durante as operações oceanográficas GEOMAR IV, VI & VII na década de 70 para reconhecimento da região litoral do sul do Brasil.

As amostras de sedimentos bioclásticos foram classificadas de acordo com o modelo proposto para rochas carbonáticas por Dunham (Dunham, 1962, mod. Embry & Klovan, 1971), e analisadas quanto a distribuição espacial para confecção do mapa faciológico.



Van Veen



Shipek grab

### RESULTADOS

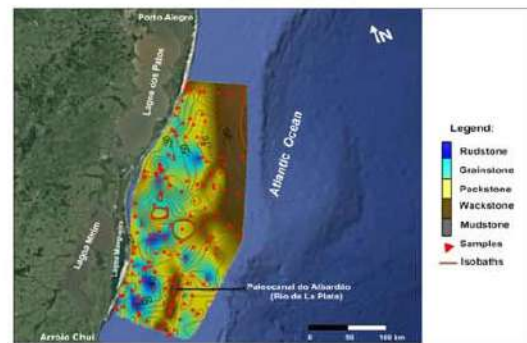


Figura 3 - Modelo 2D do plano amostral e da classificação dos sedimentos.

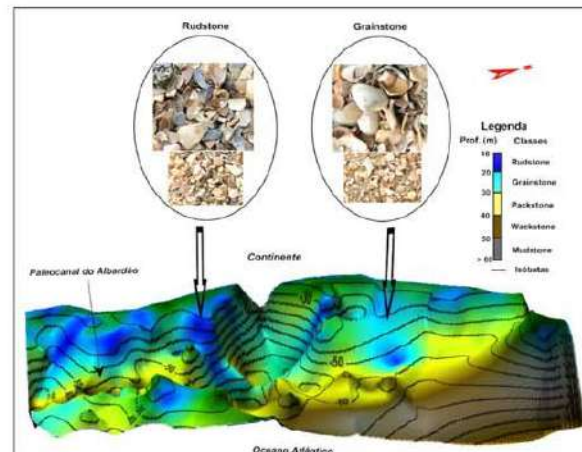


Figura 4 - Modelo 3D da morfologia e faciologia da plataforma interna.

### CONCLUSÕES

- O resultado das análises das propriedades texturais e composicionais indicaram a presença de constituintes siliciclásticos (tamanhos argila, silte e areia), representados por argilo-minerais, quartzo e carbonatos), e bioclásticos (tamanho cascalho - bivalves, gastrópodes, beach rock).
- A distribuição dos depósitos de coquinas ocorre ao longo do fundo compreendido entre o sistema praiel e a plataforma interna, sendo proposto o seguinte modelo faciológico marinho raso, em direção à praia: mudstone, wackstone, packstone, grainstone, rudstone.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, MAURO MICHELENA; TOLDO, ELÍRIO ERNESTINO; NUNES, JOSÉ CARLOS RODRIGUES. Tidal and subtidal oscillations in a shallow water system in southern Brazil. BRAZILIAN JOURNAL OF OCEANOGRAPHY. v.66, p.245 - 254, 2018.
- EMBRY, AF, & KLOVAN, JE, 1971. A Late Devonian reef tract on Northeastern Banks Island, NWT. Canadian Petroleum Geology Bulletin, v. 19, p. 730-781.
- FIGUEIREDO JR., A.G. & KÖVSMANN, R.O., 1976. Interpretação dos registros de sonar de varredura lateral obtidos na plataforma sul-riograndense durante a Operação GEOMAR VII. Rio de Janeiro, Petrobras, CPRM, DNPM, DNH, CNPG.
- FIGUEIREDO JR., A.G., 1975. Geologia dos depósitos calcários bioclitólicos da plataforma continental do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 72 p.
- SPROVIERI, F. AND TOLDO JR., E. E.. Reconstruction and Analysis of Wave Climate in Southern Brazil. Brazilian Journal of Oceanography submetido





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **PADRÕES DE RETROESPALHAMENTO E AMBIENTES RECIFAIS NA PLATAFORMA EXTERNA DO RN**

SILVA, D.B.; SILVA, L.L.N.; GOMES, M.P; VITAL H.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Diogo Borges; [digone\\_borges@hotmail.com](mailto:digone_borges@hotmail.com))

Métodos hidroacústicos têm sido amplamente utilizados para mapear ambientes marinhos, fornecendo informações sobre o fundo do mar e geohabitats. Uma ferramenta eficiente para o mapeamento de recifes é o sonar de varredura lateral. As imagens acústicas geradas podem fornecer informações sobre o ambiente marinho a profundidades de 60 m. Assim sendo, esse equipamento foi utilizado, na frequência de 100 kHz, para identificar ambientes recifais na plataforma externa do Rio Grande do Norte. A área de estudo tem aproximadamente 500 km<sup>2</sup> e, está localizada entre os municípios de Macau e São Bento do Norte. O objetivo deste trabalho foi mapear os recifes e realizar uma classificação para os padrões de retroespalhamento (backscatter) presentes na plataforma externa. Para tanto, utilizamos o software SonarWiz5, no qual as principais etapas de tratamento no sonograma foram: correção da lâmina d'água (bottom tracker), correção geométrica de linhas (split), ajuste da largura de varredura (range), aplicação de ganho, e por fim, o reconhecimento das feições e dos padrões de fundo. Os retroespalhamentos acústicos permitiram registrar diferentes propriedades físicas do leito marinho, sendo capazes de diferenciar os recifes de sedimentos inconsolidados. Dessa forma, foi possível identificar 7 padrões, dos quais a maior intensidade de retroespalhamento foi associada aos recifes e, a menor associada aos sedimentos mais finos. Os ambientes recifais ocorrem em uma faixa limitada de 25–55 m de profundidade e em uma zona estreita de 6 km, correspondente à largura da plataforma externa. Eles estão distribuídos em três grandes alinhamentos orientados na direção NW-SE, paralelos à quebra da plataforma e com extensão de dezenas a quilômetros de metros. Por vezes, também se observa recifes em montículos agregados ou isolados, sendo de menor extensão e abundância. Esses recifes submersos influenciam o transporte de sedimentos e a circulação das correntes. A evidência desses três alinhamentos nos remete à ação de antigas correntes costeiras que interferiram na evolução dos recifes e, provavelmente, diferenciaram a sedimentação da plataforma. Em conclusão, temos que os principais fatores controladores do desenvolvimento dos recifes foram as variações do nível do mar no Holoceno, a ausência de sedimentação intensa e a geomorfologia da plataforma em terraços.

Palavras-Chave: Mapeamento. Backscatter. Recifes.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### PADRÕES DE RETROESPALHAMENTO E AMBIENTES RECIFAIS NA PLATAFORMA EXTERNA DO RN

Silva, D.B.<sup>1,2</sup>; SILVA, L.L.N.<sup>1,3</sup>; GOMES, M.P.<sup>1,3</sup>; VITAL, H.<sup>1,3</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental<sup>1</sup>; Departamento de Geologia<sup>2</sup>; Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica<sup>3</sup>



### INTRODUÇÃO

Ciência e tecnologias marinhas vêm sendo aplicadas para entender como as variações do nível do mar influenciam a sedimentação, a geomorfologia, e o desenvolvimento de ecossistemas. O presente estudo teve como objetivo identificar ambientes recifais e padrões de retroespalhamento na plataforma externa norte do Rio Grande do Norte (Fig.1). A área de estudo tem aproximadamente 500 km<sup>2</sup> e, está localizada entre os municípios de Macau e São Bento do Norte, RN.

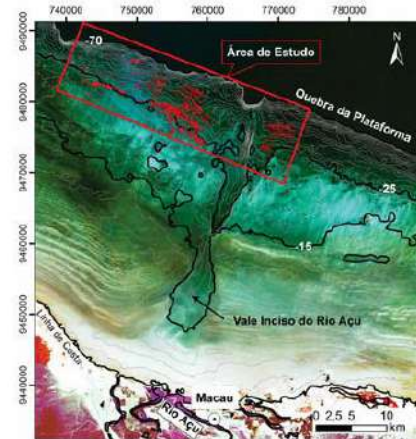


Figura 1 – Imagem Landsat 8, mostrando a Localização da área de estudo, entre Macau e São Bento do Norte, RN.

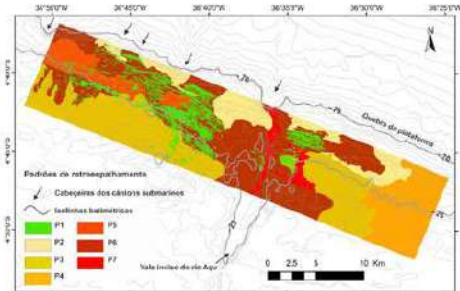


Figura 4 – Padrões de retroespalhamento identificados em imagens acústicas.

Por vezes, também se observa recifes em morticúlos agregados ou isolados, sendo de menor extensão e abundância. Quanto aos sedimentos, a fácies sedimentar predominante é areia bioclástica com grânulos, a qual está relacionada ao padrão P6 (Fig. 6). Esta fácies concentra os teores mais elevados de matéria orgânica e carbonato na área de estudo.

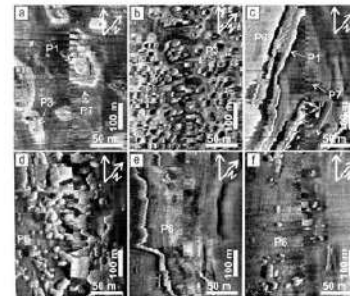


Figura 5 – (a) Recifes em manchas; (b) Recifes densos e não conectados; (c) Recifes paralelos com orientações NNW; (d) Recifes agregados de forma irregular e) Recifes com orientações NW-SE; (f) Recifes isolados.

### MATERIAIS E MÉTODOS

O equipamento utilizado, neste estudo, foi o sonar de varredura lateral (SVL) na frequência de 100 KHz durante as aquisições de 2008 e 2010 (Figs. 2 e 3). Amostras sedimentares distribuídas em 92 pontos sobre a plataforma externa foram às imagens acústicas para validar a interpretação sonográfica. Os dados foram tratados no software SonarWiz 5, seguindo as etapas de correção da lâmina d'água (*bottom tracker*), correção geométrica de linhas (*split*), ajuste da largura de varrecura (*range*) e aplicação de ganho TVG.



Figura 2 – SVL 272 - EdgeTech.

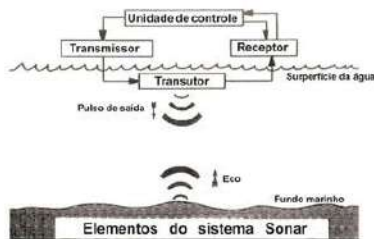


Figura 3 – Sistema receptor do SVL.

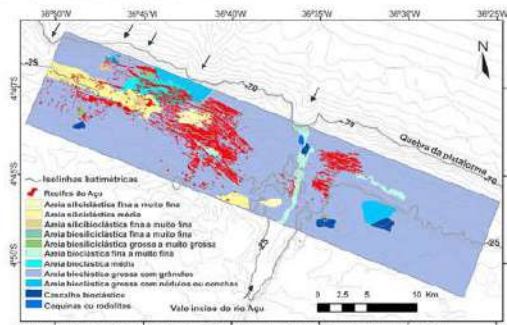


Figura 6 – Mapa indicando as 11 fácies sedimentares classificadas.

### RESULTADOS

Sete padrões de fundo foram identificados, dos quais a maior intensidade de retroespalhamento foi associada aos recifes (P1) e, a menor associada aos sedimentos mais finos (P7) (Fig. 4). Os recifes ocorrem em uma faixa limitada de 25 – 55 m de profundidade e em uma zona estreita de 6 km, correspondente à largura de plataforma externa. Eles estão distribuídos em alinhamentos, orientados na direção NW-SE, paralelos à quebra da plataforma e, com extensão de dezenas a quilômetros de metros (Fig. 5).

### CONCLUSÕES

A evidência de três grandes alinhamentos de recifes nos remete às variações do nível do mar, bem como a interferência de antigas correntes costeiras que, provavelmente, interferiram no seu desenvolvimento e na distribuição dos sedimentos na plataforma externa. Em conclusão, temos que os principais fatores controladores dos ambientes recifais foram as variações do nível do mar no Holoceno, a ausência de sedimentação intensa e a geomorfologia da plataforma em terraços, que coincidem com os alinhamentos mais expressivos desses recifes.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Nascimento Silva LN, Gomes, MP, Vital, H (2018) The Açu Reef morphology, distribution, and inter reef sedimentation on the outer shelf of the NE Brazil equatorial margin. Cont Shelf Res 160: 10-22.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### IDENTIFICAÇÃO DE ECOFÁCIES NA PLATAFORMA CONTINENTAL CENTRAL DO ESPÍRITO SANTO

COUTO, G.J.; NOGUEIRA, M.L.; BASTOS, A.C.

Universidade Federal do Espírito Santo (Gustavo José Couto, [gustavojcouto@gmail.com](mailto:gustavojcouto@gmail.com))

A plataforma continental do Espírito Santo, bem como a maioria das regiões costeiras ao redor do mundo vem enfrentando rápido crescimento atividades antropogênicas. A porção central da plataforma continental central do Espírito Santo – PCES abrange parte da Bacia de Campos e bacia do Espírito Santo, apresentando inúmeras atividades exploratórias. Composta por um padrão de acomodação de sedimentos, a PCES apresenta morfologia de fundo irregular e largura da plataforma relativamente curta (~50/60 km). Essa região é caracterizada pela presença de uma série de canais e paleocanais perpendiculares a linha de costa, se estendendo desde poucos metros de profundidade (~15/20 m) até a região de quebra de plataforma (~80/90 m). Para o presente estudo, cerca de 180 km de dados sísmicos 2-9 kHz, 10 kHz e 10-20 kHz e 75 km de dados sonográficos foram analisados em termos de identificação e mapeamento de ecofácies ao longo da área de abrangência do paleocanal de Vitória. Baseado nas propriedades dos ecocarateres sísmicos, da resposta sonográfica e do padrão faciológico da área de estudo, foram identificados 3 tipos de ecofácies. O tipo 1 apresenta alta reflexão do refletor primário, ausência de refletores subsuperficiais, fundo marinho do tipo homogêneo, e padrão sedimentar composto predominantemente por areia média. O tipo 2 apresenta alta reflexão e penetração do sinal acústico, presença de refletores subsuperficiais, reposta nos dados sonográficos do tipo fundo de canais e padrão sedimentar predominantemente areno-lamoso. Já o tipo 3 abrange reflexão variável do refletor primário, presença de diversos refletores subsuperficiais do tipo hipérboles, resposta sonográfica composta por afloramentos rochosos e recifes de borda de plataforma. A análise integrada dos dados sísmicos, sonográficos e sedimentológicos permitiu um melhor entendimento da sedimentação do paleocanal de Vitória, uma feição parcialmente preenchida inserida em um ambiente sem grandes aportes fluviais. Os resultados deste trabalho contribuem com informações para estudos futuros envolvendo paleocanais na plataforma do Espírito Santo e em outras regiões.

Palavras-chave: Ecocarater sísmico. Ecofácies. Paleocanais.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CONSIDERAÇÕES TAXONÔMICAS, BIOESTRATIGRÁFICAS E PALEOAMBIENTAIS DOS OSTRACODES DA FORMAÇÃO RIACHUELO (ALBIANO) DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS, BRASIL

VÁQUEZ-GARCÍA, B.<sup>1</sup>; FAUTH, G.<sup>1</sup>; BORGHI, L.<sup>2</sup>; MENDES, M.<sup>2</sup>; RIOS-NETTO, A.<sup>2</sup>

Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>1</sup> (Bernardo Vázquez Garcia; [bernardovg32@gmail.com](mailto:bernardovg32@gmail.com));  
Universidade Federal do Rio de Janeiro<sup>2</sup>

A Bacia de Sergipe-Alagoas expõe as mais completas seções carbonáticas do Cretáceo brasileiro. Ao longo de todas as seções são encontradas uma abundante variedade de material macro e microfóssil com grande potencial para a realização de estudos bioestratigráficos e paleoecológicos. Os ostracodes representam um dos principais grupos de microfósseis registrados no Cretáceo Inferior das bacias marginais brasileiras, em especial na Bacia de Sergipe-Alagoas. O estudo deste grupo fóssil pode contribuir no entendimento da evolução paleoambiental desta bacia. Este trabalho apresenta os resultados preliminares sobre a taxonomia dos ostracodes da Formação Riachuelo, recuperados em 44 amostras do testemunho 2-LRJ-1-SE, perfurado na pedreira Votorantim, município Laranjeiras, Sergipe. No intervalo entre 438,65 à 315,30 m, 4039 ostracodes foram recuperados pertencentes aos gêneros: *Neorichterina*, *Bardiopilata*, *Paracypris*, *Cytherella*, *Neocythere*, *Metacytheropteron*, *Darwinula*, *Perissocytheridae*, *Praebythoceratina*, *Semicytherura*, *Aracajuia*, *Palaeocytheridea*, *Fossocytheridea*, *Bythoceratina* e *Sergipella*? A associação dos gêneros de ostracodes sugerem um paleoambiente marinho raso, embora algumas associações de gêneros são características de zonas transicionais. Os ostracodes apresentam boa preservação, com grande abundância e diversidade, sendo *Neorichterina* o gênero mais abundante. Nas profundidades 414,35 e 347,25 m foram reportadas as maiores abundâncias de ostracodes com mais de 500 exemplares. Estes intervalos possivelmente estão relacionados a períodos de quedas do nível do mar. A continuidade deste trabalho está focada da taxonomia dos exemplares recuperados, a identificação de possíveis biozonas para a Formação Riachuelo e a correlação regional faunística dos ostracodes, a fim de refinar as interpretações paleoambientais.

Palavras-chave: Pedreira Votorantim. Cretáceo inferior. Marinho raso.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



RESUMO Nº 12E\_MC

### CONSIDERAÇÕES TAXONÔMICAS, BIOESTRATIGRÁFICAS E PALEOAMBIENTAIS DOS OSTRACODES DA FORMAÇÃO RIACHUELO (ALBIANO) DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS, BRASIL

VÁZQUEZ-GARCÍA, B.<sup>1</sup>; FAUTH, G.; BORGHI, L.<sup>2</sup>; MENDES, M.; RIOS-NETTO.

<sup>1</sup> INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MICROPALAEONTOLOGIA - Itt Fossil, UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS-UNISINOS<sup>1</sup>

Bernardo Vázquez-García, e-mail: bernardovg32@gmail.com

<sup>2</sup> UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ), LAGESED<sup>2</sup>



#### INTRODUÇÃO

A Bacia de Sergipe-Alagoas expõe as mais completas seções carbonáticas do Cretáceo brasileiro. Ao longo de todas as seções são encontradas uma abundante variedade de material macro e microfóssil com grande potencial para a realização de estudos bioestratigráficos e paleoecológicos. Os ostracodes representam um dos principais grupos de microfósseis registrados no Cretáceo Inferior das bacias marginais brasileiras, em especial na Bacia de Sergipe-Alagoas. Este trabalho está focado na taxonomia dos exemplares recuperados, na identificação de possíveis biozonas para a Formação Riachuelo e no refinamento das interpretações paleoambientais.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O material estudado provém do Poço UFRJ-2-LRJ-1SE na pedra Votorantim da Bacia Sergipe-Alagoas, Brasil (Fig. 1). Um total de 44 amostras foram analisadas. Cada amostra consiste em 60 g de sedimentos preparados de acordo a metodologia padrão para a recuperação de microfósseis calcários (Shon *et al.*, 1965).

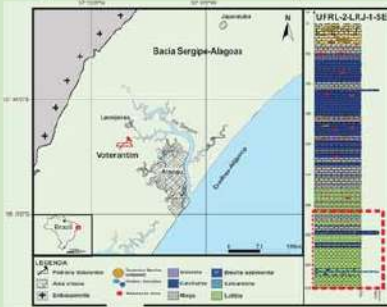


Figura 1. Localização da área de estudo e do testemunho UFRJ-2-LRJ-1-SE, na Bacia Sergipe-Alagoas. (Intervalo de estudo demarcado em vermelho (439 -315 m). Modificado de Valle *et al.*, (2018).

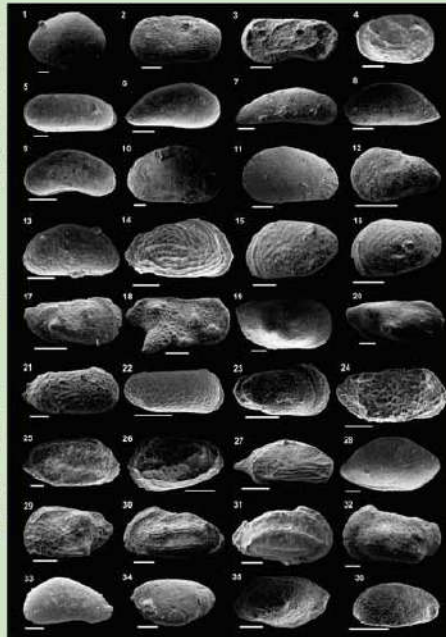


Figura 3 Representação dos ostracodes identificados no testemunho UFRJ-2-LRJ-1-SE. Escala 100 µm. 1- *Neorichterina* sp.; 2- *Cytherella* aff. *bensoni*, Dingle 1984; 3- *Cytherelloidea* sp. 1; 4- *C. pesbovis*, Rosenfeld & Raab, 1984; 5- *Alicenia leguminella* (Forbes, 1855); 6- *Paracypris dubertrei*, Damonte & Marc. 1972; 7- *Paracypris* sp. 1; 8- *Paracypris* sp. 2; 9- *Kalyptovalva* sp.; 10- *Harbina symmetrica* Krömmelben & Weber, 1971; 11- *Harbina alta*, Antonietto *et al.* 2012; 12- *Eucythere?* sp.; 13- *Fossocytherea* sp. 1; 14- *Perissocytherea* sp. 1; 15- *Neocythere* aff. *pseudovarveeni*, Gründel, 1966; 16- *Neocythere* (*Physocythere*) *tenuis*, Kayes, 1965; 17- *Præbythoceratina amstienensis*, (Andréu-Boussut, 1991); 18- *P. trinodosa* (Alexander, 1934) juvenis; 19- *Bythoceratina tamaræ*, Rosenfeld & Raab, 1984; 20- *Monoceratina hodnaensis*, Majcar, 1988; 21- *Leguminocythereis reymonti*, Neuville, 1973; 22- *Microceratina azazouensis*, Andréu-Colin, 2005; 23- *Quasihermanites* sp. 1; 24- *Parahemingwayella* sp. nov.; 25- *Aracajuia antiqua* (Rosenfeld & Raab, 1984); 26- *A. benderi* (Krömmelben, 1967); 27- *Semicytherura* sp. 1; 28- *Bairdopliata* sp. 1; 29- *Eucythera amariensis* Rosenfeld & Raab, 1984; 30- *Haughtonileberis* sp. 1; 31- *Haughtonileberis* sp. 2; 32- *Sergipella* aff. *viviersae*, Do Carmo *et al.* 2012; 33- *Candona* sp.; 34- *Metacytheropteron* sp. 1; 35- *Cytheropteron* sp. nov.; 36- *Microxistoleberis* sp. nov.

#### RESULTADOS PRELIMINARES

Estudo faunístico: Total de ostracodes 3439 (Fig. 2), distribuídos em 18 família; 34 gêneros:

- Família mais abundante: Cytheridae.
- Gêneros mais abundantes: *Eucytherura* sp. (701 spp.); *Neorichterina* sp. (325 spp.); *Semicytherura* sp. (230 spp.); *Aracajuia* sp. (186 spp.) (Fig. 3).
- Três possíveis espécies novas: *Microxistoleberis* sp.; *Cytheropteron* sp. e *Parahemingwayella* sp.
- Os níveis com maior abundância e riqueza específica de espécies são 414, 35 e 347,25 m (Fig. 4).

Foi identificada a biozona *Aracajuia antiqua* (MAS-1) que define o Albiano superior (Fig. 4).

Foram observadas oscilações do nível do mar demarcadas pelas mudanças faunísticas (abundância) dos ostracodes (Fig. 4).

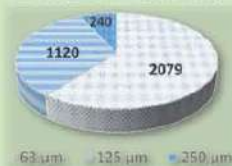


Figura 2 Total de ostracodes localizados por fração (63 µm, 125 µm, 250 µm).

#### CONCLUSÕES

- O estudo taxonômico preliminar possibilitou a identificação de 34 gêneros e de possíveis três espécies novas para a Bacia de Sergipe-Alagoas até o momento.
- A zona de *Aracajuia antiqua* (MAS-1) define o Albiano superior para a Formação Riachuelo. A presença de *Bythoceratina tamaræ* marca o início do Cenomaniano inferior. A interpretação paleoecológica permite inferir um ambiente marinho de plataforma rasa, com flutuações do nível do mar baseado na abundância e diversidade da família Cytheridae. O predomínio da fauna de ostracodes de tamanho pequeno (fração 63 µm) (Fig. 2) pode indicar possíveis restrições de circulação marinha resultante de oscilações do nível do mar (típico de bacias restritas) conforme demonstrado na literatura (Dingle, 1984).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antonietto *et al.* (2016) Ostracoda (Arthropoda, Crustacea) from the Riachuelo Formation, Sergipe-Alagoas Basin, Brazil, Upper Aptian-Albian. *European Journal of Taxonomy* 244: 1–57 pp.  
 Da Silva Jr. *et al.* (2019) Middle Cretaceous Calcareous Nannofossils from the Core well UFRJ-2-lrj-01-se, Sergipe-Alagoas basin, Brazil: new biostratigraphy and paleobiogeographic inferences. *Cretaceous Research* 106: 12 p.  
 Dingle, R. V. (1984) Mid Cretaceous Ostracode from southern Africa and the Falkland Plateau. *Annals of The South African Museum* 93: 97-211p.  
 Hay, B. U. (2014) Ostracods: eustasy revisited. *Global and Planetary Change* 115: 44-56 pp.  
 Sohn, *et al.* (1985) Ostracods: 77–89. In Kummel, B. and Raup, D. (eds). *Handbook of paleontological techniques*. W.H. Freeman & Company. 852 p.  
 Valle *et al.* (2018) Stratigraphic evolution of a Brazilian carbonate platform during the Cretaceous: the Late Albian–Early Turonian of the Sergipe-Alagoas Basin. *Facies* - 65: 1. 17 p.

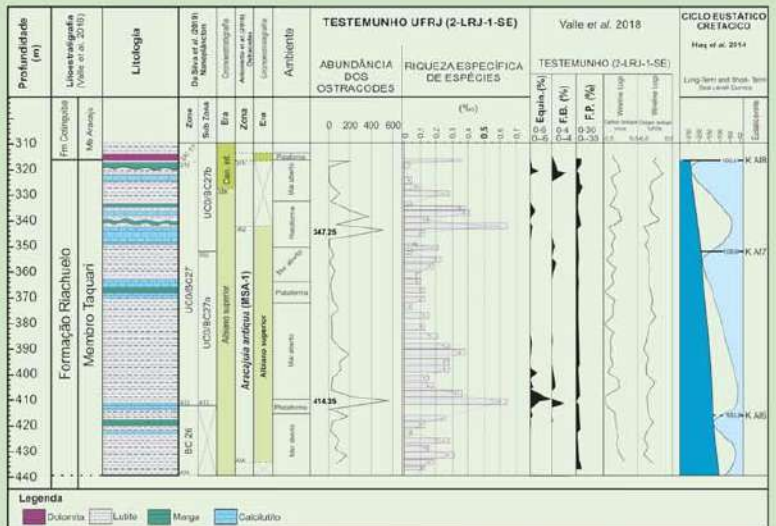


Figura 4. Bioestratigrafia, Paleoecologia e correlações com trabalhos prévios no testemunho UFRJ-2-LRJ-1-SE.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### SISMOESTRATIGRAFIA DE ALTA RESOLUÇÃO E SEDIMENTAÇÃO DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE NATAL (NE, BRASIL)

MOREIRA, D.A.; GOMES, M.P.; VITAL, H.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Daniela de Andrade Moreira, [daniandrade.m@gmail.com](mailto:daniandrade.m@gmail.com))

O mapeamento dos limites cronoestratigráficos de fases deposicionais no Holoceno fornece o registro de condições hidrodinâmicas, disponibilidade de sedimentos e mudanças relativas do nível do mar. Nesse sentido, âmbito do Instituto Nacional em Ciência e Tecnologia em Ambientes Marinhos Tropicais (INCT AmbTropic) e Projeto S.O.S. Ponta Negra, o objetivo deste estudo é investigar depósitos transgressivos desde o último glacial da plataforma interna adjacente a cidade de Natal (Rio Grande do Norte - Brasil) a partir de dados sísmicos de alta resolução. Foram utilizadas 31 seções sísmicas coletadas com o sistema boomer, transversais e longitudinais, distribuídas em 62 km, ao longo da plataforma interna em profundidades inferiores a 15 m. O sistema Boomer utilizou energia de 40 J e frequência 1-2 kHz para a aquisição. A razão sinal-ruído das seções sísmicas e visualização dos refletores obtiveram melhora após aplicação de um fluxo de processamento que inclui o balanceamento espectral, filtragem de frequências, aplicação de funções de ganhos e deconvolução. Através da análise destas seções foram identificados três horizontes e três unidades sísmicas principais de relevância regional e baixa variabilidade lateral. Uma discordância regional, mais antiga, registra uma superfície erosiva Pleistocênica/Holocênica de ~35 metros abaixo do nível do mar atual com regiões mais profundas próximas a costa sugerindo um ambiente semi-confinado. A unidade que a sobrepõe representa ambiente com energia moderada/alta e alta taxa de deposição com alto aporte sedimentar. A discordância seguinte, uma superfície de ravinamento ~18 m abaixo do nível do mar atual, registra grande influência da hidrodinâmica nas regiões mais rasas (ondas e marés), fatores controladores do espaço de acomodação e transporte de sedimentos. A unidade seguinte representa um ambiente de baixa energia com baixo aporte sedimentar que preenche as escavações da discordância que a precede. A última discordância, mais recente, a aproximadamente 12 m abaixo do nível do mar atual, está provavelmente associada a uma superfície de máxima inundação. A unidade subsequente representa ambiente de menor energia com baixa taxa de agradação e baixo aporte sedimentar. Os resultados revelam que ocorreu uma diminuição do volume de sedimentos depositados na plataforma durante a última transgressão. Processos associados ao estabelecimento da circulação plataformal e geomorfologia de costa rochosa podem ter maior influência na sedimentação costeira-plataformal nos dias atuais.

Palavras-chave: Plataforma Continental. Sismoestratigrafia rasa. Transgressão. Sedimentação.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 06 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### SISMOESTRATIGRAFIA DE ALTA RESOLUÇÃO E SEDIMENTAÇÃO DA PLATAFORMA CONTINENTAL DE NATAL (NE, BRASIL)

MOREIRA, D.A.<sup>1</sup>; GOMES, M.P.<sup>2,3</sup>; VITAL, H.<sup>1,2,3</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental<sup>1</sup>;

Departamento de Geologia<sup>2</sup>, Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica<sup>3</sup>



#### INTRODUÇÃO

O mapeamento de feições subsuperficiais pode contribuir para o entendimento dos limites cronoestratigráficos associados a diferentes fases deposicionais além do registro das condições hidroclimáticas atuantes no sistema. Nesse sentido, no âmbito do INCT AmbTropic, Projeto S.O.S. Ponta Negra e Ciências do Mar II, o objetivo deste estudo consistiu em obter seções sísmicas com satisfatória razão sinal/ruído a partir de rotinas de processamento aplicadas a dados sísmicos de alta resolução da região que compreende a plataforma interna adjacente a cidade de Natal (RN-Brasil) (Fig. 1) para fins investigação dos depósitos transgressivos durante o Quaternário, a fim de compreender sua história deposicional.

Este trabalho permeia os objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS) no que tange, especialmente, os pontos 9 (na promoção da pesquisa e inovação no país) e 14 (na conservação e promoção do uso sustentável dos oceanos e recursos marinhos).

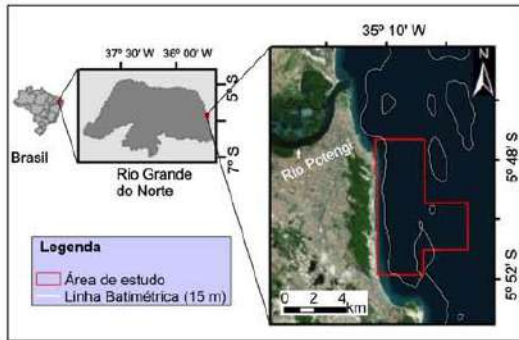


Figura 1. Localização da área de estudo - Plataforma Continental adjacente a Natal - RN, Brasil.

#### MATERIAIS E MÉTODO

Os dados sísmicos de alta resolução foram adquiridos com um sistema boomer (300 J de energia e 1-2 kHz de frequência) em agosto de 2015, sendo coletadas 62 km de linhas distribuídas em 31 perfis longitudinais e paralelos à linha de costa (Fig. 2a). Foram cedidos pelo Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental - GEMMA.

Sob as seções sísmicas aplicou-se um fluxo de processamento que melhorou a razão sinal/ruído e visualização dos refletores: deconvolução, correção estática, análise espectral, filtragem de frequências e aplicação de ganhos (Fig. 2b).

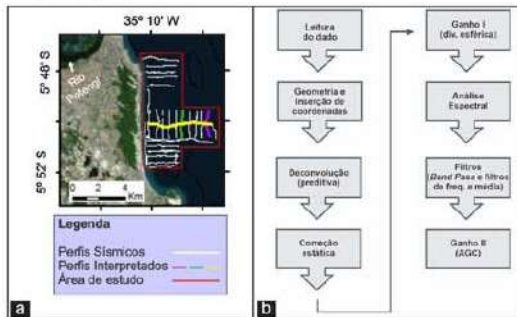


Figura 2. a) Área de estudo com localização dos perfis sísmicos b) Fluxograma de processamento aplicado.

#### RESULTADOS

Foram identificados três horizontes e três unidades sísmicas principais de relevância regional e baixa variabilidade lateral: uma superfície erosiva Pleistocênica/Holocênica ~35 m abaixo do nível do mar atual - ambiente semi-confinado (S1); a unidade sotrepesia a esta apresenta deposição com alto aporte sedimentar (U1); uma superfície de ravinamento ~18m abaixo do nível do mar atual com grande influência da hidrodinâmica - controladores do espaço de acomodação e transporte sedimentar (S2); a unidade seguinte apresenta baixo aporte sedimentar que preenche as escavações da discordância anterior (U2); uma última discordância, mais recente, ~12 m abaixo do nível do mar atual - máxima inundações (S3) a unidade subsequente com baixa taxa de agradiação e baixo aporte sedimentar (Figs. 3 e 4). Foi elaborado um mapa de superfície para cada unidade (Fig. 5); e a partir da diferença entre superfícies consecutivas foi calculado o volume e espessura dos sedimentos das unidades (Fig. 6).

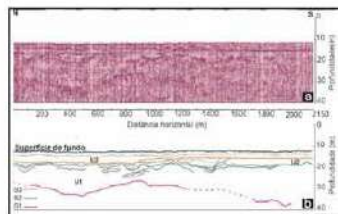


Figura 3. a) Perfil sísmico paralelo a costa e b) interpretação.

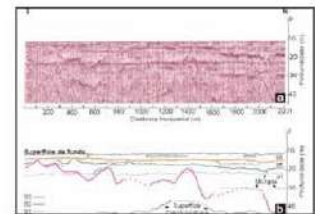


Figura 4. a) Perfil sísmico paralelo a costa e b) interpretação.

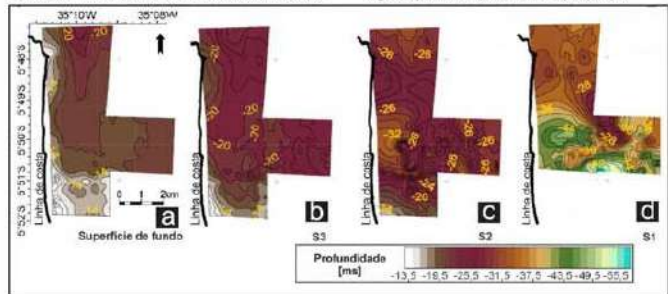


Figura 5. Mapas da superfície 2D da a) superfície de fundo, b) S3, c) S2 e d) S1. As cores representam tempo em ms.

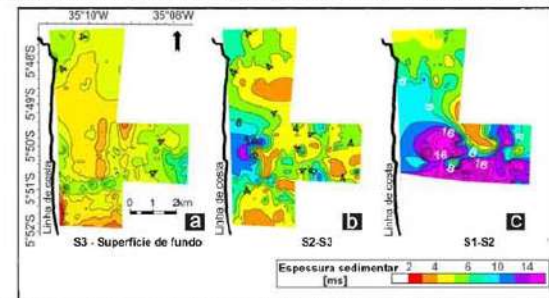


Figura 6. Mapa de volume de sedimentos entre a) S3 e superfície de fundo b) S2-S3 e c) S1-S2. As cores representam a espessura relativa dos sedimentos (ms).

#### CONCLUSÕES

A sucessão estratigráfica na plataforma interna revela que o acúmulo dos sedimentos siliciclásticos diminuiu durante a última transgressão. O fator controlador do equilíbrio dos sedimentos costeiros está associado ao patrimônio geomorfológico e ao potencial de preservação sob regimes oceanográficos de alta energia, ou seja, processos associados ao estabelecimento da circulação na plataforma e geomorfologia da costa rochosa podem ter maior influência na sedimentação costeira-plataformal nos dias atuais.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Luiz A. P. Souza, Moysés G. Tessler, a TETRATECH e ao grupo GEMMA pelo suporte à pesquisa, bem como PPGG/UFRN pela infraestrutura acadêmica e científica. À Schlumberger Ltda pela licença do Petrel E&P software. Esta é uma contribuição do INCT AmbTropic - 565054/2010-4, 8936/2011 e 465054/2014-1 (CNPq/FAPESB/CAPES). Ao Projeto CAPES-Ciências do Mar 2 n°43/2013, proj. n° 23038.004320/2014-11 e; ao Programa PRH-PB 229.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gomes MP, Vital H, Szerra PHM, Castro DL, Macedo JVP (2014) The interplay between structural inheritance and tectonics in the equatorial continental shelf of Brazil. *Mar Geol* 335: 159-181
- Vital H (2006) Erosão e progradação no litoral do Rio Grande do Norte. In: Muehe D. Erosão e progradação do litoral brasileiro. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, pp 159-170
- Vital H, Amaro VE, Silveira IM (2006) Coastal erosion on the Rio Grande do Norte State (northeastern Brazil): causes and factors versus effects and associated processes. *J Coast Res* 21:1307-1310
- Vital H, Silveira IM, Tabosa WF, Lima ZM, Lima Filho FP, Souza FS, Chaves MS, Pinheiro FM, Gomes MP (2018) Beaches of Rio Grande do Norte. In: Andrew D. Short, Antonio Henrique da F. Olin (Org.) *Brazilian beach systems*. 1st edn. Springer International Publishing, Switzerland pp 201-229
- Testa V, Bosence DWJ (1998) Carbonate-siliciclastic sedimentation on a high-energy ocean-facing, tropical ramp, NE Brazil. In: Wright VP, Burdette TP (eds) *Carbonate ramps*. Geological Society, London, Special Publications, 140, pp 56-71
- Dominguez JML, Bittencourt ACS, Martins L (1992) Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast of Brazil: roles of sea-level history, trade winds and climate. *Sediment Geol* 80:213-232
- Campos RNS, Dominguez JM (2010) Mobility of sediments due to wave action on the continental shelf of the northern coast of the state of Bahia, Brazil. *Oceanogr* 66(2): 67-83
- Nittouer CA, Austin JA, Field ME, Kravitz JH, Syvitski JPM, Viberg P., editors (2007) *Continental margin sedimentation: from sediment transport to sequence stratigraphy*. Malden, Blackwell Publishing, Int As Sed 37
- Muehe D (2010) Brazilian coastal vulnerability to climate change. *Pan-Am J Aquat Sci* 5(2): 173-183



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### NIVELES ATERRAZADOS EN EL SECTOR EXTERNO DEL ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA, ARGENTINA

ANDREOLI, A.<sup>1,2</sup>; ALIOTTA, S.<sup>1,2</sup>; GINSBERG, S.S.<sup>1,2,3</sup>

Instituto Argentino de Oceanografía<sup>1</sup> (UNS-CONICET), (Agustina Andreoli; [aandreoli@iado-conicet.gob.ar](mailto:aandreoli@iado-conicet.gob.ar)) Universidad Nacional del Sur<sup>2</sup> (UNS), Universidad Tecnológica Nacional<sup>3</sup>

El estuario de Bahía Blanca (sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina) es el resultado de procesos geológicos cuaternarios vinculados a las variaciones del nivel del mar durante el último postglacial. El objetivo de este trabajo es definir los rasgos morfológicos y sedimentológicos que caracterizan el fondo marino en el sector externo de la entrada al estuario de Bahía Blanca. La metodología utilizada consistió en la realización de una prospección sismoacústica con sonar de barrido lateral y perfilador sísmico de 3,5 kHz, y un muestreo sedimentológico del fondo. A partir del análisis de la registración se definieron dos niveles de terrazas, con escarpas de pendientes muy pronunciadas hacia el sur. Ambas escarpas se disponen de forma aproximadamente paralela a la línea de costa actual (ONO-ESE). El desnivel más somero se ubica entre las isobatas de 12-15 m, presenta una pendiente media de 45° y se reconoce de manera discontinua en el área de estudio. La escarpa más profunda se extiende entre los 18-24 m de profundidad, con una pendiente de 60°. La misma posee una elevada continuidad, extendiéndose por más de 8 km. Se conforma por una sedimentita relativamente dura, de edad Plio-Pleistocena. El entorno sedimentario superficial, según las muestras extraídas, corresponde a arena gruesa y grava. Una amplia plataforma rocosa horizontal se desarrolla entre los dos niveles escarpados con un ancho medio de 300 m. Sobre la plataforma se presenta una delgada cubierta arenosa, cuyos sedimentos se movilizan por las corrientes de marea, desarrollando dunas pequeñas, *sand ribbons* y *comet mark*. En el frente de la escarpa más profunda se evidencia un fondo rocoso relativamente irregular, con relictos aislados mesetiformes de hasta 4 m de altura. Arena fina se dispone en las partes inferiores de las estructuras consolidadas, de forma elongada y paralela a la corriente de marea, cubriendo escasamente la superficie de la roca. Los rasgos morfológicos y sedimentológicos encontrados indicarían una génesis asociada a una fuerte acción erosiva, correspondiente a un ambiente de alta energía de ola. Por ello, el origen de las escarpas se vincula a últimos períodos de estabilización del nivel del mar durante la transgresión holocena postglacial, estimándose una edad correspondiente al Pleistoceno Tardío-Holoceno Temprano (~12000-8000 AP). Las dos terrazas determinadas pueden correlacionarse temporal y altimétricamente con resaltos topográficos hallados en la plataforma continental frente al estuario y en la plataforma marina al sur de Brasil, lo cual corrobora el carácter regional del proceso de ascenso marino que originó las estructuras estudiadas.

Palabras claves: Terrazas marinas. Transgresión. Cuaternario.





## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### NIVELES ATERRAZADOS EN EL SECTOR EXTERNO DEL ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA, ARGENTINA.

ANDREOLI, A.<sup>1,2</sup>; ALIOTTA, S.<sup>1,2</sup>; GINSBERG, S.S.<sup>1,2,3</sup>

Instituto Argentino de Oceanografía. UNS-COMICET. Camino La Carrindanga Km 7,5, Bahía Blanca, Argentina<sup>1</sup>;  
Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur (UNS). Av. Alem 1253, cuerpo B, 2º piso, Bahía Blanca, Argentina<sup>2</sup>;  
Departamento de Ingeniería Civil, Universidad Tecnológica Nacional, 11 de Abril 461, Bahía Blanca, Argentina<sup>3</sup>.

aandreoli@iaco-comicet.gob.ar



#### INTRODUCCIÓN

El estuario de Bahía Blanca, ubicado al sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Figura 1), es el resultado de procesos geológicos cuaternarios vinculados a las variaciones del nivel del mar durante el último período posglacial.

El objetivo del trabajo es definir los rasgos morfológicos y sedimentológicos que caracterizan el fondo marino en el sector externo de la entrada al estuario de Bahía Blanca.



Figura 1. Localización del área de estudio.

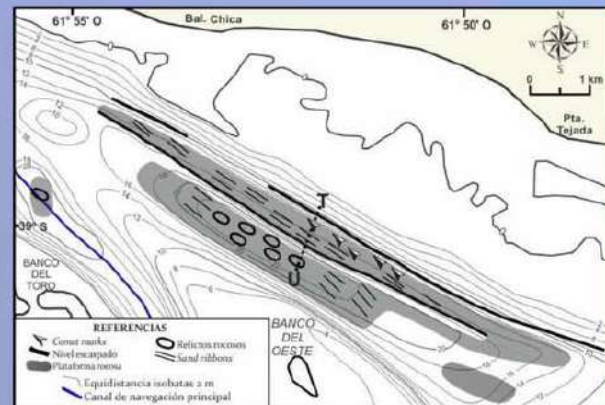


Figura 2. Distribución de los rasgos morfológicos y sedimentológicos en el área de estudio.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada consistió en una prospección sismoacústica con sonar de barrido lateral (100 kHz) y perfilador sísmico de alta resolución (3,5 kHz), y un muestreo sedimentológico del fondo con un extractor a mandíbulas (Snapper).

#### RESULTADOS

Dos niveles escarpados (12-15 m y 18-24 m de profundidad) con pendientes muy pronunciadas hacia el sur se disponen de forma aproximadamente paralela a la línea de costa actual (ONO-ESE), Figura 2. El desnivel más somero presenta una pendiente media de 45° y el más profundo alcanza los 60° (Figura 3 A). Ambos se conforman por sedimentitas de edad Plio-Pleistocena.

El entorno sedimentario superficial de las escarpas se integra, principalmente, por arena gruesa y rodados de hasta 7 cm (Figura 3 B), los cuales presentan incrustaciones de briozoos, tubos de anélidos y valvas de bivalvos, evidenciando su inmovilidad actual.

Una amplia plataforma rocosa se desarrolla entre los dos niveles escarpados con un ancho promedio de 300 m (Figura 3 A). Sobre la misma se presenta una delgada cubierta arenosa, cuyos sedimentos se movilizan por las corrientes de marea desarrollando *comet mark*, *sand ribbons* y dunas pequeñas (Figura 3 C).

En el frente de la escarpa más profunda se evidencia un fondo rocoso relativamente irregular, con relictos aislados de hasta 4 m de altura (Figura 3 A). Arena fina se dispone en las partes inferiores de las estructuras consolidadas, de forma elongada y paralela a la corriente de marea (*sand ribbons*), cubriendo escasamente la superficie de la roca.

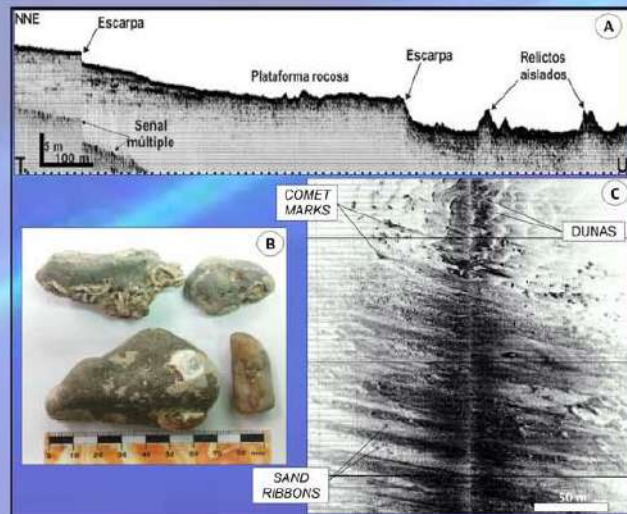


Figura 3. A) Sismograma transversal a la línea de costa. B) Muestra sedimentaria de fondo. C) Registro de sonar de barrido lateral con *comet marks*, *sand ribbons* y dunas.

#### CONCLUSIONES

El origen de los desniveles se vincula a los últimos períodos de estabilización del nivel del mar durante la transgresión holocena posglacial, estimándose una edad correspondiente al Pleistoceno Tardío-Holoceno Temprano (~12000-8000 AP).

Las terrazas pueden correlacionarse temporal y altimétricamente con resaltes topográficos hallados en la plataforma continental externa del estuario de Bahía Blanca (Aliotta *et al.*, 1999), y en la plataforma marina al sur de Brasil (Correa *et al.*, 1996).

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aliotta, S., Spagnuolo, J.O., Ginsberg, S.S., Gelos, E.M., 1999. Sedimentos de fondo-subfondo y aspectos geomorfológicos de la plataforma continental entre el estuario de Bahía Blanca y bahía Anegada, provincia de Buenos Aires. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología* 6 (1-2): 19-35.  
Correa, I.C.S., 1996. Las variaciones du niveau de la mer durant les derniers 17.500 ans BP. L'exemple de la plateforme continentale du Rio Grande do Sul-Brazil. *Mar. Geol.* 130, 163-178.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### O CÂNION DE SALVADOR, UM ESTUDO PRELIMINAR MORFOSEDIMENTAR, ATRAVÉS DA SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO

MELLO, A.C.C; DOMINGUEZ, J.M.L.

Universidade Federal da Bahia (Ana Clara Coni e Mello, [claraconi@hotmail.com](mailto:claraconi@hotmail.com))

A Margem Continental de Salvador (MCS) se caracteriza por ser a mais estreita do Brasil, o que facilita o seu acesso e oferece uma importante oportunidade para estudos em águas profundas. Grande parte desta região ainda permanece desconhecida para a ciência o que ressalta a necessidade do seu estudo. Iniciativas globais como o projeto IODP (International Ocean Discovery Program) mostram a necessidade dos estudos e entendimentos dos processos em águas profundas. Os Cânions Submarinos são umas das feições mais magníficas dos oceanos, constituem importantes condutos para a transferência de sedimentos para as regiões mais profundas, e sua origem está relacionada à ação erosiva de correntes de turbidez no talude, além de outros movimentos de massa (*Geohazards*). Neste contexto, próximo a Salvador está situado um dos cânions submarinos brasileiros que indentam na plataforma continental brasileira: o Cânion de Salvador. O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo morfológico e sedimentar da cabeceira do Cânion de Salvador, a partir da aplicação da Sísmica de Alta Resolução. Foram adquiridas cerca de 50 km de linhas sísmicas Chirp, com uma fonte Edgetech 216S, e cerca de 100 km de linhas sísmicas Sparker. Os dados foram tratados no Software SonarWiz e MDPS onde foi analisada a arquitetura deposicional dos sedimentos acumulados na cabeceira do cânion e confeccionados mapas de isópacas das diferentes unidades. Os dados obtidos mostram que a cabeceira do Cânion de Salvador indenta na plataforma até praticamente a linha de costa. Nesta região a cabeceira do cânion alcança 20 km de largura. Esta feição apresenta grandes desníveis e talvegues com altas inclinações. A deposição sedimentar observada consiste em pequenas lentes de lama, com um caráter sísmico bem transparente e ausência de estruturas internas. Estes depósitos alcançam espessuras médias em torno de 10 a 15 m de espessura, soterrando um paleo-relevo esculpido na cabeceira durante períodos de mar baixo. Próximo às paredes laterais do cânion são observados pequenos terraços, provavelmente esculpidos em período de estabilizações do mar; também são observados expressivos desmoronamentos nestas regiões. O maior volume de sedimento depositado encontra-se na região nordeste do cânion, sugerindo uma relação com o estuário de Cacha-prego, em contrapartida na porção NW do cânion, onde predomina o afloramento do embasamento acústico. Desta forma, conclui-se que o Cânion de Salvador não apresenta expressiva deposição sedimentar e baixo teor de sedimentos arenosos, havendo a predominância de lentes lamosas. Ainda, acredita-se que grande parte da preservação do cânion e sua morfologia bem pronunciada podem estar relacionadas a baixa taxa de sedimentação na região. Espera-se que trabalhos futuros esclareçam a geologia estrutural e a origem desta feição, através de estudos de sísmica profunda e batimetria multifeixe.

Palavras chaves: Plataformas Estreitas. Águas Profundas. Cânions Submarinos.

### O CÂNIÃO DE SALVADOR, UM ESTUDO PRELIMINAR MORFOSEDIMENTAR, ATRAVÉS DA SÍSMICA DE ALTA RESOLUÇÃO

MELLO, A.C.C.; DOMINGUEZ, J.M.L.

Universidade Federal da Bahia ( Ana Clara Coni e Mello, [claraconi@hotmail.com](mailto:claraconi@hotmail.com) ; José Maria Landim Dominguez, [landim@ufba.br](mailto:landim@ufba.br) )



#### INTRODUÇÃO

A Margem Continental de Salvador (MCS) se caracteriza por ser a mais estreita do Brasil, o que facilita o seu acesso e oferece uma importante oportunidade para estudos em águas profundas. Grande parte desta região ainda permanece desconhecida para a ciência o que ressalta a necessidade do seu estudo. Inicialmente globais como o projeto IODP (International Ocean Discovery Program), mostram a necessidade dos estudos e entendimentos dos processos em águas profundas. Os Cânions Submarinos são umas das feições mais magníficas dos oceanos, constituem importantes condutos para a transferência de sedimentos para as regiões mais profundas, e sua origem está relacionada à ação erosiva de correntes de turbidez no talude, além de outros movimentos de massa (*Geohazards*). Neste contexto, próximo a Salvador está situado um dos maiores cânions submarinos brasileiros que indenta a plataforma continental brasileira, o Cânion de Salvador. Apesar de muito próximo da linha de costa, esta feição foi pouco estudada, havendo poucos trabalhos como Brehme (1980) e França (1979) existe assim uma carência de dados e conhecimento técnico científico sobre o mesmo.

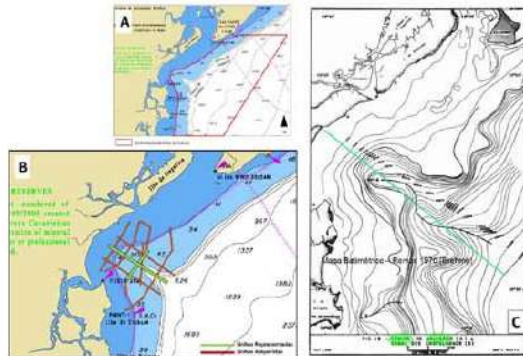


Figura 1A. Área de Estudo. Figura 1B. Mapa do Cânion REMAC 1970. Figura 1C. Dados adquiridos.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo morfológico e sedimentar da cabeceira do Cânion de Salvador, utilizando Sísmica Rasa de Alta Resolução. Foram adquiridas cerca de 50km de linhas sísmicas fonte Chirp (2 a 16 kHz), e cerca de 100km de linhas sísmicas com uma fonte Sparker (0,3 a 1,5 kHz). Os dados foram tratados no softwares SonarWiz e MDPS onde foi analisada a arquitetura deposicional dos sedimentos acumulados na cabeceira do cânion.



#### RESULTADOS

Os dados obtidos mostram que a cabeceira do Cânion de Salvador indenta a plataforma até praticamente a linha de costa. Nesta região a cabeceira do cânion alcança 20 km de largura. Os dados obtidos mostram a existência de cunhas de sedimentos em diferentes profundidades, capoadas por depósitos finos. Essas cunhas apresentam espessura de até 20m. Foram identificadas 4 unidades sedimentares, além de deslizamentos de massa ou *Geohazards* e o embasamento acústico fora interpretado como rochas sedimentares da Bacia de Camamu.

A Unidade 1, mais basal, corresponde ao Trato de Sistema de nível Baixo, a Unidade 2-Trato de Sistema Transgressivo, e as Unidades 3 e 4 Tratos de Sistema pertencem ao nível de mar alto. Estas unidades apresentam grande representatividade nas margens do cânion, exibindo um padrão clinoformal que avança no sentido do eixo do cânion. No talude e nas paredes do cânion, estas unidades se intercalam com depósitos com refletores internos com padrão caóticos interpretado como deslizamentos de massa ou *Geohazards*. Aparentemente existe uma diferença entre o tipo de sedimentos na região NE do Cânion (substrato rochosos), e na porção SW (material sedimentar). Na porção SW, o caráter sísmico mais rugoso e a alta reflectância, indicam sedimentos mais cascalhosos, e, comparação à porção NE de caráter mais transparente, sugerindo uma variação textural dos sedimentos na cabeceira do Cânion.

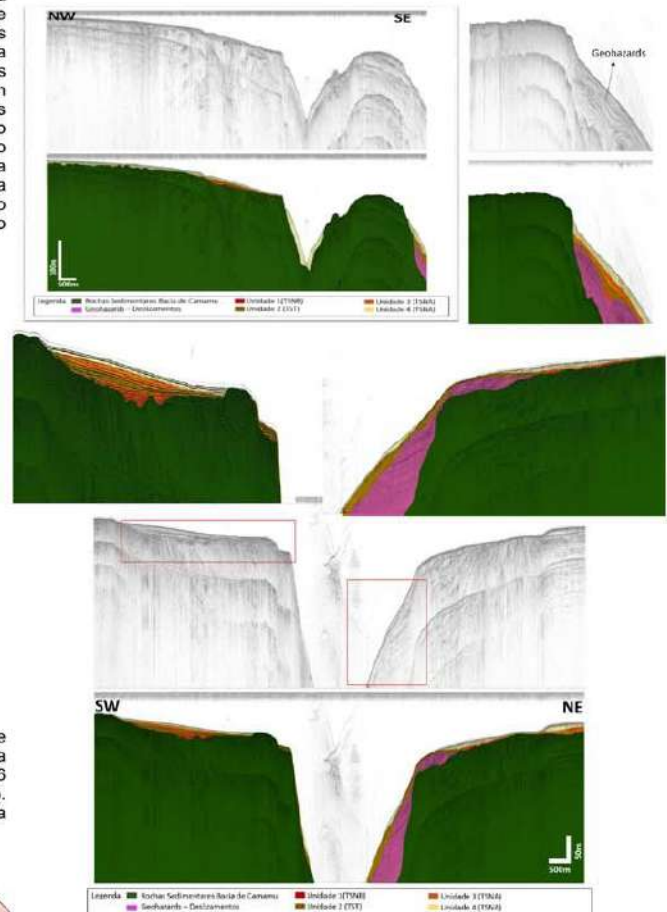


Figura 3. Perfis Sísmicos Brutos e Interpretados

#### CONCLUSÕES

O Cânion de Salvador apresenta evidências da existência de diferentes estágios de sedimentação e evolução, aparentemente controlados pelas variações eustáticas do nível do mar. Também é possível observar a influência dos deslizamentos de massa ou *Geohazards* na cabeceira do cânion, e na arquitetura deposicional do mesmo. As próximas etapas deste trabalho, incluem: (i) Aquisição de dados batimétricos para se obter um melhor entendimento da morfologia do cânion, e (ii) uma análise do possível controle estrutural no desenvolvimento do mesmo, visto que o cânion, se implantou numa importante zona de cisalhamento, conhecida como Zona e Cisalhamento de Salvador, e (iii) investigar os processos dos deslizamento de massa na cabeceira do cânion, e os seus riscos para estruturas de engenharia.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BREHME, I.; GORINI, M.A. 1980. Cânion Submarino de Salvador. Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Geologia. Belneário Camboriú. 1980. v. 5, 15p
- FRANÇA, A.M.C. 1979. Geomorfologia da margem continental leste brasileira e bacia oceânica adjacente. Rio de Janeiro, PETROBRAS-CENPES-DINTEP. In. Séries Projeto REMAC, n. 7, 485 p.

Agradecimentos ao projeto IODP - CAPES - Geohazards pela bolsa de Doutorado concedida e ao Inct AmbTropic pelo financiamento deste projeto.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### MAPEAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DOS DEPÓSITOS LAMOSOS QUATERNÁRIOS NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO EMBAIAMENTO DE SÃO PAULO (SE BRASIL)

SCARDUA NETO, A.; ALCÁNTARA-CARRIÓ, J.

Universidade de São Paulo (Antonio Scardua Neto; [antonioscardua@usp.br](mailto:antonioscardua@usp.br))

A ocorrência de depósitos lamosos nas plataformas continentais acontece tipicamente nas porções médias e externas das mesmas. Este trabalho tem como objetivo identificar, mapear e caracterizar a presença de possíveis depósitos lamosos ao longo da plataforma continental interna do Embaiamento de São Paulo, entre os municípios de São Sebastião e Peruíbe. Inicialmente, foi realizado um mapeamento sedimentar considerando dados granulométricos de 1528 amostras de sedimento superficial fornecidos pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN). A partir desta cartografia, foram identificadas as regiões com altos teores de lama. Posteriormente, nestas regiões e nas áreas adjacentes as mesmas, foram realizadas 3 campanhas oceanográficas, no âmbito do projeto de pesquisa FAPESP “*Controle hidrodinâmico e geomorfológico dos depósitos lamosos na plataforma continental interna (Setor Peruíbe - São Sebastião, Sudeste do Brasil)*”, a bordo do B.Pq. Alpha Delphini do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Ao longo destas campanhas, em abril 2018, agosto 2018 e março 2019, foram obtidos 125, 797 e 802 km de perfis sísmicos de alta resolução, registrados com uma fonte acústica tipo Chirp (2-8 kHz e 10-,20 kHz, 2kW). Também foram coletados 4 testemunhos com um amostrador de fundo de gravidade nos quais foram realizadas análises granulométricas e datações de radiocarbono pelo método de Espectrometria de Massa por Aceleradores (EMA) no Laboratório Beta Analytic. Como resultados prévios, foi identificada a ocorrência de três regiões com depósitos lamosos, entre as isóbatas de 10 e 25 m com espessuras variando entre 2 e 20 m. A ocorrência e espessura destes depósitos ao longo desta zona específica da plataforma interna implicam na ocorrência de um controle batimétrico imposto pela presença de uma superfície basal, irregular e rasa, interpretada como sendo o embasamento rochoso pré-cambriano. As diferenças sedimentológicas e sísmicas entre os depósitos refletem a existência de pelo menos três unidades sedimentares distintas. A partir das datações, pode-se inferir que as gêneses destes depósitos, de idade holocênica e pleistocênica, se encontram associadas, primariamente, as variações relativas do nível do mar. Os processos secundários identificados, responsáveis pelo aporte e redistribuição atual do sedimento fino na região, são tanto naturais (descargas fluviais, ondas, marés e correntes de plataforma) quanto antrópicos (dragagem).

Palavras chaves: Lama. Unidades sedimentares. Holoceno. Pleistoceno.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### INTEGRAÇÃO ENTRE SISMOESTRATIGRAFIA E INDICADORES MÚLTIPLOS DE VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR NO PLEISTOCENO TARDIO E HOLOCENO DA BACIA DE PELOTAS

HAHN, A. R. O.<sup>1</sup>; WESCHENFELDER, J.<sup>1</sup>; MELO, B. F.<sup>2</sup>; CALLIARI, L.J.<sup>3</sup>; OLIVEIRA, N.<sup>4</sup>; LAGUE, J. P. G.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Ana Rita Oliveira Hahn, [ritageohahn@gmail.com](mailto:ritageohahn@gmail.com)); SubSea 7<sup>2</sup>; Universidade Federal do Rio Grande<sup>3</sup>; Universidade Federal do Espírito Santo<sup>4</sup>.

Este estudo aborda a integração entre dados sísmicos da plataforma continental do Rio Grande do Sul (RS) e indicadores múltiplos de variação do nível do mar, analisando-se o cenário paleogeográfico da Bacia de Pelotas durante o Pleistoceno Tardio e Holoceno. Os dados sísmicos foram obtidos por um perfilador de subsuperfície de alta frequência (3,5 kHz), contemplando níveis batimétricos até, aproximadamente, 100 metros de profundidade. Através do processamento sísmico no *software* SonarWiz 5®, analisaram-se fácies sísmicas através da identificação de refletores, dos padrões geométricos de terminação entre eles e de superfícies de discordâncias, possibilitando o mapeamento de elementos arquiteturais equivalentes a sistemas deposicionais do Pleistoceno Tardio e do Holoceno. Para a reconstrução da paleogeografia da área, realizou-se um levantamento de indicadores múltiplos de paleoníveis marinhos e de paleolinhas costeiras, analisados por meio de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) no *software* ArcGis® 2010. Esses indicadores são advindos da bibliografia acerca da evolução paleogeográfica do Quaternário Superior na área de estudo e foram associados às informações extraídas do mapeamento sísmico em questão para, então, as reconstruções serem realizadas. Nos registros sísmicos, foram mapeados pacotes sedimentares com relações de contato e padrões de terminação entre refletores correspondentes a variações significativas nos processos deposicionais, como *onlaps*, *downlaps*, *toplaps* e truncamentos erosionais. As geometrias apresentadas por alguns refletores, como superfícies em formato de U ou V e anomalias positivas, também foram mapeadas e correspondem a feições da paisagem pretérita da área. Tanto os padrões de terminação e a dinâmica deposicional que eles indicam, quanto a geometria dos refletores e as feições às quais eles correspondem se referem ao paleocenário isostático regressivo do Último Máximo Glacial (UMG), onde sistemas de paleodrenagens ocupavam a atual plataforma continental. Nas camadas mais rasas, relações de contato entre os refletores mostram *onlaps* típicos de retrogradação da costa, preenchimento dos paleovales e paleocanais e afogamento de paleobarreiras costeiras, configurando o paleocenário transgressivo holocênico. Constatou-se que as feições referentes a paleocanais e paleovales mapeados situam-se em locais onde outros indicadores de paleodrenagens foram identificados em pesquisas anteriores, assim como as feições referentes a paleobarreiras costeiras. Em síntese, a presente análise demonstrou que o uso associado da sismoestratigrafia e de indicadores múltiplos outrora estudados possibilitou análises amplas referentes ao cenário evolutivo da região estudada, englobando dados inéditos e dados existentes na bibliografia. Essa integração permite inferências sólidas acerca da paleogeografia da Bacia de Pelotas quando o nível isostático encontrava-se abaixo do atual em função do recuo marinho durante o UMG.

Palavras-chave: Paleogeografia. Paleoníveis Marinhos. Paleolinhas de Costa. Sísmica Rasa.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### INTEGRAÇÃO ENTRE SISMOESTRATIGRAFIA E INDICADORES MÚLTIPLOS DE VARIAÇÃO DO NÍVEL DO MAR NO PLEISTOCENO TARDIO E HOLOCENO DA BACIA DE PELOTAS

HAHN, A. R. O. <sup>1</sup>; WESCHENFELDER, J. J. <sup>1</sup>; MELO, B. F. <sup>2</sup>; CALLIARI, L. J. <sup>3</sup>; OLIVEIRA, N. <sup>4</sup>; LAGUE, J. P. G. <sup>1</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup>

SubSea 7<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande<sup>3</sup>

Universidade Federal do Espírito Santo<sup>4</sup>



#### INTRODUÇÃO

As variações do nível do mar são estudadas através de indicadores de paleoníveis marinhos e de paleolinhas de costa situados nas zonas costeiras atualmente emersas e nos depósitos que estão submersos.

A discussão referente às variações do nível do mar na costa brasileira tornaram-se mais comuns no século XX, sendo as sínteses desses estudos desenvolvidas posteriormente. O debate acerca dos máximos transgressivos e regressivos em diferentes setores costeiros do Brasil tornaram-se cada vez mais frequentes, realizando-se pesquisas cada vez mais precisas sobre o tema.

Este estudo aborda a integração entre dados sísmicos do sul da plataforma continental do Rio Grande do Sul (RS) (Fig. 1) e indicadores múltiplos de variação do nível do mar, contribuindo-se para a análise do cenário paleogeográfico da Bacia de Pelotas durante o Pleistoceno Tardio e Holoceno.

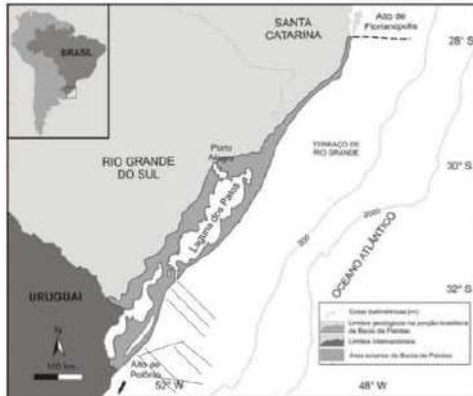


Figura 1: Localização da área de estudo e das linhas sísmicas analisadas. Modificado de Fischer et al. (2013) e Gomide (1989).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

- Dados sísmicos obtidos por perfilador de subsuperfície (3,5 kHz), contemplando níveis batimétricos até, aproximadamente, 100 m de profundidade;
- Mapeamento de elementos arquiteturais equivalentes a sistemas deposicionais do Pleistoceno Tardio e do Holoceno através da identificação de refletores, de padrões geométricos de terminação entre eles e de superfícies de discordâncias;
- Reconstrução da paleogeografia de áreas do sul da plataforma continental do RS através do levantamento bibliográfico de indicadores múltiplos de paleoníveis marinhos e paleolinhas costeiras, analisados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG);
- Cruzamento entre o mapeamento sísmico e a análise dos indicadores múltiplos.

#### RESULTADOS

Nos registros sísmicos, foram mapeados pacotes sedimentares com relações de contato e padrões de terminação entre refletores correspondentes a variações significativas nos processos deposicionais, como *onlaps*, *downlaps*, *toplaps* e truncamentos erosionais. As geometrias apresentadas por alguns refletores, como superfícies em formato de U ou V e anomalias positivas, também foram mapeadas e correspondem a feições da paisagem pretérita da área (Fig. 2 a 4).

Tanto os padrões de terminação e a dinâmica deposicional que eles indicam, quanto a geometria dos refletores e as feições às quais eles correspondem se referem ao paleocênario isostático regressivo do Último Máximo Glacial (UMG), onde sistemas de paleodrenagens ocupavam a atual plataforma continental. Nas camadas mais rasas, relações de contato entre os refletores mostram *onlaps* típicos de retrogradação da costa, preenchimento dos paleovales e paleocanais e afogamento de paleobarreiras costeiras, configurando o paleocênario transgressivo holocênico.

Constatou-se que as feições referentes a paleocanais e paleovales mapeados situam-se em locais onde outros indicadores de paleodrenagens foram identificados em pesquisas anteriores, assim como as feições referentes a paleobarreiras costeiras. Um exemplo de feições possivelmente correspondentes a paleobarreiras que foram identificadas nos registros sísmicos e que foram, também, mapeadas anteriormente concerne às feições nas quais Camargo (2015) identificou altos arenosos considerados possíveis remanescentes de uma paleobarreira associada à margem oeste de uma paleoalga e ao paleoval do Rio da Prata.

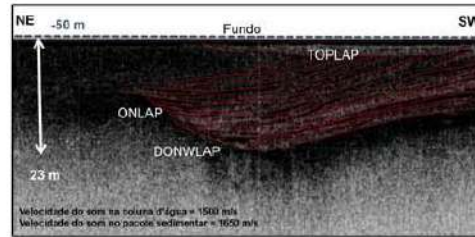


Figura 2: Registro sísmico com padrões de terminação em donwlap, onlap e toplap, indicando possíveis sequências transgressivas e, no padrão toplap, possível aumento no ritmo sedimentar e bypass deposicional.

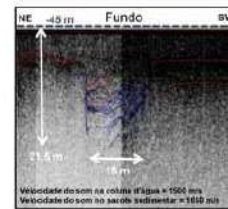


Figura 3: Registro sísmico com padrão de terminação na forma de truncamento erosional, indicando variações na dinâmica deposicional e possível inóculo fluvial.

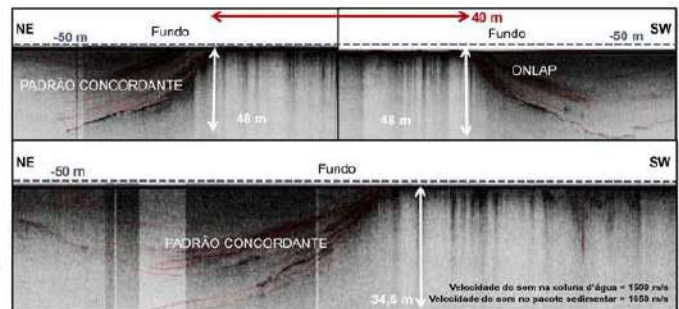


Figura 4: Registros sísmicos nos quais a geometria dos refletores indica tratar-se de uma possível paleobarreira costeira e os padrões de terminação concordantes em onlap refletem dinâmicas deposicionais pretéritas, sendo onlap possível indicativo de sequências transgressivas.

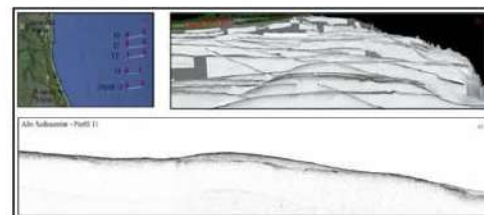


Figura 5: Alto topográfico sedimentar identificado por Camargo (2015). A) Localização dos pontos iniciais e finais em cada perfil. B) Visualização 3D dos perfis com o alto sedimentar. C) Exemplo do alto sedimentar em um dos perfis. Fonte: Camargo (2015).

#### CONCLUSÕES

O uso associado da sismoestratigrafia e de indicadores múltiplos outrora estudados possibilitou análises amplas referentes ao cenário evolutivo da região estudada, englobando dados inéditos e dados existentes na bibliografia. Essa integração permite inferências sólidas acerca da paleogeografia da Bacia de Pelotas quando o nível isostático encontrava-se abaixo do atual em função do recuo marinho durante o UMG.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARGO, C. M. L. 2015. Mapeamento Sismoestratigráfico da Superfície do Pleistoceno na Plataforma Continental da Bacia de Pelotas. Trabalho de Conclusão do Curso de Oceanologia da Universidade de Rio Grande.
- FISCHER, T. V.; SOUZA, P. A.; ESCAMILLA, J. H.; MITSURU, A. R. 2013. Associações paleontológicas do Pleistoceno da Bacia de Pelotas (Poço BP-1, Brasil) e seu significado estratigráfico. In: *Geociências (São Paulo)*, 32(4), p. 677-695.
- GOMIDE, J. 1989. Bacia de Pelotas: bioestratigrafia baseada em nanofósseis calcários. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 11, v. 1, p. 339-351.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### VARIAÇÃO GEOMAGNÉTICA PALEO-SECULAR REGISTRADA NO SUL DO BRASIL DURANTE OS ÚLTIMOS 50 MIL ANOS

FRIGO, E.<sup>1,2</sup>; SAVIAN, J.F.<sup>1</sup>; LOPES, C.T.<sup>1</sup>; ROCHA, J.A.<sup>1</sup>; HARTMANN, G.A.<sup>3</sup>; TRINDADE, R.I.F.<sup>4</sup>; PIVEL, M.A.G.<sup>1</sup>; COIMBRA, J.C.<sup>1</sup>; PETRÓ, S.M.<sup>1</sup>; LEONHARDT, A.<sup>5</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Everton Frigo, [everton.frigo@ufrgs.br](mailto:everton.frigo@ufrgs.br)); Universidade Federal do Pampa<sup>2</sup>; Universidade Estadual de Campinas<sup>3</sup>; Universidade de São Paulo<sup>4</sup>; Universidade Federal do Rio Grande<sup>5</sup>

O entendimento do campo geomagnético em escala temporal secular a milenar é fundamental para o avanço do conhecimento acerca do funcionamento do geodínamo. No entanto, a disponibilidade de dados paleomagnéticos nestas escalas temporais é muito pequena para regiões do Hemisfério Sul do planeta. Neste trabalho são apresentados os primeiros dados paleodirecionais e de paleointensidade relativa para o período entre 42000 e 5000 anos AP. Estes dados foram obtidos a partir de amostras de um testemunho marinho coletado no talude da margem continental sul do Brasil (29,2°S; 47,3°W). O modelo de idades foi construído a partir de datações absolutas de carbono 14 (<sup>14</sup>C) em foraminíferos planctônicos e de idades inferidas a partir da correlação das variações da razão de isótopos de oxigênio ( $\delta^{18}\text{O}$ ) em foraminíferos bentônicos com a curva de referência LS16-ISA. As medidas paleomagnéticas foram realizadas no Laboratório de Paleomagnetismo da Universidade de São Paulo (USPMag), utilizando o magnetômetro modelo 755-1 DC SQUID, fabricado pela 2G Enterprises, instalado numa sala magneticamente blindada. Os valores de inclinação magnética obtidos variam aproximadamente entre -40 a -70 graus, amplitude esta que é similar àquela prevista pelo modelo geomagnético SHA.DIF.14k para o período considerado. Uma marcante variação direcional acompanhada por um significativo decréscimo na intensidade foi observada em aproximadamente 40000 anos AP, e pode estar relacionada com a excursão geomagnética de Laschamp. A melhoria do modelo de idades e a adição de medidas paleomagnéticas complementares são ainda necessárias para o estabelecimento da primeira curva de variação paleo-secular para o sul do Brasil para os últimos 50 mil anos.

Palavras-chave: Paleodireções Geomagnéticas. Paleointensidade Relativa. Quaternário.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### VARIAÇÃO GEOMAGNÉTICA PALEO-SECULAR REGISTRADA NO SUL DO BRASIL DURANTE OS ÚLTIMOS 50 MIL ANOS

FRIGO, E.<sup>1,2</sup>; SAVIAN, J.F.<sup>1</sup>; LOPES, C.T.<sup>1</sup>; ROCHA, J.A.<sup>1</sup>; HARTMANN, G.A.<sup>3</sup>; TRINDADE, R.I.F.<sup>4</sup>; PIVEL, M.A.G.<sup>1</sup>; COIMBRA, J.C.<sup>1</sup>; PETRÓ, S.M.<sup>1</sup>; LEONHARDT, A.<sup>5</sup>



Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup>; Universidade Federal do Pampa<sup>2</sup>; Universidade Estadual de Campinas<sup>3</sup>; Universidade de São Paulo<sup>4</sup>; Universidade Federal do Rio Grande<sup>5</sup>

#### INTRODUÇÃO

O campo geomagnético, que é gerado no interior da Terra através do mecanismo de geodínamo, apresenta uma configuração predominantemente dipolar (Fig. 1). No entanto, somada a esta, existe uma parcela não dipolar. A relação entre as partes dipolar e não-dipolar é variável no tempo e no espaço. O entendimento do campo geomagnético em escala temporal secular a milenar é fundamental para o avanço do conhecimento acerca do funcionamento do geodínamo. No entanto, a disponibilidade de dados paleomagnéticos nestas escalas temporais é muito pequena para regiões do Hemisfério Sul do planeta. Neste trabalho são apresentados os primeiros dados paleodirecionais e de paleointensidade relativa para o período entre 42000 e 50000 anos AP.

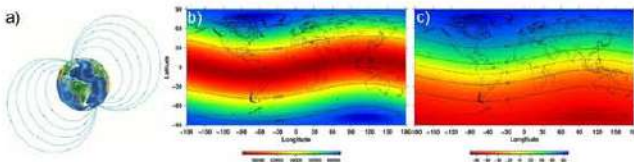


Figura 1. Modelo idealizado de campo dipolar (a) e as consequentes distribuições globais de valores de intensidade total (b) e de inclinação do campo geomagnético (c).

#### ÁREA DE ESTUDO

Os dados foram obtidos a partir de amostras de um testemunho marinho (SAT-048A) coletado no talude da margem continental sul do Brasil (29,2°S; 47,3°W; Fig. 2) a uma profundidade de 1542 mbsl. Nesta região, significativas variações geomagnéticas associadas a Anomalia Magnética do Atlântico Sul, vem sendo registradas nos últimos séculos (Hartmann & Pacca, 2009).

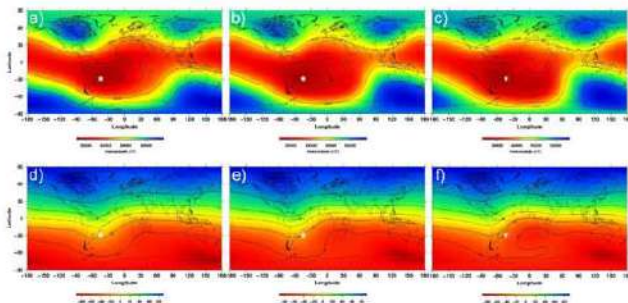


Figura 2. Mapas construídos a partir do IGRF2015 apresentando a intensidade (a,b,c) e inclinação (d,e,f) para os anos de 1909 (a,d), 1965 (b,e) e 2015 (c,f). A localização do SAT-048A está indicada pela estrela branca.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O testemunho SAT-048A, com aproximadamente 360 cm, foi amostrado a cada 2cm. Nestas amostras foram realizadas medidas paleomagnéticas, no Laboratório de Paleomagnetismo da Universidade de São Paulo (USPMag), utilizando o magnetômetro modelo 755-1 DC SQUID, fabricado pela 2G Enterprises, instalado numa sala magneticamente blindada. Os dados direcionais e de intensidade obtidos estão apresentados na Fig. 3.

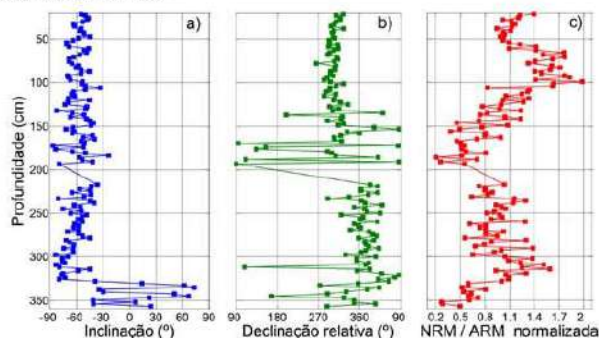


Figura 3. Dados de inclinação (a), declinação (b) e intensidade (c) em função da profundidade.

#### RESULTADOS

O modelo de idades (Fig. 4) foi construído a partir de datações absolutas de <sup>14</sup>C em foraminíferos planctônicos e de idades inferidas a partir da correlação das variações da razão de isótopos de oxigênio (<sup>18</sup>O) em foraminíferos bentônicos com a curva de referência LS16-ISA (Lisiecki & Stern, 2016).

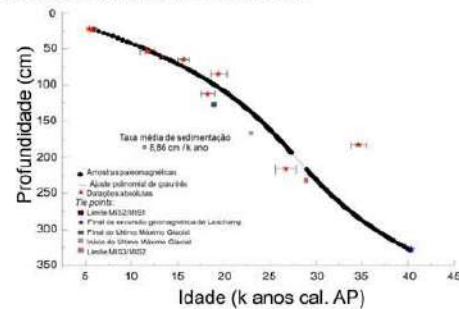


Figura 4. Modelo de profundidade-idade construído a partir de datações absolutas e tie points.

A partir do modelo de idades foram construídas as curvas dos dados paleomagnéticos em função do tempo (Fig. 5). Os dados de inclinação foram comparados com os valores previstos pelo modelo SHA.DIF14k (Pavón-Carrasco et al., 2014) e com dados do Lago Potrok Aike (Argentina; Lisé-Pronovost et al., 2013).

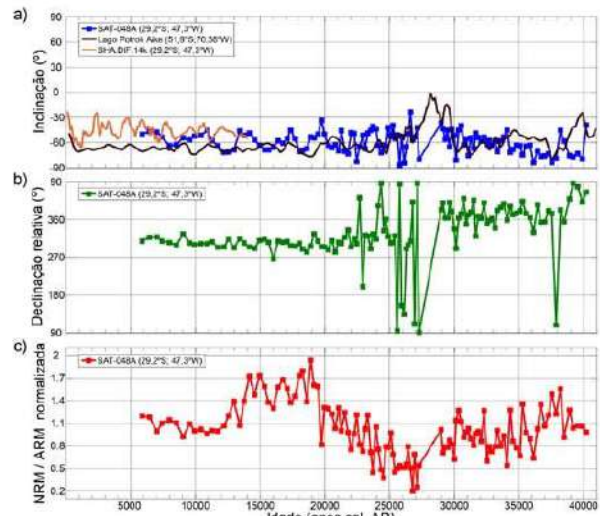


Figura 5. Dados de inclinação (a), declinação (b) e intensidade (c) em função do tempo.

#### CONCLUSÕES

Os valores de inclinação magnética obtidos variam geralmente entre -40 a -70 graus, com uma amplitude similar àquela prevista pelo modelo geomagnético SHA.DIF14k para o período correspondente. Uma marcante variação direcional acompanhada por um significativo decréscimo na intensidade foi observada em aproximadamente 330 cm de profundidade, e pode estar relacionada com a excursão geomagnética de Laschamp. A melhoria do modelo de idades e a adição de medidas paleomagnéticas complementares são ainda necessárias para o estabelecimento da primeira curva de variação paleo-secular para o sul do Brasil para os últimos 50 mil anos.

#### AGRADECIMENTOS



#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hartmann, G. A. & Pacca, I. G. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 81(2), 243-255, 2009.  
Lisé-Pronovost, A. *Quaternary Science Reviews*, 71, 91-108, 2013.  
Lisiecki, L., & Stern, J.V. *Paleoceanography*, 31, 1369-1394, 2016.  
Pavón-Carrasco, F.J. et al. *Earth and Planetary Science Letters*, 386, 98-109, 2014.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL DA FORMAÇÃO CAMACHO (MIOCENO SUPERIOR – URUGUAI) COM BASE EM DADOS GEOQUÍMICOS

AUMOND, G.N.; KOCHHANN, K.G.D.; NETTO, R.G.

Universidade do Vale do Rio do Sinos (Gustavo Nunes Aumond; [gustavo.aumond@gmail.com](mailto:gustavo.aumond@gmail.com))

O Mioceno, entre 23.03 e 5.33 Ma, registra diversas variações climáticas globais que provavelmente alteraram o tamanho das massas de gelo nas áreas polares e, conseqüentemente, geraram oscilação no nível do mar, causando eventos transgressivos/Regressivos. Depósitos sedimentares marinhos no continente Sul-Americano, associados a eventos transgressivos durante o Mioceno, são registrados na Argentina, Paraguai, Brasil e no Uruguai. Este evento transgressivo no Uruguai é denominado de “Mar Enterriense” e seus depósitos compreendem a Formação Camacho (Mioceno superior), rica em fósseis de invertebrados e vertebrados. Litologicamente, a Formação Camacho é dividida em dois membros: San Pedro, na base; que é composto por depósitos siltícos-arenosos e siltitos bioturbados; e Bautista, no topo, caracterizado por arenitos finos a muito finos intercalados com níveis de frações granulométricas mais grossas. O presente estudo apresenta dados preliminares da análise geoquímica por fluorescência de raios-X (FRX) de 75 amostras de rocha total de dois afloramentos: San Pedro, com 47 amostras, e El Chileno, com 28 amostras, ambos coletados no Departamento de Colonia, Uruguai. As análises foram realizadas em 5 a 10 g de amostra moída e os resultados apresentados em contagens por segundo (cps), que foram interpretados na forma de razões elementares logarítmicas. No afloramento San Pedro, elevados valores de  $\log(\text{Zr/Rb})$  e  $\log(\text{Ti/Al})$  sugerem um aumento na granulometria dos sedimentos e maior proximidade da área fonte no topo da seção, possivelmente relacionados a uma queda do nível de base. Já no afloramento El Chileno, variações cíclicas de  $\log(\text{Zr/Rb})$  e  $\log(\text{Ti/Al})$  parecem estar associadas a mudanças na intensidade de intemperismo químico atuante nas áreas fonte de sedimentos, sugeridas por oscilações de  $\log(\text{K/Fe+Ti+Al+Si})$ . Etapas futuras do estudo investigarão a relação estratigráfica entre os dois afloramentos, com o objetivo de melhor definir variações nas condições ambientais ao longo do intervalo analisado da Formação Camacho.

Palavras Chave: Formação Camacho. Mioceno. “Mar Enterriense”. Fluorescência de raios-X (FRX).

### INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL DA FORMAÇÃO CAMACHO (MIOCENO SUPERIOR – URUGUAI) COM BASE EM DADOS GEOQUÍMICOS

AUMOND, G.N.<sup>1</sup>; KOCHHANN, K.G.D.<sup>1</sup>; NETTO, R.G.<sup>1</sup>

Universidade de Vale do Rio do Sinos – UNISINOS<sup>1</sup> (Gustavo Nunes Aumond, [gustavo.aumond@gmail.com](mailto:gustavo.aumond@gmail.com))



#### INTRODUÇÃO

O Mioceno, entre 23.03 e 5.33 Ma (Ogg et al., 2016), registra diversas variações climáticas que provavelmente alteraram o tamanho das massas de gelo nas áreas polares e, consequentemente, geraram oscilação no nível do mar, causando eventos transgressivos/regressivos (Miller et al., 2017). Depósitos sedimentares marinhos no continente Sul-Americano, associados a eventos transgressivos durante o Mioceno, são registrados na Argentina, Paraguai, Brasil e no Uruguai. Estes eventos transgressivos no Uruguai são denominados de "Mar Entremiense" (Figura 2-a) e seus depósitos compreendem a Formação Camacho (Mioceno superior), rica em iconofósseis (Figura 1d), fósseis de invertebrados (Figura 1c) e vertebrados (Perea et al., 2009). Litologicamente, a Formação Camacho é dividida em dois membros: San Pedro, na base; que é composto por depósitos silíticos-arenosos e silíticos bioturbados; e Bautista, no topo, caracterizado por arenitos finos a muito finos intercalados com níveis de frações granulométricas mais grossas (Perea et al., 2009).

O presente estudo apresenta dados preliminares da análise geoquímica por fluorescência de raios-X (FRX) de 75 amostras de rocha total, de dois afloramentos: San Pedro (FC01), com 47 amostras e El Chileno (FC02), com 28 amostras, ambos coletados no Departamento de Colonia no Uruguai (Figura 1a).



Figura 1. a) Localização dos afloramentos estudados, (FC01-Afloramento San Pedro) e (FC02 – Afloramento El Chileno). Modificado de Palacio et al., 2016; b) Imagem geral de um dos afloramentos San Pedro; c) Imagem com fósseis presentes no afloramento San Pedro; d) Iconofósseis registrados no afloramento San Pedro.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O material analisado foi coletado em intervalos de 10 cm (Figura 2b), sendo utilizadas para leitura no espectrômetro de fluorescência de raios-X (FRX) *Epsilon 1 Panalytical* (Figura 2d) de 5 a 10 g de amostra moída (Figura 2-c). Os resultados são apresentados em contagens por segundo (cps) e interpretados na forma de razões elementares logarítmicas.

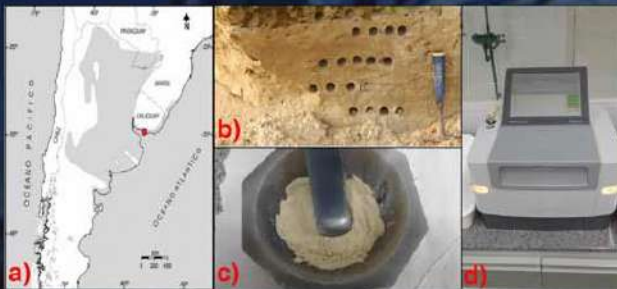


Figura 2. a) Provável extensão geográfica do Mar Entremiense (área cinza) sobre o Continente Sul-Americano, com a localização das sucessões sedimentares em estudo. Modificado de (Perea et al., 2009); b) Fotos da coleta do material em intervalos de 10 em 10 cm; c) Amostra macerada em gral e pistilo de Agata; d) Equipamento utilizado para análise. Legenda: (Ariel, 28)

#### RESULTADOS

No afloramento San Pedro (Figura 3), elevados valores de  $\log(\text{Zr/Rb})$  e  $\log(\text{Ti/Al})$  sugerem um aumento na granulometria dos sedimentos e maior proximidade da área fonte no topo da seção, possivelmente relacionados a uma queda do nível de base. Já no afloramento El Chileno (Figura 4), variações cíclicas de  $\log(\text{Zr/Rb})$  e  $\log(\text{Ti/Al})$  parecem estar associadas a mudanças na intensidade de intemperismo químico atuante nas áreas fonte de sedimentos, sugeridas por oscilações de  $\log(\text{K/Fe+Th+Al+Si})$ .

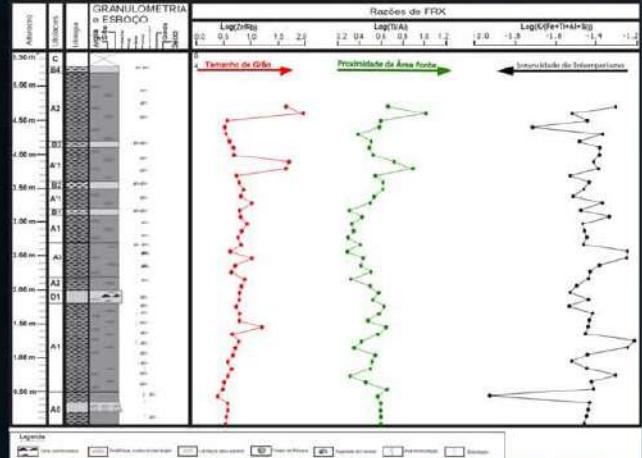


Figura 3 Perfil geológico e dados de Fluorescência de Raio X do afloramento San Pedro.

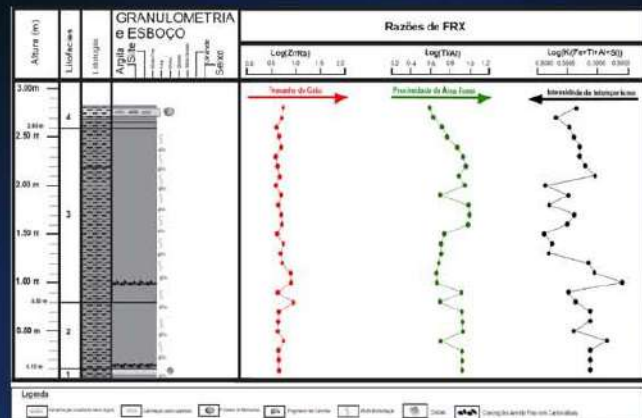


Figura 4. Perfil geológico e dados de Fluorescência de Raio X do afloramento El Chileno.

#### CONCLUSÕES

Segundo estudos de Chiappara & Augustin (1994), o ambiente do Membro San Pedro, no qual estão inseridos os dois afloramentos, são interpretados como de zona litorânea (Subtidal) devido à sua litologia, fósseis de invertebrados e iconofósseis. Observando a litologia do afloramento San Pedro e os dados de FRX obtidos (Figura 3) pode-se sugerir um aumento na granulometria dos sedimentos e a maior proximidade da área fonte no topo da seção, possivelmente associados a uma queda do nível de base durante a deposição destas rochas.

O Afloramento El Chileno, posicionado estratigraficamente abaixo do Afloramento San Pedro, apresentou variações cíclicas de granulometria dos sedimentos, proximidade da área fonte e intensidade de intemperismo.

Os dados aqui apresentados são preliminares desta forma serão aprofundados com a realização de outras análises geoquímicas que poderão contribuir na melhor compreensão do contexto paleoambiental do Membro San Pedro da Formação Camacho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chiappara, M., Augustin, S. 1994. Bioestratigrafia (invertebrados) de la Formación Camacho (Mioceno, Uruguay) (No. 58: 592-599) (MAR).
- Miller, K.G., Eslivier, R., Wright, J.D., Kopp, R.E. & Browning, J.V. (2017). Closing an early Miocene astronomical gap with Southern Ocean 5180 and 6130 records: implications for sea level change. *Paleogeography*, 33(6), 600-621.
- Ogg, J.G., Ogg, G., Gradstein, F.M.A. 2016. *Concise Geologic Time Scale*. 2016. Elsevier, p. 231.
- Perea, D., Martínez, S. 2009. Estratigrafía del Mioceno-Plioceno en el litoral su-48° oeste de Uruguay. Cuadernos sedimentares de Uruguay, Corazono 488 (Feosiansky, G., Ubilla, M., Martínez, S., Eds.). Ediciones DIRAC, Facultad de 485 Ciencias, Montevideo, 115-124.
- Palacio, J.L., Sánchez, J.L., Schilling, M. 2016. Permisio geológico y su 475 conservación en América Latina: Situación y perspectivas nacionales. Instituto 476 de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### VARIAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DOS MUDBELTS DO SUL DO BRASIL

MATOS, M. C.; MAHIQUES, M. M.

Universidade de São Paulo (Maria Carolina da Silva Nogueira de Matos,  
[mcarolinasnm@gmail.com](mailto:mcarolinasnm@gmail.com))

O projeto apresentado visa a caracterização granulométrica dos mudbelts da plataforma continental da região do Embaiamento de São Paulo, ou seja, do Cabo Frio ao Cabo de Santa Marta. Mudbelts são depósitos de lama alongados e estreitos e, no caso da plataforma sul-brasileira, caracterizam-se por ocorrer em uma região que possui baixo aporte fluvial, devido à inversão da drenagem dos rios pelo soerguimento da Serra do Mar. Por possuir poucas fontes fluviais, os sedimentos desta região eram considerados reliquias e a plataforma considerada faminta. Entretanto, trabalhos mais recentes indicam a influência da pluma do Rio da Prata com a deposição de sedimentos modernos, trazidos pela Corrente Costeira do Brasil, com sua decantação em porções rebaixadas. As amostras foram coletadas pelo cruzeiro Mudbelts I em junho de 2017 por meio de *multiple-corer* e *box-corer*; pré-tratadas de maneira a retirar matéria orgânica e carbonato, e separar as porções de sedimentos menores e maiores de 63 µm; foram analisadas quanto à granulometria, nas frações mais grossas por meio da coluna de peneiras e nas frações mais finas por um difratômetro a laser; e plotadas em gráficos com curvas de frequência. Os resultados obtidos indicaram que, de forma predominante, as amostras eram polimodais, o que proporcionou a afirmação da hipótese de que há populações distintas nas distribuições granulométricas dos mudbelts do sul do Brasil, sendo referentes aos sedimentos relictos e à pluma do Rio da Prata. E por fim, pela análise das amostras entre si, pôde-se verificar que os sedimentos se tornam mais grossos conforme a diminuição da latitude.

Palavras-chave: Granulometria. Mudbelts. Embaiamento de São Paulo. Rio da Prata



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### VARIAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DOS MUDBELTS DO SUL DO BRASIL

Maria Carolina da Silva Nogueira de Matos, Michel Michaelovitch de Mahiques

Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo - IOUSP

Instituto de Energia e Ambiente

#### INTRODUÇÃO

A distribuição granulométrica dos sedimentos no fundo marinho reflete as características físicas do ambiente de deposição, sendo que a energia do fluxo desses ambientes permite ou não a deposição dos sedimentos, e pode ou não ter competência para remanejá-los.

Para sedimentos lamosos (< 63 µm), a energia do agente transportador há de ser nula ou baixa para que se depositem, porém alta para que sejam ressuspensos, seguindo o Diagrama de Hjulstrom (Figura 1), isso acontece devido à coesividade que adquirem ao se depositar.

O presente trabalho busca analisar a distribuição granulométrica de depósitos sedimentares lamosos estreitos e alongados (*mudbelts*) pela porção sul da plataforma continental brasileira, com o objetivo de verificar se há populações distintas de sedimentos nesses depósitos.

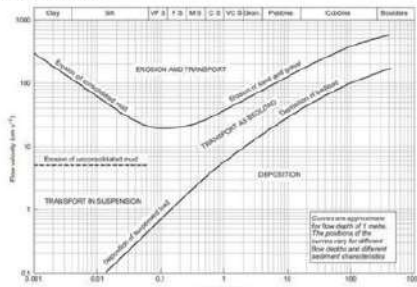


Figura 1. Diagrama de Hjulstrom. Fonte: Press & Siever, 1986.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

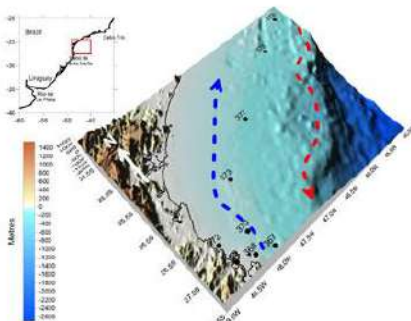
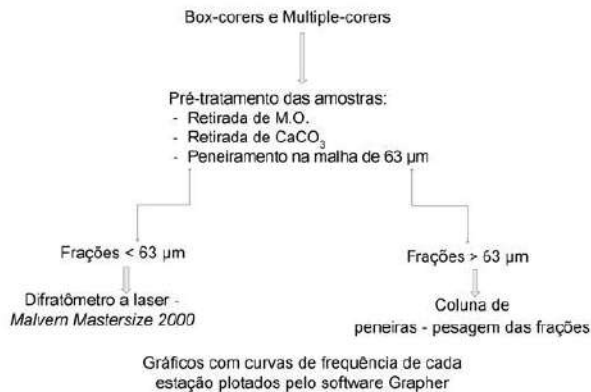
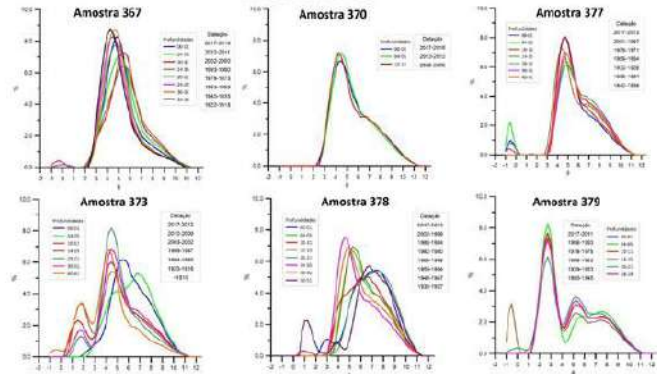


Figura 2. Mapa batimétrico com as estações das coletas realizadas no cruzeiro Mudbelts I. A seta tracejada em azul representa o percurso da Corrente Costeira do Brasil, e a seta tracejada em vermelho, o percurso da Corrente do Brasil.

- Sedimentos relictos - plataforma faminta (Kowsmann & Costa, 1979)
- Sedimentos modernos (Mahiques et al., 2008)



#### RESULTADOS



- Datação (LAQIMAR - Pb e Cs)
  - Amostras mais ao norte: maior variação de idade em um intervalo de profundidade (1cm)

#### Mudbelts do sul do Brasil

X  
Mudbelts do Mar da China Oriental (Xiau et al., 2006, 2010)

- Fração mais fina → Sedimentos relictos (Liu et al., 2006)
- Fração mais grossa → Descarga fluvial

#### CONCLUSÕES

Pelo que foi exposto, podemos concluir que na análise de datação, a deposição dos sedimentos encontrados nas amostras mais ao norte é mais lenta para acontecer, já que estão mais próximas à influência da Corrente do Brasil, não permitindo a deposição e fazendo o remanejo de sedimentos antigos.

Adiciona-se à conclusão, que a presença de mais de uma moda nas amostras não corrobora com os trabalhos mais antigos de classificação da plataforma, como faminta, proposto por Kowsmann & Costa (1979). Dessa forma, foram encontradas populações de sedimentos distintas, sendo estas correspondentes à pluma do Rio da Prata e aos sedimentos relictos.

E por fim, a granulometria da plataforma entre o Cabo de Santa Marta e o Cabo Frio, pela comparação entre as amostras analisadas, torna-se mais fina, conforme a diminuição da latitude, o que se mostra coerente tendo em vista as amostras mais ao norte com maior quantidade de sedimentos relictos presentes e por estarem mais próximas à influência da Corrente do Brasil.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MAHIQUES, M. M.; TASSINARI, C. G. G.; MARCOLINI, S.; VIGLANTE, R. A.; FIGUEIRA, R. C. L.; SILVEIRA, I. C. A.; BURONE, L.; SOUSA, S. H. M. Nd and Pb isotope signatures on the southeastern South American Upper Margin: 17 Implications for sediment transport and source rocks. *Marine Geology*, v. 250, p. 51 – 63, 2008.
- XIAO, S.B., LIU, W.G., LI, A.C., YANG, S.Y., LAI, Z.P. Pervasive autocorrelation of the chemical index of alteration in sedimentary profiles and its palaeoenvironmental implications. *Sedimentology* 57, 670-676, 2010.
- XIAO, S.B., LI, A.C., LIU, J.P., CHEN, M.H., XIE, Q., JIANG, F.Q., LI, T.G., XIANG, R., CHEN, Z. Coherence between solar activity and the East China Asian winter monsoon variability in the past 8000 years from Yangtze River-derived mud in the East China Sea. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 237, 293-304, 2006.
- KOWSMANN, R.O.; COSTA, M.P.A. Sedimentação Quaternária da margem continental brasileira e das áreas oceânicas adjacentes. In: PROJETO REMAC – Evolução sedimentar holocênica de plataforma continental e talude do sul do Brasil. Rio de Janeiro. PETROBRÁS, CENPES, DINTEP. (Série Projeto REMAC. 8), p. 7-52, 1979.
- LIU, J.P.; LI, A.C.; XUC, K.H.; VELOZZIA, D.M.; YANGD, Z.S.; MILLIMANC, J.D.; DEMASTER, D.J. Sedimentary features of the Yangtze River-derived along-shelf clinoform deposit in the East China Sea. *Continental Shelf Research*, v. 26, p. 2141-2156, 2006.

#### AGRADECIMENTOS





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE FUNDO NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO CEARÁ COM BASE EM ATRIBUTOS SÍSMICOS

ANJOS,J.1; GUIZAN,C.1; REGIS,J.1; CORREA,J.2

Universidade Federal Fluminense<sup>1</sup>(João Victor Moraes da Costa Anjos, [jv\\_anjos@id.uff.br](mailto:jv_anjos@id.uff.br)); Spectrum Geo<sup>2</sup>

A plataforma continental brasileira encerra extensas áreas com sedimentação carbonática de origem biogênica, abrigando grande variedade de vida marinha bentônica e livre. Situada entre os meridianos 41° W e 38° W e as latitudes 4°S e 2°S, a região de análise situa-se na plataforma continental do Estado do Ceará. Possui uma área de aproximadamente 13.000 km<sup>2</sup> entre os rios Jaguaripe e Acaraú, entre profundidades de 20 a 100m. O objetivo do presente trabalho foi desenvolver uma metodologia visando utilizar o dado sísmico de reflexão 2D, para fazer uma classificação automática do tipo de fundo, com base na análise de atributos sísmicos. A partir de dados batimétricos de folhas de bordo e dados de granulometria e teor de carbonatos compilados no Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) da Marinha do Brasil foram construídos os mapas base de batimetria detalhada e de fácies sedimentares. Esses dados foram posteriormente correlacionados com os atributos sísmicos buscando-se verificar a relação entre a resposta do sinal refletido com o tipo de fundo. Os resultados demonstram que os atributos de frequência instantânea e impedância acústica relativa apresentaram boa correlação com o teor de carbonato e de cascalho respectivamente. A conjugação destes dois atributos especialmente com a informação batimétrica da plataforma mostrou ainda a coincidência dos valores anômalos destes dois atributos, com altos batimétricos nas proximidades de canais submarinos, o que nos sugere a presença de fundos com construções biogênicas. Os esforços para trabalhos futuros, como coleta de amostras e outras técnicas de investigação direta e indireta podem utilizar os resultados deste projeto para escolha dos locais de pesquisa detalhada minimizando esforços amostrais e reduzindo custos.

Palavras Chave: Atributos sísmicos. Bacia do Ceará. Análise sísmica. Plataforma Continental.

### CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE FUNDO NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO CEARÁ COM BASE EM ATRIBUTOS SÍSMICOS

ANJOS, J.<sup>1</sup>; GUIZAN, C.<sup>1</sup>; REGIS, J.<sup>1</sup>; CORREA, J.<sup>2</sup>

Universidade Federal Fluminense<sup>1</sup>; Spectrum Geo<sup>2</sup>



#### INTRODUÇÃO

A plataforma continental brasileira apresenta uma mistura de plataforma clástica e de carbonatos com uma extensa variedade de vida marinha livre e bentônica muito sensíveis que exigem cuidados na avaliação ambiental para a exploração adequada de seus minerais e recursos vivos.

O principal objetivo do presente estudo foi, a partir de dados sísmicos 2D, analisar a resposta do fundo marinho utilizando atributos sísmicos e classificar a natureza composicional e textural dos sedimentos, gerando assim um modelo com informações preliminares para pesquisas de amostragem subsequentes, diminuindo custos e agregando valor adicional aos existentes.

A análise foi realizada na margem equatorial brasileira, entre longitudes 41°W e 38°W e latitudes 4°S e 2°S, especificamente na plataforma continental do Estado do Ceará, cobrindo uma área de aproximadamente 13.000 km<sup>2</sup> em lâmina d'água de 20 a 100m (Figura 1)

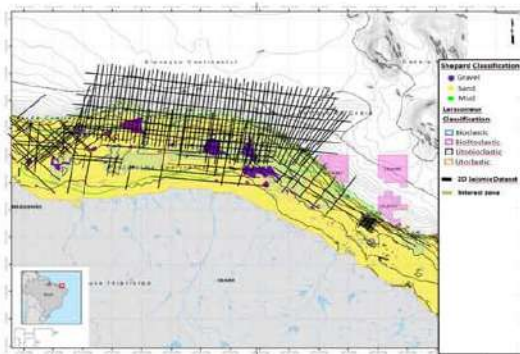


Figura 1- Dados disponíveis para a realização do estudo. Dados sísmicos 2D + dados de tipo de sedimento. (Ariel, 28)

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia se dividiu em duas ramificações, sendo uma mais voltada para a manipulação dos dados sísmicos, e segunda dos dados de sedimento do fundo da plataforma. A análise sísmica se deu a partir da interpretação do fundo do mar e da geração dos atributos sísmicos. Foram calculados quatro atributos, sendo eles *sweetness*, fase instantânea, frequência instantânea e a impedância acústica relativa.

Na segunda ramificação, mais voltada para dados controle, foram utilizados dados batimétricos de alta resolução, além de informações de percentuais de tipo de sedimento de fundo, amostrados com *BoxCore*. Todos esses dados foram obtidos no Banco Nacional de Dado Oceanográficos da Marinha do Brasil.

Por fim, as anomalias encontradas nos atributos sísmicos foram correlacionadas com os dados de batimetria e de sedimentos a fim de se obter pontos espaciais com possíveis tendências a apresentarem construções biogênicas

#### RESULTADOS

Os atributos sísmicos de frequência instantânea, fase instantânea, impedância acústica relativa (RAI) e *Sweetness* foram testados utilizando o coeficiente de Pearson. O atributo sísmico de frequência instantânea mostra uma forte correlação positiva (0,71) com o teor de carbonato. A fase instantânea se correlaciona tanto positivamente (0,64) com o teor de areia, quanto negativamente (-0,64) com o teor de cascalho. Tendo em vista o teste de Pearson realizado, para as correlações citadas os respectivos p-valores encontrados foram de 0,014 para a frequência instantânea e de 0,034 para a fase instantânea, demonstrando uma boa confiabilidade dos coeficientes de correlação.

A combinação de valores anômalos desses dois atributos é mostrada na figura 3, sugerindo a ocorrência de fácies de cascalho com carbonato predominantemente. Essas áreas ainda coincidem com elevações batimétricas, indicando a proximidade de construções biogênicas, provavelmente recifes de algas vermelhas, comumente observadas na plataforma continental do Ceará (Vital et al., 2010; Testa e Bosence, 1998, 1999). Na margem equatorial brasileira, os recifes de carbonato foram descritos por Moura et al. (2016), mostrando uma grande diversidade de espécies, aumentando as preocupações com a sensibilidade ambiental dessas áreas em particular.

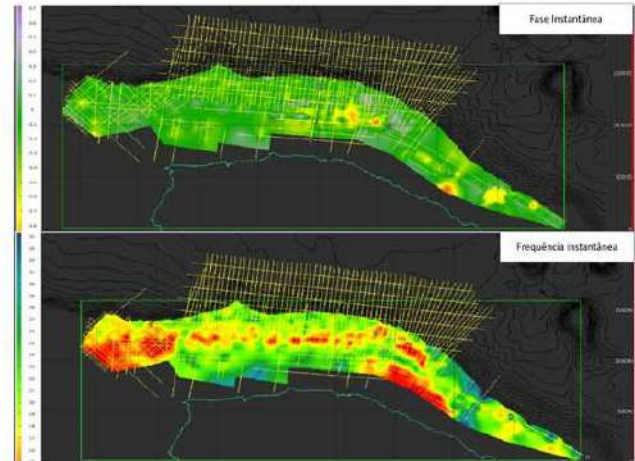


Figura 2- Mapas de atributos sísmicos gerados a partir da superfície interpretada do fundo do mar.

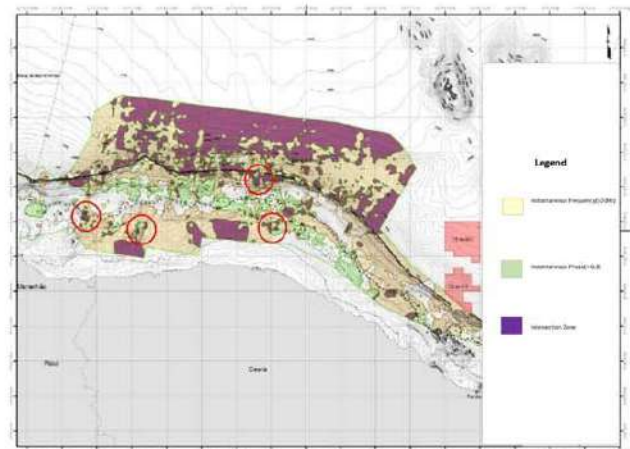


Figura 3- Mapa final com base na sobreposição dos atributos sísmicos, apontando possíveis locais para a investigação de construções biogênicas.

#### CONCLUSÕES

A análise do sinal sísmico refletido no fundo do mar extraído de dados multicanal 2D pode ser usada para classificação dos sedimentos fundo para caracterização de habitats submarinos. Essa metodologia pode ser adotada como uma ferramenta adicional buscando minimizar os esforços de futuras campanhas destinadas a amostragem no fundo marinho e outras técnicas de investigação diretas e indiretas, reduzindo custos e agregando valor aos dados sísmicos 2D existentes.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos à *SpectrumGeo* do Brasil e à ANP (pelos dados sísmicos fornecidos e à *Eliis* pelas licenças *PaleoScan*<sup>TM</sup>. Também queremos agradecer à *Premier Oil* por todo o apoio financeiro do projeto.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(TESTA, V.; BOSENCE, D. W. J. Carbonate-Siliciclastic Sedimentation on High-Energy, Ocean-Facing, Tropical Ramp, NE Brazil. In: WRIGHT, V. P.; BURCHETTE, T. P. (Ed.). Carbonate Ramps. Geol. Soc. London Spec. Pub., v. 149, p. 55-71, 1998.

TESTA, V.; BOSENCE, D. W. J. Physical and Biological Controls on the Formation of Carbonate and Siliciclastic Bedforms on the North-East Brazilian Shelf. *Sediment.*, v. 46, p. 279-301, 1999.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### SEGMENTAÇÃO DE BATIMETRIA MULTIFEIXE E BACKSCATTER PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESTRUTURAS RECIFAIS

BASTOS, A.C.; BONI, G.C.; DAMACENO, J.V.R.; LAVAGNINO, A.C.R.F.; LEITE, M.D.; MAIA, L.X.; MENANDRO, P.S.; OLIVEIRA, N.; VIEIRA, F.V.

Universidade Federal do Espírito Santo (Alex Cardoso Bastos, [alexcardosobastos@gmail.com](mailto:alexcardosobastos@gmail.com))

O reconhecimento padrões de corrente e vento na área da quebra da plataforma continental do Ceará é fundamental para o entendimento dos processos oceanográficos da região. O objetivo deste estudo é identificar as variações sazonais na intensidade e direção de vento e corrente a partir de dados da bóia Fortaleza, fundeada pelo Programa Nacional de Boias (PNBOIA), localizada em 38° 25' W e 3° 12' S. Os dados de vento foram coletados por meio de um anemômetro, localizado a 4,7 m da superfície do mar. Os dados de corrente são referentes a um perfil vertical de 200 m de profundidade, a partir do casco da boia, coletados com um *acoustic doppler current profiler* (ADCP). Todo o procedimento de tratamento de dados foi feito utilizando a linguagem de programação Python. Os dados utilizados neste trabalho correspondem ao período de novembro de 2016 a dezembro de 2017, encontram-se disponíveis no site do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM). Por ausência de registro, não foram contemplados no estudo os meses de junho e outubro de 2017, referentes à corrente. Para a análise, foram excluídos os valores *flags*, estes valores são marcados com identificadores na tabela de dados disponibilizada pela Marinha. Os *outliers* foram removidos através de filtros estatísticos baseado no método InterQuartile Range (I.Q.R) e na técnica de envoltória convexa (ConvexHull). Os dados de vento mostram que o mês de outubro registrou a maior média mensal de velocidade,  $10,48 \text{ ms}^{-1}$ , enquanto em abril a menor,  $5,6 \text{ ms}^{-1}$ , a média da velocidade para todo o período foi  $8,14 \text{ ms}^{-1}$ . Os meses de março e abril mostraram uma componente vinda de nordeste, cerca de 10% do total mensal, devido à influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Em todos os meses a direção predominante do vento é sudeste. As correntes na região possuem direção predominante do octante noroeste em todos os meses estudados. Quanto a intensidade, a maior média mensal foi registrada em maio, cerca de  $0,47 \text{ ms}^{-1}$ , a menor média mensal foi em novembro,  $0,24 \text{ ms}^{-1}$ . A velocidade média das correntes para todo o período foi  $0,37 \text{ ms}^{-1}$ . Os resultados obtidos neste trabalho, a priori, estão em concordância com a literatura científica e com os resultados esperados.

Palavras-chave: Meteoceanografia. PNBOIA. Corrente Norte do Brasil.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

**SEGMENTAÇÃO SUPERVISIONADA DE BATIMETRIA MULTIFEIXE E BACKSCATTER PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESTRUTURAS RECIFAIS**

BASTOS<sup>1</sup>, A.C.; BONI<sup>1</sup>, G.C.; DAMACENO, J.V.R.; LAVAGNINO<sup>1</sup>, A.C.R.F.; LEITE<sup>1</sup>, M.D.; MAIA<sup>1</sup>, L.X.; MENANDRO<sup>1</sup>, P.S.; OLIVEIRA<sup>1</sup>, N.; VIEIRA<sup>1</sup>, F.V.

Marine Geosciences Lab (LabOGeo), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)<sup>1</sup> (Alex Cardoso Bastos, alexcardosobastos@gmail.com)

### INTRODUÇÃO

O reconhecimento de recifes a partir de dados geofísicos é recorrente objeto de estudo na bibliografia científica, dada a importância desses complexos habitats e a aplicabilidade, por exemplo, para manejo de áreas de preservação e recursos pesqueiros. A biodiversidade que acompanha estruturas recifais faz esse habitat ser altamente sensível. Quando se encontram em pequenas profundidades, sofrem exposição a diversos fatores, dentre os quais podemos citar aporte sedimentar, aporte de poluentes, anomalia de padrões térmicos da coluna d'água e superexploração de recursos pesqueiros (Hoegh-Guldberg, 1999; McCulloch et al., 2003; Cesar et al., 2003; Wilson et al., 2008). Este trabalho apresenta um conjunto de dados que cobre 26km<sup>2</sup>, coletados no norte da Plataforma Continental do Espírito Santo, região que já faz parte da Plataforma sul de Abrolhos (figura 1).

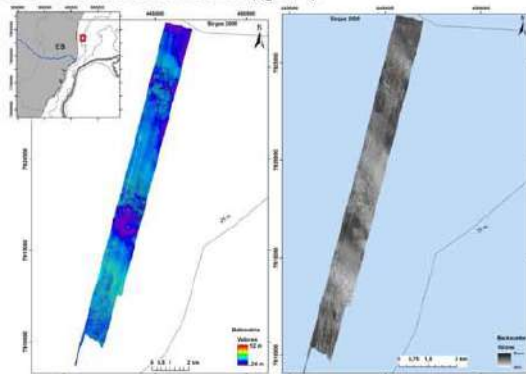


Figura 1. Levantamento batimétrico coletado ao norte da Plataforma Continental do Espírito Santo.

### MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa foi a de processamento dos dados de batimetria e backscatter (softwares Cairns HIPS 11.2 e FMGT 7.8, respectivamente).

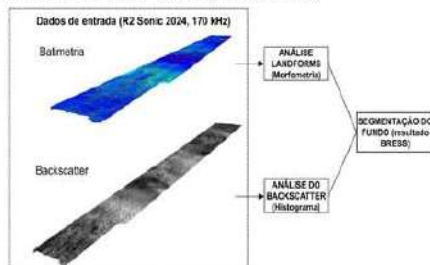


Figura 2. Fluxograma de análise do BRESS (Bathymetric and reflectivity-based segments, ferramenta desenvolvida pela University of New Hampshire).

### RESULTADOS

Os recifes apareceram de maneira concentrada em três regiões relativamente mais rasas, com uma tendência a serem espaçados e isolados com o distanciamento destas áreas. O tamanho dos recifes é bem variado, e chega a 12 m de altura.

Outra feição que foi bastante observada nos dados são as formas de fundo conhecidas como furrows.

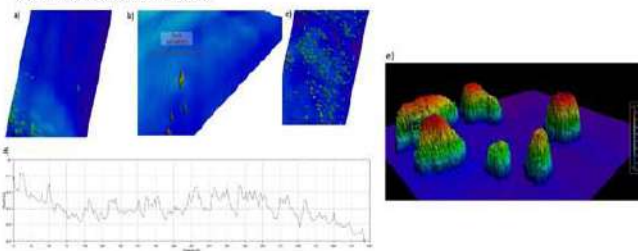


Figura 3. Exemplos das furrows e das estruturas recifais encontradas na batimetria na região nordeste da Plataforma Continental do Espírito Santo. (a) Superfície batimétrica na qual é possível identificar furrows e recifes; (b) Batimetria em perspectiva 3D evidenciando recifes e ribbons, e indicação de um perfil batimétrico (linha vermelha); (c) outro exemplo de superfície batimétrica na qual é possível identificar furrows e recifes; (d) Perfil batimétrico; (e) estruturas recifais na batimetria 3D.

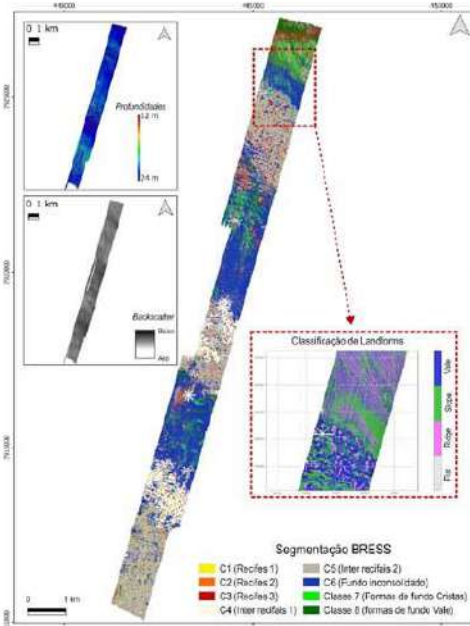


Figura 4. Segmentação executada no software BRESS, com um quadro detalhando a classificação de Landforms na região norte da área.

Visualmente, é possível verificar 3 grupos principais de classes: estruturas recifais (Classes 1, 2 e 3), fundos inter recifais (Classe 4 e 5) e fundo com formas de fundo no restante da região (Classes 6, 7 e 8). A classe 1 aparece sobretudo no núcleo de recifes ao sul da região, enquanto as classes 2 e 3 estão em maior quantidade e são mais abrangentes, principalmente nas regiões de maior concentração de recifes. As classes 4 e 5 são claramente distinguidas entre elas pelos valores de backscatter, sendo a classe 4 a representante de intensidades maiores (conforme também observado no mapa de backscatter desse setor). As classes 7 e 8 parecem estar associadas com formas de fundo, isto é, estão relacionadas com a classificação de Landforms obtida.

A morfologia de estruturas recifais é facilmente reconhecida em dados geofísicos. A distribuição de habitats nesta região destacou três núcleos principais de fundos com estruturas recifais, destacando a diferenciação geomorfológica (slope e rugosidade) de um grupo de recifes do tipo 2 mais ao sul da área. Os fundos com estruturas recifais ocorrem preferencialmente nas regiões rasas da área mapeada. O restante da área foi classificado como inter-recifal e a diferenciação destes tipos de fundo foi possível devido ao reconhecimento de marcantes formas de fundo (na batimetria e na segmentação realizada pelo software BRESS).

### CONCLUSÕES

Por fim, com o conjunto inédito de resultados de alta resolução (batimetria, backscatter e segmentações) apresentados para essa região conclui-se que a principal característica dessa região em termos de mapeamento do fundo marinho é a heterogeneidade de morfologias e habitats. As estruturas recifais apresentaram forma, relevo e alturas diversas ao longo da área mapeada, enquanto as formas de fundo erosivas (Furrows) encontradas remetem a padrões hidrodinâmicos distintos para essa região.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cesar, H., Burke, L. & Pat-Soeds, L. 2003. The economics of worldwide coral reef degradation. Technical report - Ceser environmental economics consulting (CEEC), p.24.

Hoegh-Guldberg, O. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Mar. Freshw. Res.* 50(8) p.839-866.

McCulloch, M., Fallon, S., Wyndham, T., Handy, E., Lough, J., & Barnes, D. 2003. Coral record of increased sediment flux to the inner Great Barrier Reef since European settlement. *Nature*, 421(6924), p.727.

Wilson, S.K., Fisher, R., Pratchett, M.S., Graham, N.A.J., Dulvy, N.K., Turner, R.A., Cakacaka, A., Polunin, N. Y. C., Rushton, S. P.2008. Exploitation and habitat degradation as agents of change within coral reef fish communities. *Glob. Chang. Biol.*, 14(12) p.2796-2809.

### Agradecimentos:

A Fundação Renova, FEST, UFES pelo financiamento, implementação e apoio ao projeto do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Marinha.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### SEGMENTAÇÃO SUPERVISIONADA COMO UMA FERRAMENTA PARA DISTRIBUIÇÃO DE HABITATS MARINHOS: ESTUDO DE CASO EM UMA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NA PLATAFORMA LESTE BRASILEIRA

BASTOS, A.C.; BONI, G.C.; DAMACENO, J.V.R.; LAVAGNINO, A.C.R.F.; LEITE, M.D.; MAIA, L.X.; MENANDRO, P.S.; OLIVEIRA, N.; VIEIRA, F.V.

Universidade Federal do Espírito Santo (Alex Cardoso Bastos, [alexcardosobastos@gmail.com](mailto:alexcardosobastos@gmail.com))

O mapeamento de habitats se refere ao mapeamento morfológico e faciológico do fundo, relacionando à variabilidade dos tipos de fundo e sua relação com a ocorrência e distribuição de comunidades bentônicas. Mapear o fundo marinho é uma necessidade fundamental em programas de manejo, planejamento sistemático, ou estudo de uso do substrato ou de impacto ambiental, tornando-se assim, uma técnica chave para a compreensão do ambiente em Áreas de Proteção Ambiental. A área de estudo corresponde à região entre a plataforma continental e o talude continental da Área de Proteção Ambiental Costa das Algas (ES), inserida no contexto de uma Plataforma de Paleovales. Foram utilizados dados de batimetria multifeixe e de *backscatter* provenientes do sistema R2Sonic 2024 (170kHz) com o intuito de segmentar e classificar o fundo marinho de acordo com a morfologia e com os padrões de *backscatter*. A análise por segmentação supervisionada evita a subjetividade da interpretação em uma classificação manual, otimiza o tempo de análise e permite a repetibilidade dos processos. A batimetria e o *backscatter* foram utilizados como dados de entrada para uma segmentação supervisionada no software BRESS (*Bathymetric and reflectivity-based segments*), uma ferramenta livre disponibilizada pela Universidade de New Hampshire. Os dados de ecobatimetria multifeixe cobriram uma área de 240 km<sup>2</sup> entre as isóbatas de 45 e 275 metros com uma variação de *backscatter* entre -32 dB e -16 dB (maioria dos valores entre -18 e -21 dB). A classificação morfométrica do BRESS (*landforms*) apresentou 6 Classes, sendo que o “Fundo plano (*Flat*)” foi a mais abrangente. Por sua vez, quando valores de *backscatter* foram considerados, diferentes características foram evidenciadas, subdividindo a classe de fundo plano em classes 1, 2 e 3. Feições circulares, pontuais, de relevo negativo, foram mapeadas morfologicamente; ora como Sopé, ora como Vale. Elas apresentam perfil em formato cônico (tipo “V”), eventualmente apresentando relevos positivos em suas bordas. Entretanto, nenhuma diferenciação destas feições foi verificada em termos de *backscatter* para a escala espacial da análise. A morfometria dos vales incisos, na plataforma, foi satisfatoriamente descrita pelas demais *landforms* (*Vales, Fundo inclinado, Transição Slope-Flat, Cristas e Sopé*). A segmentação utilizando o *backscatter*, por sua vez, as agrupou nas Classes 4 e 7, ao sul e ao norte da área, respectivamente. Os vales incisos apresentaram um aprofundamento e um alargamento de seus canais no sentido *offshore* e suas paredes íngremes foram morfometricamente setorizadas na Classe *Fundo inclinado*, a qual também foi naturalmente associada ao talude continental; mapeado no extremo nordeste da área. Vale ressaltar que este talude continental foi segmentado para a mesma classe dos vales incisos, ao sul da área, e não de seus vizinhos ao norte. No limite *offshore* desta região norte foram mapeadas feições de relevo positivo, cujo alinhamento representa um forte indicativo de paleolinhas de costa, categorizadas morfometricamente como *Cristas e Transição Slope-Flat*, as quais foram posteriormente segmentadas nas Classes 5 e 4. Etapas futuras incluirão as aquisições de verdades de campo para refinamento e criação de mapas de habitats bentônicos marinhos.

Palavras chave: Mapeamento de habitats. Morfometria. Batimetria multifeixe. Segmentação supervisionada.

### SEGMENTAÇÃO SUPERVISIONADA COMO UMA FERRAMENTA PARA DISTRIBUIÇÃO DE HABITATS MARINHOS: ESTUDO DE CASO EM UMA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NA PLATAFORMA LESTE BRASILEIRA

BASTOS, A. C.¹; BONI, G. C.¹; DAMACENO, J. V. R.¹; LAVANGNINO, A. C. R. F.¹; LEITE, M. D.¹; MAIA, L. X.¹; MENANDRO, P. S.¹; OLIVEIRA, N.¹; VIEIRA, F. V.¹.

Marine Geosciences Lab (LABOGEO), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)¹ (Alex Cardoso Bastos, alexcardosbastos@gmail.com)



#### INTRODUÇÃO

Mapear o fundo marinho é uma necessidade fundamental em programas de manejo, planejamento sistemático, ou estudo de uso do substrato ou de impacto ambiental, tornando-se, uma técnica chave para a compreensão do ambiente em Áreas de Proteção Ambiental. O mapeamento executado por uma análise de segmentação supervisionada evita a subjetividade da interpretação em uma classificação manual, otimiza o tempo de análise e permite a repetibilidade dos processos. A área de estudo se encontra na região entre a plataforma continental e o talude continental da Área de Proteção Ambiental Costa das Algas (ES), em frente ao município de Aracruz (ES) (Figura 1).

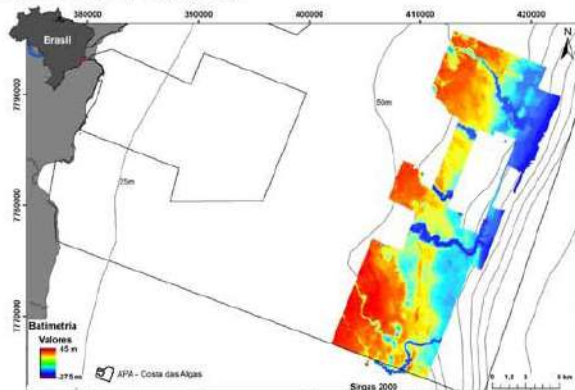


Figura 1. Mapa batimétrico da APA Costa das Algas

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa foi a de processamento dos dados de batimetria e backscatter (softwares Cairns HIPS 11.2 e FMGT, respectivamente).

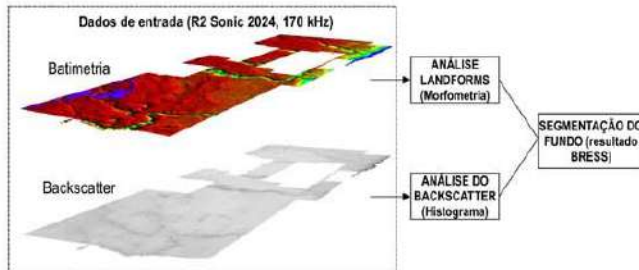


Figura 2 Fluxograma de análise do BRESS (Bathymetric and reflectivity-based segments, ferramenta desenvolvida pela University of New Hampshire).

#### RESULTADOS

A classificação morfométrica do BRESS (landforms) apresentou 6 Classes (Figura 4). "Fundo plano (Flat)" foi a classe mais abrangente. Por sua vez, quando valores de backscatter foram considerados, diferentes características foram evidenciadas, subdividindo a classe de fundo plano em classes 1, 2 e 3. Trabalhos como Bastos et al. (2015), Bourguignon et al. (2018) e Vieira et al. (2019) descrevem a presença de extensos fundos de rodolitos na região. Vales, Fundo inclinado, Transição Slope-Flat, Cristas e Sopê foram as demais classes. A morfometria dos vales incisivos foi satisfatoriamente descrita e a segmentação, por sua vez, os agrupou nas Classes 4 e 7, ao sul e ao norte da área, respectivamente. Os vales incisivos apresentaram um aprofundamento e um alargamento de seus canais no sentido offshore e suas paredes íngremes foram morfometricamente setorizadas na Classe Fundo inclinado, a qual também foi naturalmente associada ao talude continental; mapeado no extremo nordeste da área. Os vales incisivos mapeados estão associados às variações relativas do nível do mar, mais especificamente aos períodos de exposição da plataforma continental, que proporcionaram uma queda do nível de base e consequentemente o estabelecimento da rede de drenagem ao longo da plataforma exposta. É mais provável que este cenário tenha ocorrido durante o último máximo glacial (cerca de 21 mil anos BP) (Ângulo et al., 2006). Em geral, a profundidade desses vales varia de 60 a mais de 88 metros, e a largura de 70 a 500 metros. Bastos et al. (2015) e Vieira et al. (2019) descreve que muitas vezes as paredes íngremes dos vales nesta área, estão associadas com bancos recifais originados por bioconstruções carbonáticas.

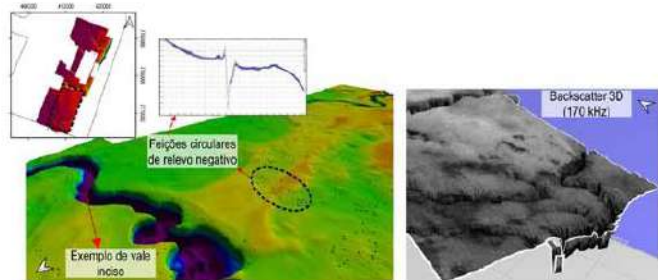


Figura 3. Batimetria em perspectiva 3D indicando feições circulares, pontuais, de relevo negativo e vales incisivos. Representação em perspectiva do backscatter.

No limite offshore desta região norte foram mapeadas feições de relevo positivo, cujo alinhamento representa um forte indicativo de paleoclinhas de costa, categorizadas morfometricamente como Cristas e Transição Slope-Flat, as quais foram posteriormente segmentadas nas Classes 5 e 4. Feições similares na plataforma da África do Sul foram reconhecidas por Green et al. (2014).

Feições circulares, pontuais, de relevo negativo, foram mapeadas morfologicamente (Figura 3); ora como Sopê, ora como Vale. Elas apresentam perfil em formato cônico (tipo "V"), eventualmente apresentando relevos positivos em suas bordas. Entretanto, nenhuma diferenciação destas feições foi verificada em termos de backscatter para a escala espacial da análise.

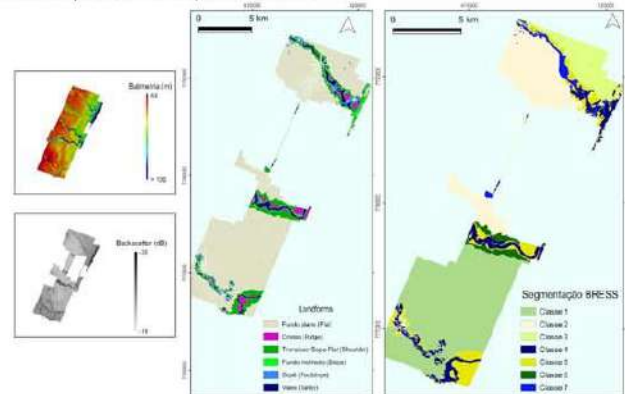


Figura 4. Segmentação realizada pelo BRESS, tanto considerando apenas propriedades geomorfológicas (resultando nas Landforms), quanto considerando também o backscatter (Classes da segmentação).

#### CONCLUSÕES

Os dados de batimetria multifeixe e a segmentação supervisionada evidenciaram que a plataforma externa na APA Costa das Algas é um ambiente de grande heterogeneidade, onde já foram relatadas extensas áreas de fundos de rodolitos e formações de cristas e fundos recifais. Etapas futuras incluirão as aquisições de verdades de campo para refinamento e criação de mapas de habitats bentônicos marinhos.

É importante ressaltar que a APA Costa das Algas está a apenas 40 km ao sul da desembocadura do Rio Doce, que foi impactada com o maior desastre causado por rompimento de barragem de rejeito de mineração. Dessa maneira, esse trabalho contribui para o melhor conhecimento de habitats nessa região e a definição de áreas propícias ao acúmulo do rejeito.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ângulo, R.J., Lessa, G.C., Souza, M.C. 2006. A critical review of mid- to late-Holocene sea-level fluctuations on the eastern Brazilian coastline. *Quaternary Science Reviews*, v. 25, p.486-506.
- Bastos A.C., Quaresima V.S., Marangoni M.B., D'Agostini D.P., Bourguignon S.N., Cetto P.H., Silva A.E., Amado-Filho G.M., Moura R.L., Collins M. 2015. Shelf morphology as an indicator of sedimentary regimes: A synthesis from a mixed siliciclastic carbonate shelf on the eastern Brazilian margin. *Journal of South American Earth Science*, 53, p. 125-136.
- Bourguignon S.N., Bastos A.C., Quaresima V.S., Vieira F.V., Pinheiro H., Amado-Filho G.M., De Moura R.L., Teixeira J.B. 2018. Sshbed Morphology and Sedimentary Regimes defining Fishing Grounds along the Eastern Brazilian Shelf Geosciences, p.8-91
- Vieira, F. V., Bastos, A. , Quaresima, V., Leite, M. D., Costa Jr, A., Oliveira, K. S., Daivi, C., Moura, R., Bahia, R., Holz, V., Amado-Filho, G. 2019. Along-Shelf changes in mixed carbonate-siliciclastic sedimentation patterns. *Continental Shelf Research*.
- Green, Andrew N.; Cooper, Andrew; Salzmann, Leslee. 2014. Geomorphic and stratigraphic signals of postglacial meltwater pulses on continental shelves. *Geology*, 42, p.151-154.

#### Agradecimentos:

A Fundação Renova, FEST, UFES pelo financiamento, implementação e apoio ao projeto do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Marinha.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **CORRELAÇÃO ENTRE AS OCORRÊNCIAS DE MINERAIS SATÉLITES E O SISTEMA DE PALEODRENAGEM NA BACIA JEQUITINHONHA - BA**

LOPES, V.; FRAZÃO, E.

Serviço Geológico do Brasil – CPRM (Victor Hugo Rocha Lopes, [victor.lopes@cprm.gov.br](mailto:victor.lopes@cprm.gov.br))

A ocorrência de diamantes em ambientes marinhos costeiros está ligada a sistemas de drenagem e isso ocorre em vários países. O exemplo mais famoso está na plataforma continental da Namíbia, na costa oeste africana, onde está localizada a foz do Rio Orange, o qual estima que mais de 1,5 bilhão de quilates de diamantes foram erodidos de kimberlitos no interior da África do Sul transportados e depositados na costa do Atlântico. Assim como na África, no Brasil também existe uma região dominada pelo cráton do São Francisco, rico em ocorrências kimberlíticas e reconhecidamente diamantíferas, que são cortados pelo sistema fluvial do Rio Jequitinhonha que transporta esses diamantes ao longo de seu curso. Foram detectadas concentrações com teores de minerais pesados superiores a 1%, nas áreas ao largo das desembocaduras dos rios Pardo-Salobro e Jequitinhonha (BA). Análises semi-quantitativas na região foram realizadas em buscando minerais satélites indicadores de diamantes, tais como Granada piropo, Mg-Ilmenita, Cr-Espinélio, Cr-Diopsídio e Zircão coletados na região de plataforma. O estudo mostrou concentrações destes minerais indicadores a norte do cânion Belmonte na região da plataforma. A análise com Fluorescência de Raios X portátil revelaram teores de até 9% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para o material silicificado, 32% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na matriz da brecha e 28% nos fragmentos não quartzosos, além de um teor médio de 16% em amostra pulverizada da brecha fosfática. Em 2013 Serviço Geológico do Brasil (CPRM) levantou alguns dados geofísicos na região da Foz do Rio Jequitinhonha, na Bahia, a fim de mapear possíveis paleoplaceres marinhos. Na ocasião foram realizadas aquisições de dados batimétricos e sísmicos de alta resolução. Durante toda a campanha o perfilador de sub-fundo (SBP) modelo Bathy 2010 da SyQwest adquiriu seções sísmicas paralelas a linha de costa, equidistantes a cada 1km até a isóbata máxima de ~1000m sendo operando na frequência de 3,5 kHz com uma resolução ~8cm, podendo atingir profundidades de penetração de até 300m, a depender do tipo de substrato que está sendo investigado. Como resultado, foi identificado um sistema de paleocanais submersos ao norte do Cânion Belmonte além de dois canais não preenchidos ao sul do levantamento na região do banco vulcânico de Royal Charlotte e afloramentos rochosos na região do cânion. Observou-se também que os paleocanais ocorrem em toda a região da plataforma continental, até quebra do talude. Este trabalho tem como objetivo apresentar a correlação entre as ocorrências de minerais satélites estudados previamente e os sistema de paleodrenagens existentes na região da Foz do Rio Jequitinhonha indicados pelos dados geofísicos ao norte do Canion Belmonte.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### CORRELAÇÃO ENTRE AS OCORRÊNCIAS DE MINERAIS SATÉLITES E O SISTEMA DE PALEODRENAGEM NA BACIA JEQUITINHONHA - BA

LOPES, VICTOR<sup>1,2</sup> & FRAZÃO, EUGÊNIO<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> - Serviço Geológico do Brasil - CPRM, Departamento de Geologia - DEGEO, Divisão de Geologia Marinha - DIGEOM

<sup>2</sup> - Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica da UFRN - PPGG, Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental - GGEMMA

**CPRM**  
Serviço Geológico do Brasil  
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL  
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
GOVERNO FEDERAL



#### RESUMO

O projeto JEQUITINHONHA realizado na plataforma continental, situada na porção sul do estado da Bahia, foi executado pelo Núcleo de Apoio de Natal - NANA ligado a Superintendência Regional da Recife - SUREG-RE, sob coordenação geral da Diretoria de Geologia e Recursos Minerais - DGM e do Departamento de Recursos Minerais - DEREM. Os principais objetivos consistem no reconhecimento geológico e no mapeamento e identificação dos paleocanais submersos na plataforma continental adjacente à foz junto a desembocadura dos rios Jequitinhonha e Pardo-Salobro, visando uma avaliação da potencialidade mineral da Plataforma Continental Jurídica Brasileira (PCJB), por meio de levantamentos geofísicos e geoquímicos na região.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta de dados ocorreu em diferentes períodos, desde 2009 até 2013, resultando em:

**Dados geoquímicos** – Os dados apresentados neste estudo foram obtidos a partir do Projeto SIG Geologia Marinha da SGB-CPRM (2009) e de coletas pontuais executadas por Lima (2011).

**Dados geofísicos** – Os dados apresentados neste estudo foram obtidos a partir do Projeto Jequitinhonha do SGB-CPRM, executado em 2013, no qual foram coletados dados de batimetria multifeixe e dados de sísmica de alta-resolução do tipo Chirp e Sparker na plataforma continental até uma cota batimétrica de 1300 m.

#### RESULTADOS

- Mapa Batimétrico da região da foz do Rio Jequitinhonha e Pardo-Salobro;
- Localização dos paleocanais (pontos azuis) através do método sísmico (Chirp);
- Demarcação da região com ~30 m espessura sedimentar (em laranja);
- Correlação das ocorrências de minerais satélites (granadas, Ilmenitas e piroxênicos) na mesma região dos antigos sistemas de drenagem da região.

#### CONCLUSÕES

Os dados geofísicos de 2013 corroboram os dados geoquímicos coletados na região nos anos de 2009 e 2011. Pode-se observar que a ocorrência dos minerais satélites está intimamente relacionada aos paleocanais da região norte do Cânion Belmonte, resultantes dos processos erosivos ocorridos nesta região durante o último máximo glacial.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LIMA, E. S. Avaliação do Potencial para Formação de Pláceres Diamantíferos na Região do Delta do Rio Jequitinhonha e Plataforma Continental Adjacente no Sul da Bahia. 2017.  
NANNINI, F., CABRAL NETO, I., SILVEIRA, F. V., CUNHA, L. M., & OLIVEIRA, R. G. D. Áreas kimberlíticas e diamantíferas do estado da Bahia. CPRM, 2017.  
SILVA, C. G. Marine placers. Revista Brasileira de Geofísica, v. 18, n. 3, p. 327-335, 2000.  
SILVEIRA, F. V., BRITO, R. S. Diamantes do Rio Salobro, litoral sul do Estado da Bahia, Brasil. CPRM, 2008.

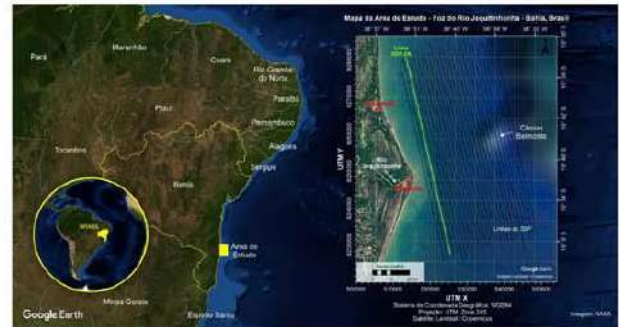


Figura 1 Mapa de localização da área de estudo e destaque do levantamento realizado com batimetria e sísmica de alta-resolução (SBP-Chirp)

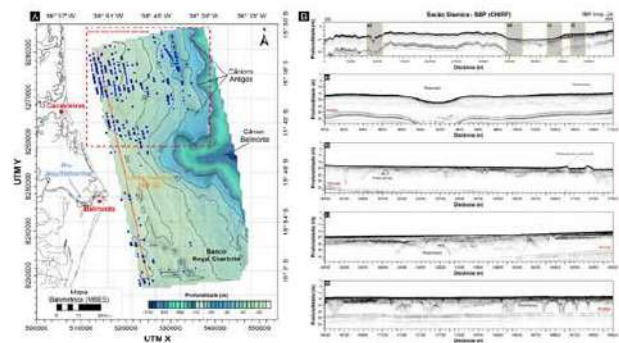


Figura 2 A) Mapa batimétrico evidenciando a ocorrência de paleocanais (pontos azuis) mapeados através da sísmica de alta resolução do tipo Chirp. B) Seção sísmica da linha SBP-2A na qual é evidenciados os paleocanais nos segmentos A, B, C e D.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao DGM, DEGEO e DIGEOM do Serviço Geológico do Brasil - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM pelo apoio e incentivo na divulgação dos resultados do projeto JEQUITINHONHA.

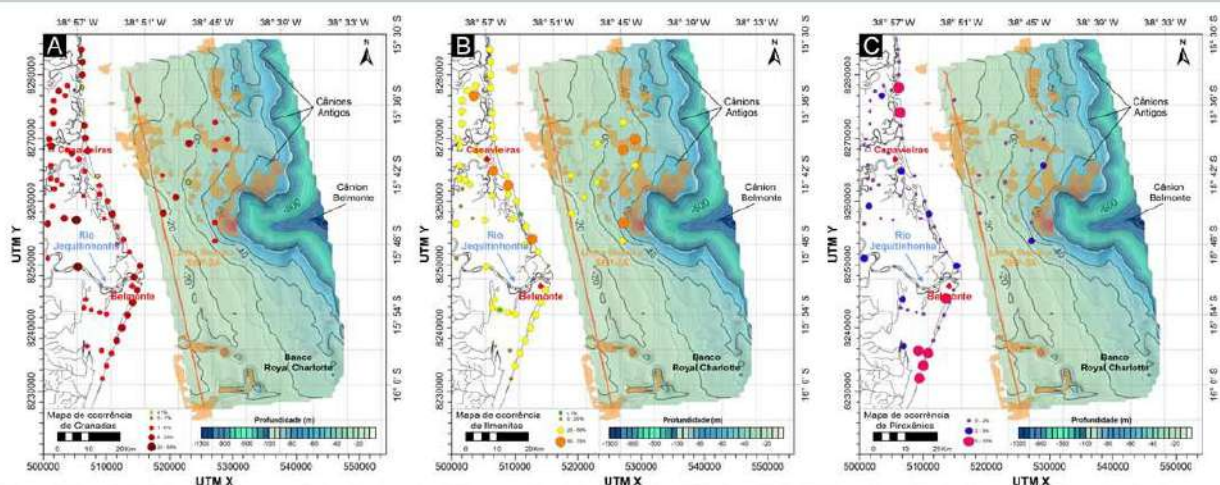


Figura 3: Mapa batimétrico exibindo as ocorrências de minerais satélites na região da foz do Rio Jequitinhonha e Pardo-Salobro: A) ocorrências de granadas, B) ocorrências de ilmenitas e C) ocorrências de piroxênicos.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### FEIÇÕES ROMBOÉDRICAS NO EMBASAMENTO CRISTALINO E A ORIGEM DA BAIJA DE GUANABARA

FERRAZ, A.E.; GAMBOA, L.A.P.

Universidade Federal Fluminense (Luiz Antonio Pierantoni Gamboa; [lgamboa@id.uff.br](mailto:lgamboa@id.uff.br))

O presente trabalho envolve uma análise comparativa entre os dados magnéticos de detalhe em área no entorno da Baía de Guanabara e dados regionais envolvendo boa parte da Bacia de Santos e a área oceânica adjacente, além de um estudo da geomorfologia da região através de dados de satélite. A área de detalhe está principalmente situada em terreno proterozoico da faixa Ribeira que corresponde ao embasamento raso da região proximal da referida bacia, apresentando áreas aflorantes e coberturas terciárias e cenozoicas. O mapa regional do campo magnético, através de sua primeira derivada vertical, evidencia a estrutura regional do rifte, que condicionou a Bacia de Santos. Esse método permite separar claramente o embasamento raso da bacia, situado a oeste da linha de charneira, do embasamento profundo, situado a leste da mesma, já no domínio do rifte. Além de definir o domínio do rifte, pode-se identificar claramente os lineamentos associados às zonas de fratura oceânica (ZFs) e sua relação com a borda do rifte, onde deslocam a linha de charneira, assumindo o papel de zonas de transferência. O mapa gravimétrico regional foi obtido pelo método de filtragem passa alta da gravidade Bouguer, permitindo a visualização da estrutura profunda do rifte, além de seu embasamento. Pode-se verificar as proeminentes anomalias de gravidade positivas associadas às principais áreas de elevação do manto. A anomalia assinalada como ASA (aborted spreading axis) corresponde a um eixo abortado de espalhamento e geração de crosta oceânica, e a anomalia COB (continent ocean boundary) corresponde ao limite entre a crosta continental do rifte e a crosta oceânica a leste. Os métodos potenciais empregados no estudo da crosta terrestre, associados aos dados de sísmica obtidos na margem continental e aos estudos geológicos no continente fornecem importantes indicações de como a Baía de Guanabara foi formada. Feições magnéticas do embasamento em forma de romboedros foram descritas nessa pesquisa, tanto em âmbito regional como de detalhe. Na escala de detalhe, essas feições são observadas na região que engloba a Baía de Guanabara e em áreas adjacentes. Diques injetados em direções transversais às direções de cisalhamento são também conspícuos no continente e na plataforma continental, sendo identificados pelos métodos potenciais. Suas assinaturas magnéticas, enfatizadas pelas derivadas do campo magnético total, permitiram uma análise comparativa das estruturas do embasamento raso com grandes estruturas regionais do rifte associadas à evolução tectônica da Bacia de Santos. Uma outra característica peculiar desses romboedros é o fato de apresentarem nas suas áreas internas uma assinatura magnética de baixa frequência. A princípio, esse padrão mais suavizado pode ser interpretado como blocos rebaixados. Já na área marinha adjacente essas áreas romboédricas suavizadas poderiam estar preenchidas com maiores espessuras de sedimentos cenozoicos. A movimentação dextral da Zona de Fratura do Rio de Janeiro e de outras adjacentes, produziram o cisalhamento que afetou a crosta continental desta região criando os romboedros no início da ruptura continental. Esta região estava com suas propriedades reológicas afetadas pelo elevado grau geotérmico associado ao início da separação continental o que facilitou a formação dos romboedros. A Baía de Guanabara esta situada no interior de um destes romboedros bem delimitado pelo relevo da região.

### Feições Romboédricas no Embasamento Cristalino e a Origem da Baía de Guanabara

Luiz Antônio Pierantoni Gamboa & André Etienne Pacífico Peçanha Demonte Ferraz  
(Universidade Federal Fluminense – UFF)

#### INTRODUÇÃO

O presente trabalho envolve uma análise comparativa entre os dados magnéticos de detalhe em área no entorno da Baía de Guanabara (BG) e dados regionais envolvendo boa parte da Bacia de Santos e a área oceânica adjacente, além de um estudo da geomorfologia da região através de dados de satélite (Figura 1). A área de detalhe está principalmente situada em terreno proterozóico da faixa Ribeira que corresponde ao embasamento raso da região proximal da referida baía, apresentando áreas aflorantes e coberturas cenozoicas.

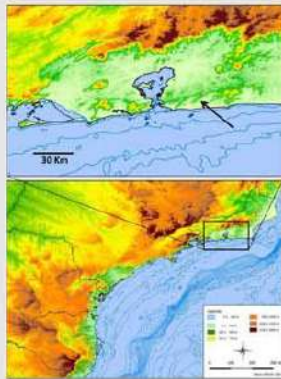


Figura 1 - Mapa regional obtido por imagem de satélite mostrando a BG no contexto regional com um zoom representado no retângulo acima. Nota-se a grande feição romboédrica do relevo que engloba a BG, assim como as feições romboédricas fractais indicadas pela seta preta.

#### METODOLOGIA E DADOS

Os dados magnéticos utilizados nesse estudo correspondem ao aerolevanteamento do Rio de Janeiro (CPRM) nas áreas emersas do entorno da BG. Na área marinha adjacente, sobre a plataforma continental, foram utilizados dados do aerolevanteamento de alta sensibilidade da margem continental SE realizado pela FUGRO/LASA. Para a análise regional foi utilizado mapa resultante da integração dos grids da GETECH, nas áreas proximais e emersa, com grids da base de dados globais EMAG 2 nas áreas distais e oceânicas adjacentes.

O mapa regional do campo magnético, através de sua primeira derivada vertical, evidencia a estrutura regional do rifte, que condicionou a Bacia de Santos. Esse método permite separar claramente o embasamento raso da baía, situado a oeste da linha de charneira, do embasamento profundo, situado a leste da mesma, já no domínio do rifte. Além de definir o domínio do rifte, pode-se identificar claramente os lineamentos associados às zonas de fratura oceânica (ZFs) e sua relação com a borda do rifte, onde deslocam a linha de charneira, assumindo o papel de zonas de transferência (Figura 2).

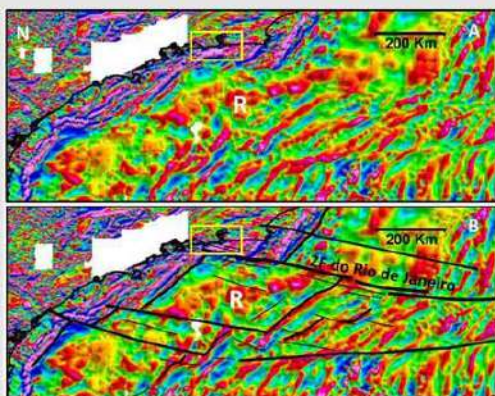


Figura 2 - (A) mapa magnético regional mostrando a região da margem continental adjacente à área de detalhe do entorno da BG (retângulo amarelo correspondente à Figura 3). A letra R indica a feição romboédrica notável de caráter regional situada ao sul da BG. (B) mapa de interpretação regional mostrando as grandes zonas de transferência do rifte que originaram as zonas de fratura oceânica, com destaque para ZF do Rio de Janeiro (ZFRJ). A linha de charneira da Bacia de Santos está representada em traço preto segmentado de forma a enfatizar os deslocamentos produzidos pelas zonas de transferência. Nota-se que a ZFRJ intercepta o retângulo de detalhe da BG.

#### RESULTADOS

Os métodos potenciais empregados no estudo da crosta terrestre, associados aos dados de sísmica obtidos na margem continental e aos estudos geológicos no continente fornecem importantes indicações de como a Baía de Guanabara foi formada. Feições magnéticas do embasamento em forma de romboedros foram descritas nessa pesquisa, tanto em âmbito regional (Figura 2) como de detalhe (Figura 3). Na escala de detalhe, essas feições são observadas na região que engloba a Baía de Guanabara e em áreas adjacentes. Diques injetados em direções transversais às prováveis direções de cisalhamento, gerado pela ZFRJ, são também conspicuos no continente e na plataforma continental, sendo bem identificados no mapa magnético (Figura 3). Suas assinaturas magnéticas, enfatizadas pelas derivadas do campo magnético total, permitiram uma análise comparativa das estruturas do embasamento raso com grandes estruturas regionais do rifte associadas à evolução tectônica da Bacia de Santos (Figura 4).

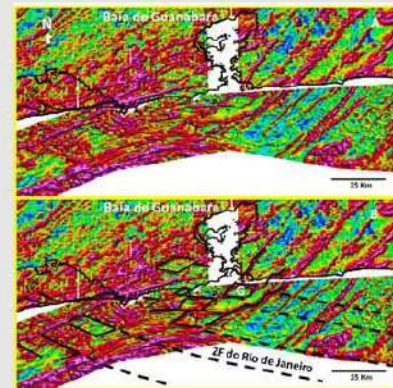


Figura 3 - (A) mapa de detalhe da amplitude do sinal analítico do campo magnético total na área do entorno da BG. (B) mapa de interpretação mostrando as feições romboédricas contornadas em traço preto e a zona de transferência (tracejado preto espesso) que originou a ZFRJ. A letra branca G indica a feição romboédrica mostrada em comparação com a regional R (Figura 4).

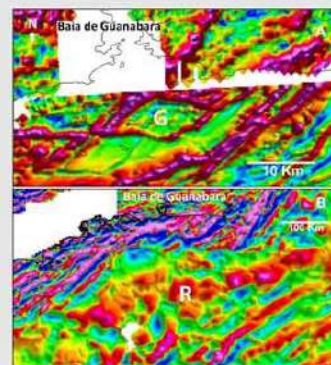


Figura 4 - (A) zoom obtido do mapa da Figura 3 destacando o romboedro local situado ao sul da entrada da BG assinalado com a letra G. (B) zoom obtido do mapa da Figura 2 para destacar o romboedro de dimensões regionais situado ao sul da BG assinalado com a letra R. Nota-se a grande semelhança entre os romboedros G e R cujos ângulos internos são praticamente idênticos.

#### CONCLUSÕES

Uma característica peculiar dos romboedros do entorno da BG é o fato de apresentarem nas suas áreas internas uma assinatura magnética de baixa frequência. A princípio, esse padrão mais suavizado pode ser interpretado como blocos rebaixados. Já na área marinha adjacente essas áreas romboédricas suavizadas poderiam estar preenchidas com maiores espessuras de sedimentos cenozoicos.

A movimentação dextral da ZFRJ e de outras adjacentes, produziram o cisalhamento que afetou a crosta continental desta região criando os romboedros no início da ruptura continental. Esta região estava com suas propriedades reológicas afetadas pelo elevado grau geotérmico associado ao início da separação continental, o que facilitou a formação dessas feições. A Baía de Guanabara está situada no interior de um destes romboedros bem delimitado pelo relevo da região.



**II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)**

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



# **RESUMOS**

## **SESSÃO TEMÁTICA**

### **GEOLOGIA E GEOFÍSICA**

#### **DA ÁREA,**

#### **RECURSOS MINERAIS**

#### **E PROGRAMA IODP**



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

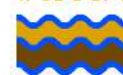
50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha

II SBGGM



### RESUMOS E PÔSTERES SESSÃO TEMÁTICA OCEANO PROFUNDO

CÓDIGO	TÍTULO	AUTORES	PG.
19_OP	SENSITIVITY OF BENTHIC FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES IN WESTERN TROPICAL PACIFIC BOTTOM WATERS TO PALEOENVIRONMENTAL CHANGES	EICHLER, P.P.B.; BILLUPS, K.; VITAL, H.	257
22_OP	INTERPRETAÇÃO SISMO-ESTRATIGRÁFICA EM BACIA DE ÁGUAS PROFUNDAS NA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA: PORÇÃO LESTE DA BACIA POTIGUAR E ALTO DE TOUROS	FONSECA, J. C. L. G.; VITAL, H.; PEREZ, Y. A. R.; GOMES, M. P.; CASTRO, D. L.; AQUINO DA SILVA, A. G.	259
25_OP	RESPOSTA DA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA AO POSSÍVEL ENFRAQUECIMENTO DA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA EQUATORIAL: MODELAGEM DINÂMICA	SILVA, R.F.S.; MENDES, D.; VITAL, H.	261
26_OP	EVOLUÇÃO DA ZONA DE SUBDUÇÃO HIKURANGI, NOVA ZELÂNDIA	ENGELMANN DE OLIVEIRA, C.H.; SOBEL, E.	263
38_OP	PLATÔ DO CEARÁ: DO DESENVOLVIMENTO AO AFOGAMENTO DE UMA PLATAFORMA CARBONÁTICA OLIGO-NEOGÊNICA NA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA	ARAÚJO, I. R. F.; VITAL, H.; DROXLER, A. W.; NASCIMENTO NETO, F. C.	264
55_OP	LATE PLEISTOCENE SEDIMENTOLOGY AND MINERALOGY IN THE LOWER CONTINENTAL SLOPE OFF SOUTHERN BRAZIL (SOUTHWESTERN ATLANTIC)	LOPES, R.P.; BONETTI, C.; SANTOS, G.S.; PIVEL, M.A.G.; PETRÓ, S.M.; BONETTI, J.	266
61_OP	CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA E IMPLICAÇÕES TERMODINÂMICAS DO BANCO DAVIS, CADEIA VITÓRIA-TRINDADE, ATLÂNTICO SUL	REGO, C. A. Q.; MAIA, T. M.; JESUS, J. V. M.; SANTOS, A. C.; SANTOS, W. H.; GERALDES, M. C.	268
62_OP	PETROGÊNESE MAGMÁTICA DO MONTE VITÓRIA, CADEIA VITÓRIA-TRINDADE: INSIGHTS NA EVOLUÇÃO LITOSFÉRICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL BRASILEIRA	REGO, C. A. Q.; MAIA, T. M.; SANTOS, A. C.; SANTOS, W. H.; MOHRIAK, W. U.; VALERIANO, C. M.	270
74_OP	A IMPORTÂNCIA DO MAGMATISMO DO MIOCENO NO CONTEXTO TECTÔNICO DA PLUMA DE TRINDADE: NOVA MUDANÇA DE DIREÇÃO DA PLACA SUL-AMERICANA?	OLIVEIRA, A.L.; QUARESMA, G.O.A.; SANTOS, A.C.; MOHRIAK, W.U.; SANTOS, W.H.; GERALDES, M.C.	272
75_OP	PETROLOGIA, QUÍMICA MINERAL E GEOTERMOBAROMETRIA A PARTIR DE CLINOPIROXÊNIOS DO COMPLEXO ALCALINO DO ARQUIPÉLOGO DE MARTIN VAZ, TERRITÓRIO LESTE BRASILEIRO, ATLÂNTICO SUL	OLIVEIRA, A. L.; SANTOS, A. C.; NOGUEIRA, C. C.1; HOLANDA, W.; GERALDES, M. C.	274
80_OP	CALCIUM CARBONATE DISSOLUTION PROXIES AND PLANKTONIC FORAMINIFERAL PRESERVATION IN A DEEP SEA RECORD (IODP HOLE U1431D)	GEROTTO, A.; FIGUEIRA, R.C.L.; FERREIRA, P.A.L.; HERNÁNDEZ-ALMEIDA, I.; NAGAI, R.H.	276
85_OP	PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF THE MEDITERRANEAN OUTFLOW REGION (NORTHEASTERN ATLANTIC) (IODP SITE U1391) BASED ON OSTRACODA	BRANDÃO, S. N.; BAUMANN, E.; VITAL, H.; ALVAREZ ZARIKIAN, C. A.	278
86_OP	DEEPENING OF A CARBONATE PLATFORM IN THE MALDIVES INNER SEA (IODP SITE U1470) DURING THE LATE PLEISTOCENE EVIDENCED BY MICROFOSSILS (OSTRACODA)	BRANDÃO, S. N.; STIMPFLE, J.; VITAL, H.; ALVAREZ ZARIKIAN, C. A.	280
90_OP	IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS DE ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL AO LONGO DA SUCESSÃO VERTICAL DE SEDIMENTOS E ROCHAS VULCANOCLÁSTICAS SUBAQUOSAS DO SÍTIO U1437, REAR ARC DE IZU-BONIN-MARIANA (IODP EXPEDIÇÃO 350)	NASCIMENTO, LARISSA S.; BONGIOLO, EVERTON M.	282
92_OP	NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS DO CENOMANIANO NO DSDP SITE 364, BACIA DO KWANZA - ANGOLA: INFERÊNCIAS BIOESTRATIGRÁFICAS	TUNGO, E.J.F.; BRUNO, M.D.R.; FAUTH, G.	284
93_OP	ASTROCRONOLOGIA DO INTERVALO EOCENO MÉDIO-OLIGOCENO INICIAL DA SEÇÃO DE MONTE CAGNERO, ITÁLIA CENTRAL	KOCHHANN, M.V.L.; SAVIAN, J.F.; COCCIONI, R.; FRONTALINI, F.; JOVANE, L.; FLORINDO, F.; ROBERTS, A.P.	286
94_OP	MUDANÇAS NA ABUNDÂNCIA E BIOMASSA DE UVIGERINIDAE (FORAMINIFERA) ENTRE O PLEISTOCENO TARDIO / HOLOCENO NO TALUDE CONTINENTAL DA BACIA DE PELOTAS	SANTANA, B.F.B.B.; FREITAS, T.; TORTORA, P.; PIVEL, M.A.G.; BONETTI, C.	288
108_OP	VARIAÇÕES NA PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA E PRODUÇÃO DE BACTÉRIA MAGNÉTOTÁTICA, NO DANIANO PARA O SITE ODP 1262 (WALVIS RIDGE): RESPOSTAS AO K/Pg e AOS EVENTOS HIPERTERMAIS	GAMBETA, J.H.; KRAHL, G.; FAUTH, G.; BOM, M.H.; SOUZA, L.V.; KOCHHANN, K.G.D.; GESHEV, J.P.; NICOLODI, S.; BIANCHI, L.L.; SAVIAN, J.F.	290
109_OP	CALIBRAÇÃO ASTRONÔMICA PARA O APTIANO NO TESTEMUNHO POGGIO LE GUAINÉ (CAGLI, ITÁLIA)	LEANDRO, C.; SAVIAN, J.; KOCHHANN, M.; COCCIONI, R.; FRONTALINI, F.; FAUTH, G.; TRINDADE, R.; JOVANE, L.; FIGUEIREDO, M.; TEDESCHI, L.; FRANCO, D.	292
110_OP	UM ESTUDO DA VARIAÇÃO PALEOSECULAR ATRAVÉS DE REGISTROS DE SEDIMENTO DO HOLOCENO TARDIO NO EXTREMO SUL DO BRASIL	LOPES, T.C.; SAVIAN, F.J.; FRIGO, E.; ENDRIZZI, G.; HARTMANN, G.A.; SANTOS, N.O.; TRINDADE, R.I.F.; IVANNOFF, M.D.; TOLDO JR, E.E.; ROBERTS, A.P.	294
116_OP	NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS DO PLIO-HOLOCENO NO TESTEMUNHO SA5-0033 DA BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS	SANDER, V.H.; CANDIDO, M.; ALVES, C.F.; BRUNO, M.D.R.; FAUTH, G.	296
125_OP	LATE CRETACEOUS (CONIACIAN-MAASTRICHTIAN) CALCAREOUS NANNOFOSSILS AND OSTRACODS FROM THE SÃO PAULO PLATEAU (DSDP SITE 356): ABUNDANCE, DIVERSITY, AND BIOSTRATIGRAPHIC IMPLICATIONS	SANTOS-FILHO, M.A.B.; BRUNO, M.D.R.; AUMOND, G.N.; GUERRA, R.M.; GOULART DA SILVA, M.; BERGUE, C.T.; FAUTH, G.	298
129_OP	SÍNTESE DA GÊNESE DA CADEIA VITÓRIA-TRINDADE, ATLÂNTICO SUL	SANTOS, A.C.; SANTOS, W.H.; GERALDES, M.C.; MOHRIAK, W.U.	300
130_OP	RESPOSTA DA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA AO POSSÍVEL INCREMENTO DO FLUXO DE ÁGUA DOCE NO ATLÂNTICO NORTE	SILVA, R.F.S.; MENDES, D.; VITAL, H.	302





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RESUMOS E PÔSTERES SESSÃO TEMÁTICA OCEANO PROFUNDO

CÓDIGO	TÍTULO	AUTORES	PG.
132_OP	O ÓTIMO CLIMÁTICO DO EOCENO MÉDIO NO MAR DE TÉTIS (BACIA ELAZIG, LESTE DA TURQUIA): UMA ABORDAGEM ESTATÍSTICA	SILVA, G. L. X.; JOVANE, L.	304
139_OP	OSTRACODES (CRUSTACEA: OSTRACODA) QUATERNÁRIOS BATÍBICOS DA BACIA DE CAMAMU, MARGEM CONTINENTAL NORDESTE DO BRASIL	BERGUE, C.T.; COIMBRA, J.C.	306
148_OP	ESTUDO DA ESTRUTURA DE FORMAÇÃO RECENTE DE LAMINAÇÕES DE FERRO (Fe) E MANGANÊS (Mn) EM CORAIS DO TROPIC SEAMOUNT (ATLÂNTICO NORTE) E DA ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE (ATLÂNTICO SUL)	MERCÊS, C.; MILLO, C.	307
150_OP	APPLICATION OF INORGANIC MARKERS AND FORAMINIFERES IN PALEOCEANOGRAPHIC STUDIES	NOUCOUCOUK, A.A.; ABREU NETO, J.C.DE; FREIRE, G.S.S.; MENOR, E.A.	309
152_OP	CARACTERIZAÇÃO DA GRANULOMETRIA E MATÉRIA ORGÂNICA DOS SEDIMENTOS DOS MONTES ALPHA CRUCIS	UDENAL, R.; MAHIQUES, M. M.	311
153_OP	VARIAÇÕES NA PRODUÇÃO E INTENSIDADE DA MASSA DE ÁGUA ICELAND-SCOTLAND OVERFLOW WATER (ISOW) NO INÍCIO DO PLEISTOCENO A PARTIR DA CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DO TESTEMUNHO DSDP LEG 94 HOLE 611	LEONE, S.; JOVANE, L.	313
154_OP	PRESENCE OF BIOGENIC MAGNETITE IN FERROMANGANESE NODULE	HASSAN, M. B.; JOVANE, L.; RODELLI, D.; BENITES, M.	315
155_OP	INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL COM BASE EM DADOS GEOQUÍMICOS DO INTERVALO APTIANO-ALBIANO NO POÇO SER-03 DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS	BOM, M.H.H.; KOCHHANN, K.G.D.; FAUTH, G.; LIMA, F.H.O.	317
156_OP	IDENTIFICAÇÃO DE TERRAÇOS NA ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE, OESTE DO ATLÂNTICO SUL	SILVA, R.S.; JOVANE, L.	319
157_OP	NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS DA PASSAGEM EOCENO-OLIGOCENO NA BACIA DE MANTELLE, AUSTRÁLIA (IODP EXP 369): RESULTADOS PRELIMINARES	GUERRA, R.M.; WATKINS,D.	321
160_OP	EFEITOS DO EVENTO DE EXTINÇÃO K-PG SOBRE A INTENSIDADE DE PREDACÃO EM OSTRACODES MARINHOS DA ARGENTINA	CEOLIN, D.; VILLEGAS-MARTÍN, J.; FAUTH, G.; KLOMPMAKER, A.A.	322
172_OP	ESTUDO PALINOLÓGICO NO MIOCENO AO NORTE DA AMÉRICA DO SUL EM PERFURAÇÕES PROVENIENTES DO DSDP	LEANDRO,L.M.; FAUTH, G.; SANTOS,A..	324
176_OP	AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE PROPRIEDADES SEDIMENTOLÓGICAS COM ATRIBUTOS FÍSICOS DA PLATAFORMA NOROESTE DA AUSTRÁLIA (EXPEDIÇÃO IODP 356)	MUNIZ, A.L.; AYRES NETO,A. ; FRANCO, D.R.	326
177_OP	PALEOCEANOGRAFIA DA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA	ALVES, D. P. V.; JOVANE, L.	328
178_OP	CARACTERIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DO ÓTIMO CLIMÁTICO DO EOCENO MÉDIO (MECO) NA SEÇÃO DE BASKIL, TURQUIA	SANTINI, G.; JOVANE, L.	330
181_OP	PROCESSAMENTO SISMICO E ANÁLISE DE ATRIBUTOS EM DADOS MONOCANAL DE ALTA RESOLUÇÃO NA BACIA DE BRANSFIELD, ANTÁRTICA	CECILIO, A. B.; CUNHA, J.B.; AYRES NETO, A.; VIEIRA, R.	332
182_OP	MODELO TEÓRICO PRELIMINAR DE RETRABALHAMENTO SELETIVO MORFOLOGICAMENTE REGULADO EM FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS DE MAR PROFUNDO	PETRÓ S.M.; PIVEL, M.A.G.; FREIRE, T.M.; SUÁREZ-IBARRA, J.Y.; NETTO, B.S.M.; MACARIO, K.	334
187_OP	CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA E MINERALÓGICA DE SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS DA BACIA DE SANTOS E SEU SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL	DANTAS, R.C.; JOVANE, L.	336
189_OP	ENVIRONMENTAL CHANGES IN THE WEDDELL SEA (SOUTHERN OCEAN) DURING THE MAASTRICHTIAN	LOPES, F.M.; KOCHHANN, K.G.D.; SAVIAN, J.F.; FAUTH,G.	338
193_OP	BIOEROSÃO EM FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS: POSSÍVEL INDICADOR DE ALTA PRODUTIVIDADE NO FINAL DO PLEISTOCENO?	FROZZA, C.F; PIVEL, M.A.G; IBARRA, J.Y.S.	340
196_OP	ANÁLISE MORFOLÓGICA DE POCKMARKS GIGANTES NA ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE CENTRAL	LEÃO, R.R.; SANTOS, M.V.M.; TORRES, L.C.; JECK, I.K.; ALBERONI, A.A.L.	341
198_OP	ASSOCIAÇÕES DE DIATOMÁCEAS E FITÓLITOS INDICADORAS DA PALEOPRODUTIVIDADE NA BACIA DE PELOTAS, ATLÂNTICO SUL: TESTEMUNHO SAT 163- IODP/BRASIL	SANTOS-FISCHER, C.B.; CORRÊA, I.C.S.; WESCHENFELDER, J.;PIVEL, M.A.G.	343
199_OP	ANOMALIA POSITIVA DO TEOR DE CARBONATO DURANTE O ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAL NA BACIA DE PELOTAS	LAMOUCHE, L.D.F.; FREIRE, T.M.; IBARRA, J.Y.S.; PETRÓ, S.M.; SILVA, I.V.; SARAIVA, M.H.M.; FROZZA, C.F.; PIVEL, M.A.G.	345



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **SENSITIVITY OF BENTHIC FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES IN WESTERN TROPICAL PACIFIC BOTTOM WATERS TO PALEOENVIRONMENTAL CHANGES**

EICHLER, P.P.B<sup>1,2</sup>; BILLUPS, K.<sup>3</sup>; VITAL, H<sup>1</sup>.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1</sup>; (Patrícia Pinheiro Beck Eichler, [patriciaeichler@gmail.com](mailto:patriciaeichler@gmail.com)); Universidade do Sul de Santa Catarina<sup>2</sup>; School of Marine Science and Policy University of Delaware<sup>3</sup>

We use six sediment cores (three depths transects spanning lower, intermediate, to upper deep waters, 874-1733 m water depth) recovered during International Ocean Drilling Program Expedition 363 in the western Pacific warm pool to investigate the potential of down-core variations in benthic foraminiferal species composition in relation to depth, temperature, and nutrient sensitive species, to record paleo environmental conditions of the bottom waters as a measure of carbon flux rate. Data is based on sediment collected from core catchers spanning the late Miocene through late Pleistocene with a temporal resolution from about 10 kyr to 200 kyr. Results indicate that assemblages of depth-sensitive species remained constant through time from all cores excluding the two Papua New Guinea (PNG) sites where the presence of shallow reef species at intermediate water depths suggests some down-slope movement of sediments. Benthic foraminiferal warm water species abundances (*Bulimina aculeata*, *Cibicidoides bradyi*, *Cibicidoides mundulus*, *Cibicidoides pachiderma*, *Cibicidoides robertsonianus*, *Cibicidoides spp.*, *Hoeglundina elegans*, and *Laticarinina pauperata*) from the youngest core catcher samples correlate significantly (80%) with modern bottom water temperatures providing evidence for the temperature sensitivity of benthic foraminiferal assemblages even though the temperature range is minimal (2.9-5.0°C). Long-term trends in warm water species abundances/percentages can be related to carbon dioxide emission (CO<sub>2</sub>), a process determined by biotic and abiotic factors from land use and management practices and general global climate variations. At the PNG margin, increases in *Uvigerina proboscidea*, shows a productivity indicator in paleo temperature reconstruction, and tends to coincide with higher abundances of warm water species indicating a relationship between climatic warmth and nutrient delivery likely via an enhanced hydrologic cycle and freshwater discharge through the Sepik River. Also we use small deep water species at upper-bathyal depths like *Cibicidoides pseudoungerianus* typical from warm environments (> 2.5 °C) and high carbon-flux rate (> 2.5 g C m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup>), and *Uvigerina peregrina*, a upwelling related species to correlate with temperature. A depth profile correlates well with modern temperatures when these two species were included. Our results, although of low resolution and spanning different time intervals, contribute new data toward a better understanding of this proxy for paleoclimate research and support the potential of benthic foraminiferal species as a qualitative tracer of water mass temperatures and nutrient content providing a basis for higher resolution reconstructions.

Palavras-chave: Tropical western Pacific Ocean. Benthic foraminiferal assemblages. Paleoenvironmental changes. IODP Expedition 363.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### SENSITIVITY OF BENTHIC FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES IN WESTERN TROPICAL PACIFIC BOTTOM WATERS TO PALEOENVIRONMENTAL CHANGES

EICHLER, P.P.B.<sup>1,2</sup>, BILLUPS, K.<sup>3</sup>, VITAL, H.<sup>1</sup>

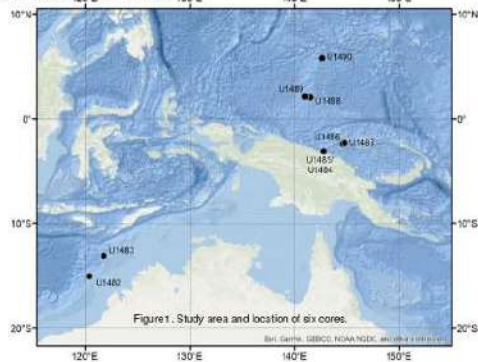
<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental; Departamento de Geofísica; Departamento de Geologia; Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica

<sup>2</sup>Universidade do Sul de Santa Catarina; Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais

<sup>3</sup>University of Delaware; School of Marine Science and Policy

#### INTRODUCTION

We use nine sediment cores (three depth transects spanning lower, intermediate, to upper deep waters, 874-1733 m water depth) recovered during International Ocean Drilling Program Expedition 363 in the western Pacific warm pool to investigate the potential of down-core variations in benthic foraminiferal species composition in relation to depth, temperature, and nutrient sensitive species, to record paleo environmental conditions of the bottom waters as a measure of carbon flux rate.



#### MATERIAL and METHODS

Total benthic foraminiferal assemblage composition was based on counts of all benthic foraminiferal tests from the >150 µm size fractions. From each interval, we identified deep versus shallow water species using the bathymetric scheme of Morkhoven et al. (1986). To construct relative changes in bottom water temperature, we tried to separate species belonging to a "warm" water and a cold group defined by Lutze (1997, 2002) (Figure 2.1). From these species counts, we calculate a warm benthic foraminifer curve (WBF) as the ratio of the warm water species to the total, warm and cold water species, expressed as a percentage. In these same sample splits, we monitor the abundance of *Uvigerina proboscidea* (Figure 2.2) as an indicator of high organic matter flux and hence surface water productivity (Gupta and Thomas, 2003). Abundances are expressed as the percent tests based on the ratio of the counts of this species to the total number of benthic foraminiferal tests in a sample.

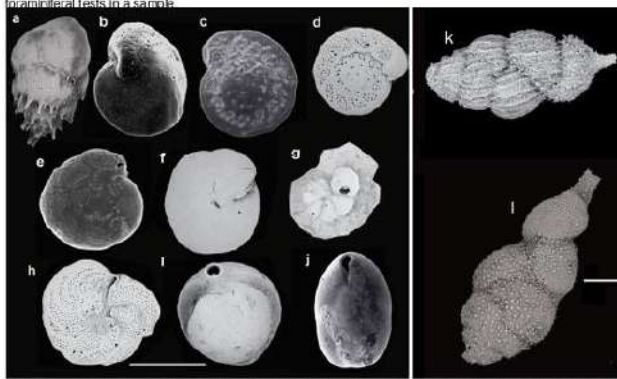


Figura 2.1. Warm species are a. *Bullimina aquilata* 363-U1484A-11HCC, b. *Cibicides bradyi* 363-U1484A-11HCC, c. *Cibicides mundulus* 363-U1484A-11HCC, d. *Cibicides pachyderma* 363-U1484A-11HCC, e. *Cibicides robertsonianus* 363-U1484A-11HCC, f. *Hoplulina elongata* 363-U1484A-11HCC, and g. *Laticarinina puzosensis* 363-U1484A-11HCC and cool species are h. *Planulina wuellerstorfi* 363-U1482A-7Hcc, i. *Pygo* spp 363-U1482A-7Hcc, and j. *Globobulimina pacifica* 363-U1482A-7Hcc. Figura 2.2. k and l: *Uvigerina proboscidea*, 363-U1486A-11HCC

#### RESULTS and DISCUSSION

Our data correlate significantly (80%) with modern bottom water temperatures (Figure 3) providing evidence for the temperature sensitivity of benthic foraminiferal assemblages even though the temperature range is minimal (2.9-5.0°C). Long term trends in warm water species abundances/percentages can be related to carbon dioxide emission (CO<sub>2</sub>), a process determined by biotic and abiotic factors from land use and management practices and general global climate variations. At the PNG margin, increases in *Uvigerina proboscidea*, shows a productivity indicator in paleo temperature reconstruction, and tends to coincide with higher abundances of warm water species indicating a relationship between climatic warmth and nutrient delivery likely via an enhanced hydrologic cycle and freshwater discharge through the Sepik River. Also we use small deep water species at upper-bathyal depths like *Cibicides pseudounguianus* typical from warm environments (>2.5°C) and high carbon-flux rate (>2.5 g C m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup>), and *Uvigerina peregrina* an upwelling related species to correlate with temperature.

Nosso trabalho engloba 16 objetivos de desenvolvimento sustentável, entre eles estão: 4. Educação de Qualidade. Assegurar a educação inclusiva e equitativa de qualidade, e promover comunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos; 6. Água Potável e Saneamento. Assegurar a disponibilidade e o acesso sustentável da água e saneamento para todos; 7. Energia Acessível e Limpa. Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos; 8. Trabalho Decente e Crescimento Econômico. Promover o crescimento econômico sustentável, inclusivo e sustentável, o emprego pleno e produtivo e o trabalho decente para todos; 9. Indústria, Inovação e Infraestrutura. Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação; 11. Cidades e Comunidades Sustentáveis. Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis; 13. Ação Contra a Mudança Global do Clima. Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos; 14. Vida na Água. Conservar e promover o uso sustentável dos ecossistemas, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável; 15. Vida Terrestre. Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda; 17. Parcerias e Meios de Implementação.

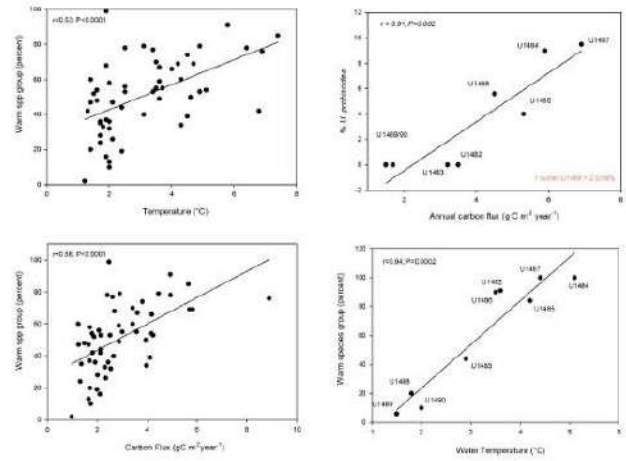


Figure 3 Linear correlation between the carbon flux (A) and bottom water temperature (B) and the warm species group based on core-top samples from the eastern Indian Ocean (Murgese & De Deckker, 2005). The correlation coefficient (r) as P value are given in each panel.

Linear correlation between the carbon flux and the relative abundance of *Uvigerina proboscidea* in core-top samples from the nine study sites. The correlation coefficient (r) as P value are given in each panel.

Warm species group based on the core-top samples from the nine study sites. The correlation coefficient (r) as P value are given in each panel.

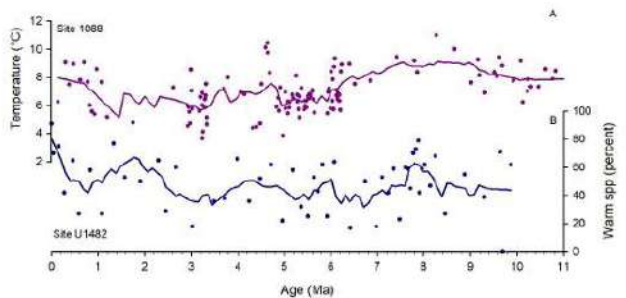


Figure 4 Comparison of benthic foraminiferal Mg/Ca derived bottom water temperatures from South Atlantic Site 1088 (Billups & Schreiner, 2009) (A) to the warm group index from Site 1482 (B). Heavy lines reflect a Gaussian smoothing.

#### CONCLUSIONS

A depth profile correlates well with modern temperatures when these two species were included. Our results, although of lower resolution and spanning different time intervals, contribute new data toward a better understanding of this proxy for paleoclimate research and support the potential of benthic foraminiferal species as a qualitative tracer of water mass temperatures and nutrient content providing a basis for higher resolution reconstructions.

#### REFERENCES

- Billups, K., and K. Schreiner, 2009. A synthesis of Late Oligocene through Miocene deep sea temperatures as inferred from foraminiferal Mg/Ca ratios. *Int. Assoc. Sediment. Spec. Publ.* 42: 1-16.
- Gupta, A. K., and Thomas, E. 2003. Initiation of Northern Hemisphere glaciation and strengthening of the northeast Indian monsoon: Ocean Drilling Program Site 788, eastern equatorial Indian Ocean. *Geology* 31 (1): 67-70.
- Lutze, G.F., 1977. Neogene benthonic foraminifera from Site 369, Leg. 4t. In Lancelot, Y., Sabdet, E., et al., *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, v. 41. Washington (U.S. Government Printing Office), p. 559-666.
- Lutze, G.F., 1979. Benthic Foraminifera at Site 397, Faunal Fluctuations and Ranges in the Quaternary. doi:10.2973/iodp.proc.47.1.19790502P Volume XLVII Part 1.
- Murgese, D. S., and Dan De Deckker, P., 2005. The distribution of deep-sea benthic foraminifera in core tops from the eastern Indian Ocean. *Marine Micropaleontology* 46: 25-49.
- Murgese, D. S., and Dan De Deckker, P., 2007. The Late Quaternary evolution of water masses in the eastern Indian Ocean between Australia and Indonesia, based on benthic foraminifera faunal and carbon isotope analysis. *Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology*, 247: 382-401.
- Van Morkhoven, Frank P.C.M. *Cenozoic oceanic deep-water benthic foraminifera* (edited by Henri J. Outre, EEAquitaine, 1986, 121 p.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



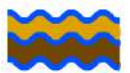
### INTERPRETAÇÃO SISMO-ESTRATIGRÁFICA EM BACIA DE ÁGUAS PROFUNDAS NA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA: PORÇÃO LESTE DA BACIA POTIGUAR E ALTO DE TOUROS

FONSECA, J. C. L. G.; VITAL, H.; PEREZ, Y. A. R.; GOMES, M. P.; CASTRO, D. L.;  
AQUINO DA SILVA, A. G.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Júlia Carvalho Lannes Galvão Fonseca  
[lannesjulia92@gmail.com](mailto:lannesjulia92@gmail.com))

A região de águas-profundas da Margem Equatorial Brasileira (MEB) apresenta importantes feições geológicas pouco exploradas além da quebra da plataforma. Realizado no âmbito do Projeto CAPES IODP - Geohazards e Tectônica – A influência de zonas de fratura na reativação de margens passivas: Margem Equatorial Brasileira, o objetivo principal deste estudo foi caracterizar sismicamente as sequências Sin-Rifte e Pós-Rifte de bacias de águas profundas e alguns montes submarinos que fazem parte do Alinhamento Fernando de Noronha no nordeste brasileiro. Neste sentido foram utilizadas três seções sísmicas *post-stack* 2D de alta resolução para distinguir as sequências tectono-deposicionais Sin e Pós-Rifte. Três principais refletores foram identificados nas seções (R1, R2 e R3) e interpretados como: embasamento acústico, topo do rifte e trato de sistema de mar alto, respectivamente. A fase Sin-Rifte é marcada por refletores paralelos descontínuos, de baixa amplitude e frequência. Este estágio também é marcado por falhas normais e presenças de semi-grábens. A fase Pós-rifte caracteriza-se por refletores paralelos contínuos, com baixa a alta amplitude e frequência. Reflexões caóticas e sem padrão sistemático na porção interna dos montes submarinos podem indicar origem vulcânica dos mesmos. Intrusões vulcânicas afetaram as sequências Sin-Rifte e Pós-Rifte e confinaram parcialmente a deposição das bacias de águas profundas. Isto acontece uma vez que o material pré-existente e o material depositado após a implantação do monte submarino são parcialmente confinados entre o talude continental e os montes submarinos. A interpretação sísmo-estratigráfica e os registros na literatura acerca das atividades vulcânicas indicam uma possível cronologia relativa de que a implantação desses montes submarinos ocorreu no Eoceno Inferior ao Mioceno Tardio. Os episódios vulcânicos parecem ter criado depósitos vulcanoclásticos marcados por reflexões com padrões desordenados e caóticos alternados com poucos refletores contínuos, indicando a presença de material de origem magmática e material de origem sedimentar em alternância. Desta forma, este trabalho promove um primeiro *insight* sobre a sísmo-estratigrafia de feições como bacias de águas profundas e montes submarinos na porção nordeste da MEB.

Palavras-chave: Sísmo-estratigrafia. Margem Equatorial Brasileira. Montes Submarinos. Bacias de Águas Profundas.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 06 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### INTERPRETAÇÃO SISMO-ESTRATIGRÁFICA EM BACIA DE ÁGUAS PROFUNDAS NA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA: PORÇÃO LESTE DA BACIA POTIGUAR E ALTO DE TOUROS

Júlia C.L.G. Fonseca<sup>1</sup>, Helenice Vital<sup>1</sup>, Yoe A. R. Perez<sup>2</sup>, David L. Castro<sup>3</sup>, André G. Aquino da Silva<sup>4</sup>, Moab P. Gomes<sup>5</sup>

Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica (PPGG), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).



#### INTRODUÇÃO

As regiões de águas profundas da Margem Equatorial Brasileira (MEB) apresentam importantes feições geológicas, que ainda são pouco estudadas além da quebra da plataforma continental. O principal objetivo deste estudo foi utilizar interpretação sísmo-estratigráfica para dar um primeiro entendimento sobre: depósitos de bacia oceânica profunda e feições vulcânicas encontradas na MEB, mais especificamente localizadas nas adjacências da Bacia Potiguar e o Alto de Touros. Os objetivos específicos foram: caracterizar as seqüências sin e pós-rifte de bacia de águas profundas e os montes submarinos que fazem parte do Alinhamento Fernando de Noronha a partir da interpretação sísmo-estratigráfica de 3 perfis de sísmica 2D fornecidos pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Promover um melhor conhecimento destes ambientes ainda pouco estudados alinhado com as diretrizes dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Sustainable Development Goal) – ODS 14 no qual o objetivo geral consiste em conservar e usar de forma sustentável os oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável. Este trabalho encaixa-se principalmente com o tópico 14-A que baseia-se em aumentar o conhecimento científico, desenvolver capacidade de pesquisa e tecnologia marinha, a fim de melhorar a saúde dos oceanos e aumentar a contribuição da biodiversidade marinha para os países em desenvolvimento.

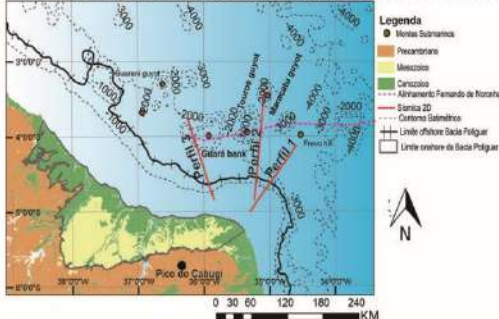


Figura 1. Mapa de localização dos perfis de sísmica 2D.

#### MATERIAIS E MÉTODO

Os dados utilizados neste trabalho são compostos por 370 Km de sísmica 2D pós-stack fornecidos pela ANP. A interpretação sísmoestratigráfica foi realizada utilizando-se o software Petrel E&P Software Platform, Schlumberger. Primeiramente foram identificados os principais refletores encontrados nas seções. Após este passo, foi feita uma caracterização interna das reflexões contidas nos pacotes formados entre os refletores principais utilizando parâmetros físicos: geometria, continuidade, amplitude e terminações (onlap, downlap, etc.). Em seguida, utilizando-se a literatura fez-se uma correlação entre a interpretação sísmoestratigráfica e os significados geofísicos e geológicos das feições interpretadas.

Nome unidade sísmica	Facies Sísmica	Descrição Facies Sísmica	Interpretação	Volcânico
S3c		Reflexão espessa, marrom-avermelhada, contínua e de alta amplitude. As reflexões mostram traços de alta continuidade, baixa amplitude e baixa frequência.	Sedimentação Carbonática	
S3b		Reflexão progressiva, de baixa amplitude, com traços de alta continuidade e baixa frequência. Reflexões marrom-avermelhadas, descontínuas e de baixa amplitude.	Slumps	
S3a		Reflexões espessas, contínuas, com traços de alta continuidade, alta amplitude e baixa frequência.	Depósitos de Bacia de Águas Profundas	
R3		Reflexão espessa, contínua, com traços de alta continuidade, alta amplitude e baixa frequência.	Deposito Submarino	
S2b		Reflexões descontínuas, com traços de baixa continuidade e baixa amplitude.	Deposito Pós-Rifte de Bacia de Águas Profundas	
S2a		Reflexões descontínuas, com traços de baixa continuidade e baixa amplitude.	Deposito Pós-Rifte de Bacia de Águas Profundas	
R2		Reflexão espessa, contínua, com traços de alta continuidade, alta amplitude e baixa frequência.	Sin-Rifte	
S1b		Reflexões descontínuas, com traços de baixa continuidade e baixa amplitude.	Sin-Rifte	
S1a		As reflexões são espessas, contínuas, com traços de alta continuidade, alta amplitude e baixa frequência.	Deposito Sin-Rifte	
R1		Reflexões espessas, contínuas, com traços de alta continuidade, alta amplitude e baixa frequência.	Deposito Sin-Rifte	
AB		Reflexões espessas, contínuas, com traços de alta continuidade, alta amplitude e baixa frequência.	Deposito Sin-Rifte	

Figura 2. Resumo mostrando as principais fácies/unidades sísmicas identificadas nos perfis, interpretação geológica e fase rife associada. Principais pacotes delimitados pelos principais refletores (R1, R2 e R3) e a resposta sísmica do evento magmático/vulcânico associado.

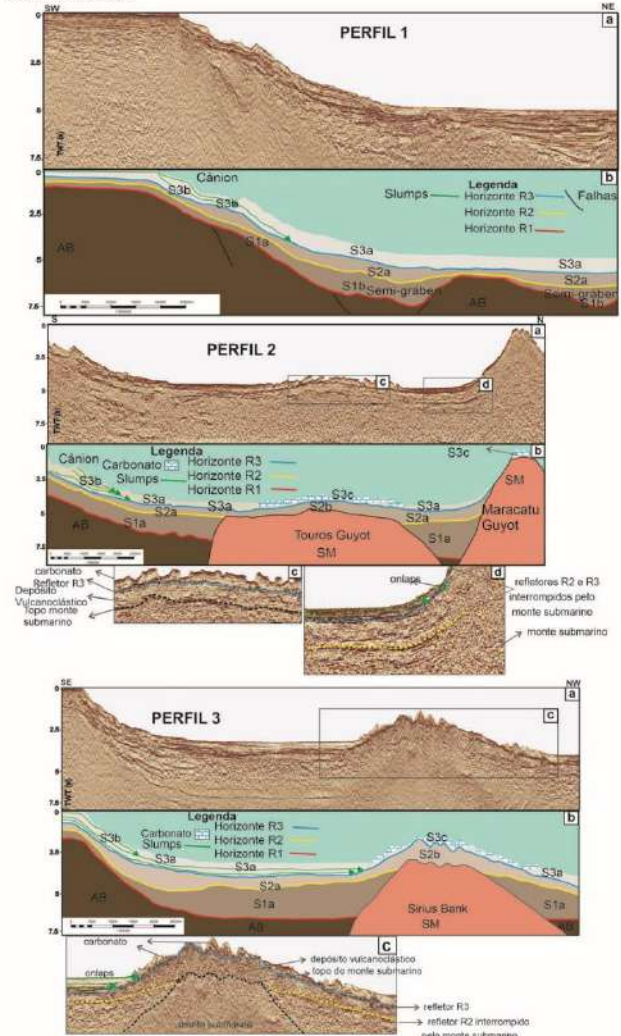
#### RESULTADOS

Foram identificadas as seguintes seqüências:

**Sin-Rifte:** Seqüência marcada por refletores descontínuos, eventualmente marcado por falhas e semi-grabens. Esta fase pode ser correlacionada a fase sin-rifte II da Bacia Potiguar, na qual os semi-grabens representam a subsidência mecânica do embasamento relacionada a extensão crustal durante abertura do Oceano Atlântico. **Pós-Rifte e Drifte:** Seqüências sísmicamente representadas por estratificação plano-paralelas e continuidade média a alta. Apesar destas seqüências serem preenchidas por refletores de configuração similar, podem ser diferenciadas pela presença do refletor R3 (*highstand system tract*). Este tipo de padrão sísmico revela sedimentação em ambientes de baixa energia. Além disto, o material que compõe estas seqüências são eventualmente advindos de sedimentação hemipelágica proveniente de instabilidades do talude.

**Sedimentação carbonática:** encontrada no topo dos montes submarinos, ela é representada por um relevo rugoso no fundo oceânico e composta de dois tipos de reflexões sísmica: uma composta de refletores sub-contínuos a contínuos no topo e padrão interno de reflexões de baixa amplitude. Ambientes de sedimentação carbonática normalmente indicam condições relativamente estáveis e nível do mar controlando a evolução destes ambientes.

**Montes submarinos:** Os dados indicam fortemente origem vulcânica para estes montes em primeiro lugar dada a localização dos montes submarinos de acordo com o Alinhamento Fernando de Noronha e a alta reflectividade que marca o topo destes montes. Isto pode ser explicado pelo alto contraste de impedância entre material siliciclástico e rochas ígneas. Os dados sísmicos e a literatura permitiram estimar que este evento pode ter ocorrido entre o Eoceno Inferior e Mioceno Superior. O talude e os montes submarinos criaram regiões de bacias de águas profundas semi-confinadas, especialmente nos estágios Pós-Rifte e Drifte. Os episódios que culminaram na implantação dos montes submarinos parecem ter criado depósitos vulcanoclásticos, uma vez que são encontradas reflexões cáoticas típicas de material ígneo misturadas com reflexões que representam materiais sedimentares preservados durante o surgimento dos montes.



Figuras 3, 4 e 5 - Perfis 1, 2 e 3 respectivamente: (a) Seções sísmicas pós-stack, (b) Seções interpretadas, (c) e (d) detalhes em zoom.

#### CONCLUSÕES

Os resultados apresentados mostram um primeiro entendimento sobre a evolução tectono-sedimentar dos estágios Sin-Rifte, Pós-Rifte e Drifte de deposição de uma região de bacia-oceânica profunda. Além disto a interpretação permitiu identificar a origem vulcânica/magmática dos montes submarinos estudados.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e CNPq pelas bolsas concedidas durante a pesquisa. Agradecemos também à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) pelos dados sísmicos e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – PPGG/UFRN pela infraestrutura necessária a interpretação dos dados e à Schlumberger pela licença do Petrel E&P Software Platform. Esta é uma contribuição para o Projeto "Geohazards and Tectonics" (CAPES – IODP grant 88887.123925/2015-00)





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RESPOSTA DA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA AO POSSÍVEL ENFRAQUECIMENTO DA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA EQUATORIAL: MODELAGEM DINÂMICA

SILVA, R.F.S; MENDES, D.; VITAL, H.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Raissa Francicleide Sousa da Silva,  
[raissafran@hotmail.com](mailto:raissafran@hotmail.com))

Este trabalho teve como objetivo avaliar o enfraquecimento da circulação termohalina em função da entrada de água doce no oceano, para isso foi utilizado modelagem numérica, através do modelo SPEEDY-HYCOM, dando ênfase as condições oceânicas equatoriais. Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico acerca do tema a ser tratado, posteriormente, foram utilizados dados provenientes de simulações numéricas conduzidas com o modelo acoplado SPEEDY-HYCOM, que em seguida utilizou-se o software Panoply para geração de mapas sazonais representativos de épocas de distinção climática, como verão e inverno, de variáveis do oceano como salinidade, temperatura da superfície do mar, cobertura de neve, cobertura de gelo e neve, e de gelo marinho como cobertura de gelo no oceano, variável F1DT (que representa a refletividade da radiação solar sobre o gelo glacial), e evaporação sobre o gelo glacial. Além disso, também foi investigado a resposta do enfraquecimento da CTG nas variáveis citadas anteriormente, fazendo uso de funções ortogonais empíricas e regressão linear e não lineares. A Circulação Termohalina Global (CTG), também denominada de Corrente Transportadora (do inglês Conveyor Belt), é a associação das diferenças entre a densidade da água do mar e o deslocamento de massas oceânicas, em função da variação da salinidade e da temperatura. A formação de água profunda é intensamente sensível as mínimas variações de salinidade, e desta forma, o derretimento e congelamento influencia a densidade da água oceânica. A injeção de 0,1 Sverdrup (Sv) ( $\sim 1 \text{ Sv} = 10^6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ) de fluxo de água doce no Atlântico Norte pode interromper o processo de formação de água profunda, e a consequência disso, aproximadamente 1 Petawatt (PW) ( $1 \text{ PW} = 10^{15} \text{ Watts}$ ) de calor deixa de ser transportado. Os resultados deste estudo identificaram que essa interrupção total da CTG provocaria uma diminuição da temperatura do ar no Hemisfério Norte, enquanto a região extratropical do Hemisfério Sul aqueceria em até 12°C na Antártica em relação a temperatura média no Hemisfério Norte. Desta forma o enfraquecimento da CTG pelo fluxo de água doce extra, possui um impacto nas condições oceânicas e climáticas, impactando de forma direta as condições da Temperatura da Superfície do Mar, precipitação de neve, derretimento do gelo continental e aumento da formação de gelo marinho, tanto no Hemisfério Norte, como no Sul.

Palavras-chave: Circulação. Modelagem. Simulações. Variáveis.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 06 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### RESPOSTA DA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA AO POSSÍVEL ENFRAQUECIMENTO DA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA EQUATORIAL

SILVA, Raissa Francieleide Sousa da<sup>1</sup>; MENDES, David<sup>1</sup>; VITAL, Helenice<sup>1</sup>  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1</sup>



#### INTRODUÇÃO

Este estudo atende os objetivos da agenda 2030 de ação contra a mudança global do clima e vida na água. O objetivo da pesquisa consiste em simular e avaliar a resposta da circulação termohalina global nos padrões oceânicos e atmosféricos ao possível incremento de água doce no Oceano Atlântico Norte (entre 50°N e 70°N) através da adição de 1 Sv (106 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>) nos padrões de Rahmstorf (1995), com ênfase na circulação oceânica Equatorial. Além de variações na temperatura e salinidade, os processos de congelamento e derretimento da água do mar são responsáveis por aumentar ou diminuir a salinidade dos oceanos e, consequentemente, alteram a densidade da água. Estes processos que alteram a densidade do mar são essenciais para a circulação oceânica, que por sua vez poderão influenciar diretamente o tempo e o clima de determinadas regiões do Planeta Terra. Segundo Machado (2009), a consequência deste processo é o surgimento da Circulação Termohalina Global (CTG), que segundo Stewart (2007), é também denominada de Esteira Transportadora (do inglês Conveyor Belt) oceânica, e consiste no transporte de massas oceânicas associado a diferenças na densidade da água do mar em função de variações de temperatura e salinidade.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A princípio foi realizado um levantamento bibliográfico acerca do tema a ser tratado, posteriormente, foram utilizados dados provenientes de simulações numéricas conduzidas com o modelo acoplado SPEEDY-HYCOM, que em seguida utilizou-se o software Panoply para geração de mapas sazonais representativos de épocas de distinção climática, como verão e inverno, de variáveis do oceano como salinidade, temperatura da superfície do mar, cobertura de neve, cobertura de gelo e neve, e de gelo marinho como cobertura de gelo no oceano, variável F1DT (que representa a refletividade da radiação solar sobre o gelo glacial), e evaporação sobre o gelo glacial.

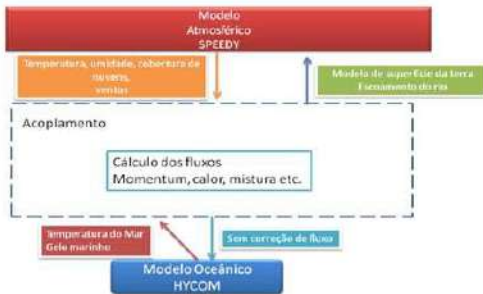


Figura 1. Esquema de acoplamento do SPEEDY (atmosférico) ao modelo HYCOM (oceânico).

#### RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa focou nas mudanças das temperaturas do ar e do mar, salinidade, gelo marinho e circulação atmosférica de dados provenientes de antes do holoceno. A investigação resumiu em resposta do enfraquecimento da CTG nas variáveis citadas anteriormente, e mostrou a influência do impacto que o aquecimento global pode causar, além da importância das estações do ano, que marcam diferenças abruptas, seja pela incidência solar, derretimento do gelo, expansão da neve, temperatura e de salinidade (figura 2).

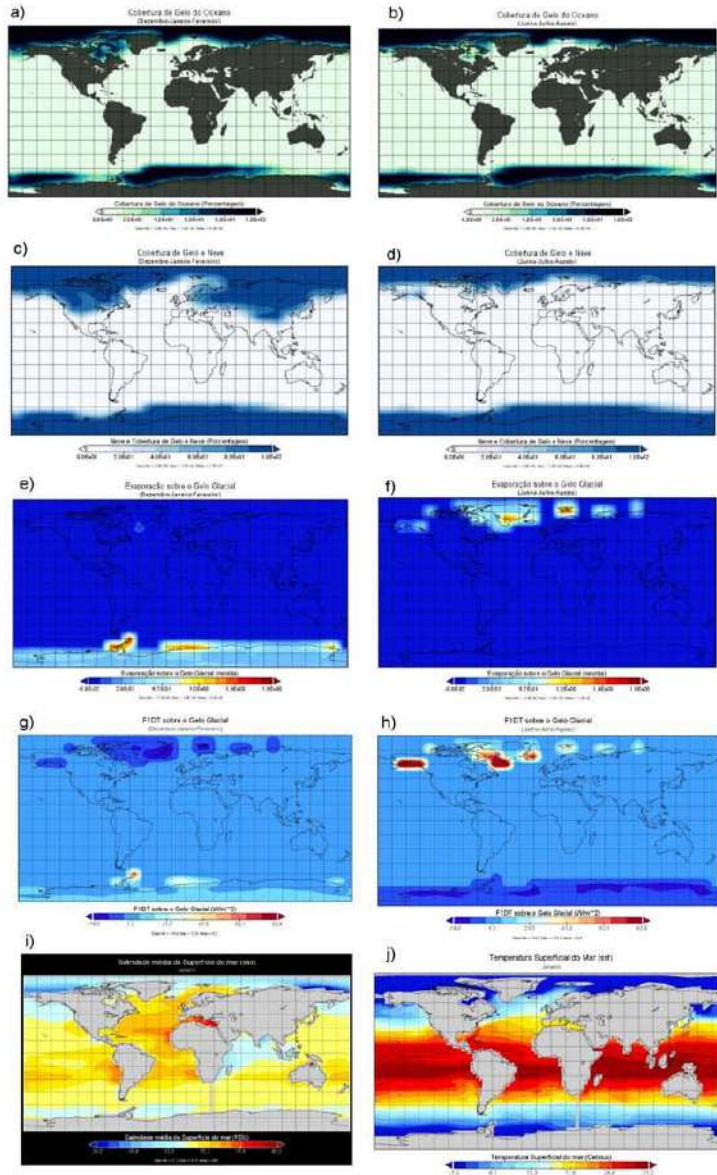


Figura 2. Mapas referentes de tempo anterior ao Holoceno em Dezembro-Jan-Fevereiro e Junho-Julho-Agosto, respectivamente: a) e b) Cobertura de gelo do oceano; c) e d) Cobertura de gelo e neve; e) e f) Evaporação sobre o gelo glacial; g) e h) F1DT sobre o gelo glacial. Sendo i) Salinidade média da superfície do mar (sss) em Janeiro e j) Temperatura superficial do Mar (sst) em Janeiro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MACHADO, J. P. Resposta das circulações oceânica e atmosférica associado ao enfraquecimento da circulação termohalina global. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2009.  
RAHMSTORF, S. Nature 378 : 145-149, DOI 10.1038/378145a0, 1995.  
STEWART, R. H. Introduction to Physical Oceanography, p. 353, 2007.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EVOLUÇÃO DA ZONA DE SUBDUÇÃO HIKURANGI, NOVA ZELÂNDIA

ENGELMANN DE OLIVEIRA, C.H.<sup>1</sup>; SOBEL, E.<sup>2</sup>

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Christie Helouise Engelmann de Oliveira, [christie.oliveira10@gmail.com](mailto:christie.oliveira10@gmail.com)); Universität Potsdam<sup>2</sup>, Alemanha

A Zona de Subducção Hikurangi acomoda a subducção oblíqua da Placa do Pacífico sob a Placa Australiana na Ilha Norte da Nova Zelândia. A Expedição 375 (*Hikurangi Subduction Margin Observatory*) do IODP perfurou a deformação frontal da Zona de Subducção Hikurangi, uma região que é conhecida por abrigar eventos de escorregamento raso, terremotos e tsunamis. No local de perfuração (Site U1518) foi amostrado aproximadamente 500 m de sedimentos (silte e argila), siltitos, lamitos e turbiditos de idade Pleistocênica. O topo da zona de falha foi penetrado em aproximadamente 300 mbsf, seguido por uma zona de aproximadamente 60 m de espessura de intensa deformação rúptil e dúctil, incluindo fraturamento, brechação e bandeamento de fluxo. Com o objetivo de determinar o tempo e a duração dos eventos térmicos da zona de falha associadas à Zona de Subducção Hikurangi, aplicou-se termocronologia de baixa temperatura (traços de fissão e (U-Th)/He em apatita) em 9 amostras de silte e siltito do Site U1518. As amostras do *hangingwall* (teto da falha) registram o início da deformação e geração das falhas de empurrão no início do Mioceno (aproximadamente 18 Ma), que ocorreu após o início da subducção. As amostras do *footwall* (muro da falha) registram a idade dos montes submarinos que estão se aproximando da frente de deformação (Paleoceno).

Palavras-chave: IODP. Expedição 375. Zona de subducção. Termocronologia.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PLATÔ DO CEARÁ: DO DESENVOLVIMENTO AO AFOGAMENTO DE UMA PLATAFORMA CARBONÁTICA OLIGO-NEOGÊNICA NA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA

ARAÚJO, I. R. F.<sup>1</sup>; VITAL, H.<sup>1</sup>; DROXLER, A. W.<sup>2</sup>; NASCIMENTO NETO, F. C.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1</sup> (Isabelle Rosselyne Ferreira de Araújo, [rosselyne@ufrn.edu.br](mailto:rosselyne@ufrn.edu.br)); Rice University, Houston, United States<sup>2</sup>

A região de águas profundas da Margem Equatorial Brasileira é pontilhada por vários montes submarinos de origem vulcânica que, em alguns casos, se elevam desde o fundo oceânico até a zona fótica. O Platô do Ceará, a leste de Fortaleza e 100 km costa afora, é um exemplo. Seu topo plano está atualmente a uma profundidade média de 280 m. Dragagens do topo e flancos descritas em trabalhos anteriores recuperaram rochas carbonáticas de águas rasas, com presença de fosforita e ausência de materiais terrígenos. Datações de nanofósseis da matriz propuseram sua formação durante o Mioceno Médio (Langhiano). Portanto, já existia a ideia de que uma plataforma carbonática isolada havia sido formada no local, mas seu desenvolvimento nunca foi estudado. O objetivo deste trabalho, desenvolvido no âmbito do Projeto Geohazards e Tectônica (CAPES processo 88887.091714/2014-01, Programa IODP), foi o de caracterizar a evolução da plataforma carbonática formada entre o Oligoceno e o Neógeno no Platô do Ceará. Para isso, foram utilizados poços exploratórios (*i.e.*, topo de formação, litologia e bioestratigrafia) associados a perfis sísmicos 2D cedidos pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). A forma e o padrão de terminação dos refletores, assim como a geometria externa e interna das fácies sísmicas foram analisadas, e com eles determinados sete padrões sísmicos e cinco sequências sísmicas (uma vulcânica e quatro carbonáticas; SS0 a SS4). A colonização do edifício vulcânico deve ter acontecido no Oligoceno superior, a partir de cunhas marginais (SS1). O aumento global gradual do nível do mar entre o fim do Oligoceno até Mioceno médio (Langhiano), tornou o ambiente propício ao desenvolvimento das sequências carbonáticas com alternâncias de agradacional/progradacional/retrogradacional (SS2 e SS3). Uma drástica queda do nível do mar no Serravaliano causou uma mudança brusca na deposição em direção a bacia semiconfinada da Depressão do Ceará expondo a plataforma antiga ao processo de carste. Uma subsequente subida no nível do mar no Tortoniano renovou a deposição carbonática no topo da plataforma e depositou a última sequência (SS4). Por fim, ocorre a fosfatização das rochas existentes marcando o declínio da plataforma carbonática. O padrão de ventos, assim como a tectônica da região, influenciou intensamente a geometria da plataforma que, apesar de plana, apresenta suave inclinação para NW. Notou-se diferenças significativas entre a margem de barlavento (leste), mais agradacional e erosiva; e a margem de sotavento (oeste), agradacional com progradações de grande extensão em direção à bacia. O exemplo da plataforma carbonática gerada no Platô do Ceará sugere a potencial existência de diversas plataformas carbonáticas sobre os demais montes submarinos da Margem Equatorial Brasileira. Isso a torna um modelo para a descrição de futuras descobertas relacionadas, bem como um registro da variação do nível do mar Oligo-Neogênica para a região equatorial.

Palavras-chave: Margem equatorial brasileira. Monte submarino. Plataforma carbonática isolada. Plataforma afogada.

#### INTRODUÇÃO

A Margem Equatorial Brasileira (MEB) é pontilhada por vários montes submarinos de origem vulcânica que, em alguns casos, se elevam desde o fundo oceânico até a zona fólica. O Platô do Ceará (PtC), com topo em uma profundidade média de 280 m, é um exemplo.

Dragagens do topo e flancos recuperaram rochas carbonáticas de águas rasas, com presença de fosforita e ausência de materiais terrígenos<sup>(1,2)</sup>. Além disso, nanofósseis da matriz<sup>(3)</sup> propuseram sua formação durante o Mioceno Médio (Langhiano), sugerindo também a existência de uma plataforma carbonática isolada sobre o PtC<sup>(4)</sup>.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a evolução desta plataforma carbonática formada entre o Oligoceno e o Neógeno no Platô do Ceará, além de registrar a variação do nível do mar para a região equatorial.

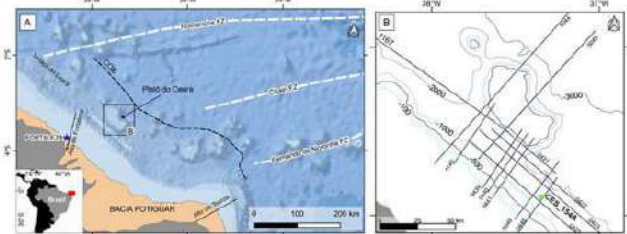


Figura 1. Localização do Platô do Ceará na Margem Equatorial Brasileira (A). Mapa de isóbatas (SRTM30plus) e dados utilizados neste trabalho (B). FZ: zona de falhas; linhas pretas: perfis sísmicos 2D; ponto verde: poço exploratório

#### MATERIAIS E MÉTODOS

- Foram utilizados poços exploratórios (i.e., topo de formação, litologia e bioestratigrafia) associados a perfis sísmicos 2D cedidos pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) (Fig. 1B).
- A forma e o padrão de terminação dos refletores, assim como a geometria interna e externa das fácies sísmicas foram analisadas.

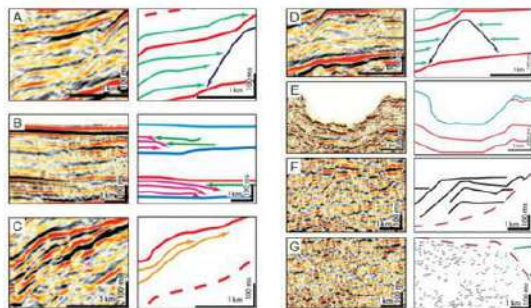


Figura 2 – Terminações de refletores e padrões sísmicos identificados nos perfis: A) Onlap; B) Downlap; C) Toplap; D) Moniformal; E) Canais (?); F) Curvas progradantes; G) Coclito.

#### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram determinados sete padrões sísmicos (Fig. 2) e cinco seqüências sísmicas (Fig. 3) sendo elas:

- SS0 – embasamento acústico vulcânico
- SS1 – curvas marginais progradacionais carbonáticas
- SS2 e SS3 – alternâncias de seqüências carbonáticas agradacional/progradacional/retrogradacional
- SS4 – seqüência agradacional

O padrão de ventos, assim como a tectônica da região, influenciou na geometria deposicional da plataforma, gerando diferenças significativas entre a margem de barlavento (sul/leste, Fig. 3A) e a de sotavento (norte/oeste, Fig. 3B).

A evolução da plataforma carbonática é explicitada na figura 4 para cada seqüência sísmica.

#### CONCLUSÕES

- O Platô do Ceará é um exemplo da plataforma carbonática, sugerindo a potencial existência análogas para os demais montes submarinos da Margem Equatorial Brasileira. Isso torna-o um modelo para o desenvolvimento de novas pesquisas e potencial prospecto tanto para fosforita quanto para análise aprofundada de estudos relacionados as mudanças do nível do mar durante o oligo-mioceno na região equatorial, relacionando aos mudanças ambientais atuais.

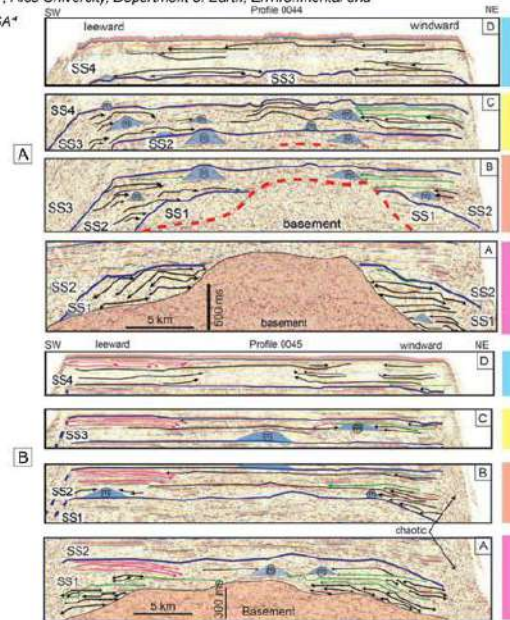


Figura 3 – Interpretação em detalhe das terminações de refletores dos perfis 0044 (A) e 0045 (B) representando o lado norte e sul. As seqüências sísmicas estão representadas pelas cores rosa (SS1), laranja (SS2), amarela (SS3) e azul (SS4). m = moniformal

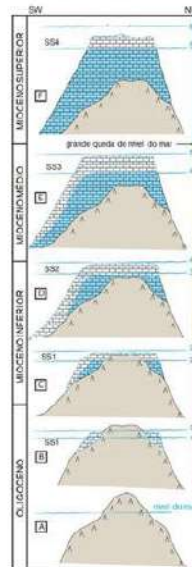


Figura 4 – Modelo esquemático da plataforma carbonática desenvolvida sobre o PtC. As barras coloridas referem-se a SS1 (rosa), SS2 (laranja), SS3 (amarela) e SS4 (azul).

O aumento do nível do mar no Tortoniano reativou deposição no topo da plataforma, embora suas altas taxas também tenham causado o seu declínio. O afogamento da plataforma ficou marcado pela fosforização das rochas pré-existent.

Exposição da plataforma ao processo de carbonificação e deslocamento de fácies em direção a Depressão do Ceará durante o Serravaliano.

Aumento global gradual do nível do mar entre o fim do Oligoceno até Mioceno médio (Langhiano), tornou o ambiente propício ao desenvolvimento das seqüências carbonáticas com alternâncias de agradacional-progradacional-retrogradacional.

Colorização do edifício vulcânico por organismos carbonáticos, formando curvas marginais nos flancos e, posteriormente, recobrir o embasamento vulcânico.

Elevação do cone vulcânico, com pulsos magmáticos relacionados ao Magmatismo Macaú/Mecejana (SS0).

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e CNPq pelo financiamento e as bolsas concedidas durante a pesquisa, a UFERN pela infraestrutura disponibilizada, a ANP e MB-DHN pela cessão dos dados sísmicos, a Schlumberger pela licença educacional do Petrel E&P software e a ICG Earth Science pela licença educacional do Opendtect software. Esta é uma contribuição ao Projeto Geohazards e Tectônica (processo 68887.123925-2015-00, IODP/CAPES - Brasil).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guzelli, W., Coita, M.F.A., Couvannar, R.G., 1977. Crustal plate margins of the northeast Brazilian: results of geologic preliminary. In: Atas Do VIII Simpósio de Geologia Do Nordeste. Campina Grande, pp. 101-130.
- Guzelli, W., Coita, M.F.A., 1978. Ocorrência de fosfato no Platô do Ceará (No. 3). Projeto REMAC. Rio de Janeiro.
- Coita, M.F.A., Couvannar, R.G., 1979. Textura vertical no pré-Paleógeno do Platô do Ceará e suas possíveis causas e implicações. CPDM.
- Faïnster, R., Millan, J.D., 1979. Structure and origin of three continental-margin alaias, Northeastern Brazil. Am. Assoc. Pet. Geol. Bull. 2, 238-238.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### LATE PLEISTOCENE SEDIMENTOLOGY AND MINERALOGY IN THE LOWER CONTINENTAL SLOPE OFF SOUTHERN BRAZIL (SOUTHWESTERN ATLANTIC)

LOPES, R.P.<sup>1</sup>; BONETTI, C.<sup>1</sup>; SANTOS, G.S.<sup>2</sup>; PIVEL, M.A.G.<sup>2</sup>; PETRÓ, S.M.<sup>2</sup>; BONETTI, J.<sup>1</sup>

Universidade Federal de Santa Catarina<sup>1</sup> (Renato Pereira Lopes, [RPLopes2014@yahoo.com.br](mailto:RPLopes2014@yahoo.com.br));  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>2</sup>

Here is presented a description of the sediments obtained from the core SIS-249, collected in the lower slope off the state of Rio Grande do Sul, southern Brazilian continental margin, southwestern Atlantic (30°05'S / 47°05'W), at a water depth of 2,091 meters and adjacent to the Rio Grande Terrace located in the upper slope. The analyzed interval of the core (between 50 and 194 centimeters) was deposited between 112.5 and 34.47 ka (MIS 5 to MIS 3) according to the age model. The fine (<62 µm) fraction is dominated by silt with subordinate clay, whereas the coarse fraction is chiefly composed of biogenic carbonate (tests of foraminifers). The lithoclasts consist of very fine (62-125 µm) sand. A semi-quantitative mineralogical analysis of the lithoclasts shows the predominance of quartz (80%), with glauconite as the dominant (95%) accessory mineral, followed by augite and tourmaline (2%) and the remaining 3% consisting of muscovite, rutile, ilmenite, leucosene, titanite, apatite, zircon, kyanite and pyrite. Augite is characteristic of the Torres mineralogical province due to its relative abundance in the northern coast and continental shelf of Rio Grande do Sul, where Mesozoic volcanic rocks of the Serra Geral Formation reach up to the shore. The other detrital terrigenous minerals, derived from Precambrian volcanic and metamorphic rocks, are found all along the coast and continental shelf. The presence of minerals from adjacent continental areas indicates transport from the shelf to the slope by gravity mass movements, probably turbidite currents. The authigenic minerals consist of pyrite and glauconite. Because the latter is usually formed at water depths between 60 and 500 meters and was recorded in the Rio Grande Terrace, its presence in the lower slope is probably related to mass movements. However, there is evidence that it can be formed in deeper areas subject to low sedimentation rates under influence of contour (geostrophic) currents, therefore an authigenic origin is not discarded. The low proportion of clay and very fine to fine silt along the core suggests winnowing by contour currents. The highest proportion of lithoclasts at the 101.4 to 78.6 ka interval could have resulted of increased mass movements controlled by sea-level oscillations between MIS 5c and 5a, and also possibly influenced by intensification of the Deep Western Boundary Current (DWBC) that carries the southward-flowing North Atlantic Deep Water (NADW). The estimated sedimentation rates related to the input of tests of foraminifers were higher during the interval corresponding to the stadial MIS 4, which suggests high productivity driven by increased input of wind-blown terrigenous dust from the subaerially-exposed continental shelf, correlated to lower sea-level, drier climate and increased eolian processes. An alternative explanation would be the increased northward influence of the nutrient-rich Circumpolar Deep Water (CDP) due to reduced flow of the DWBC/NADW. This research was funded by a postdoctoral grant for the first author provided by the joint IODP/CAPES (International Ocean Discovery Program / Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) research program (Process no. 88887.091728/2014-01).

Keywords: Southern Brazilian Continental Margin. Sedimentology. Mineralogy. Contourites.

### Late Pleistocene Sedimentology and mineralogy in the lower continental slope off southern Brazil (Southwestern Atlantic)

\*LOPES, R.P.<sup>1</sup>; BONETTI, C.<sup>1</sup>; SANTOS, G.S.<sup>2</sup>; PIVEL, M.A.G.<sup>3</sup>; PETRÓ, S.M.<sup>3</sup>; BONETTI, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Oceanografia Costeira, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina (LOC-UFSC) - Serviço dos Corcas, 503, CEP 88061-600, Barra da Lagoa, Florianópolis-SC, Brazil. (\*[RPLopes2014@yahoo.com.br](mailto:RPLopes2014@yahoo.com.br))

<sup>2</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Av. Bento Gonçalves, 9500. CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil.

<sup>3</sup>Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Av. Bento Gonçalves, 9500. CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brazil.



#### INTRODUCTION

The sedimentary setting and evolution of the lower slope along the Pelotas Basin, off the southern Brazilian Continental Margin (BCM) is poorly studied in comparison with the oil and gas-rich Campos and Santos Basins to the north. Here is presented and analysis of the sediments from one core (SIS-249) collected between Santa Marta Cape and Chuy Creek, in the Florianópolis-Mostardas sector of the southern BCM, at the coordinates 30°05'S / 47°05'W and a water depth of 2.091 meters, adjacent to the Rio Grande Terrace, off the state of Rio Grande do Sul (Figure 1).

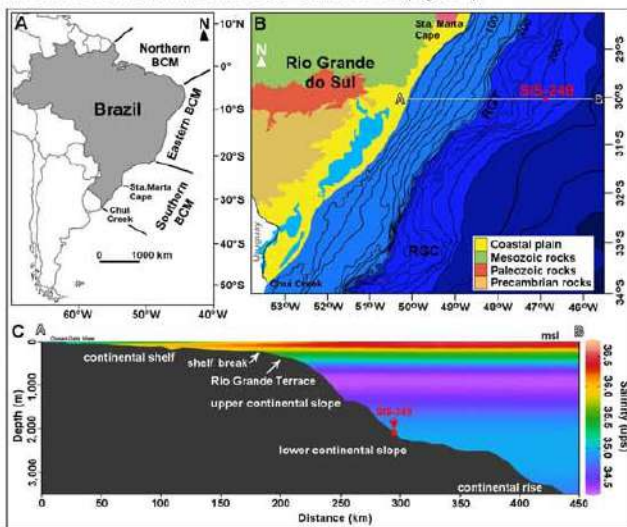


Figure 1 - A - Map showing the three major provinces of the Brazilian Continental Margin (BCM). B - Detail of the southernmost province of the BCM (modified from Zembruski, 1976) and adjacent continental area, showing the major features and the position of the core SIS-249 (RG.T: Rio Grande Terrace, RG.C: Rio Grande Cons). C - Transect along the A-B line in the Figure 1B at the latitude of the core SIS-249 (30°05'S), showing the topography salinity profiles (msl = mean sea-level).

#### MATERIALS AND METHODS

The core was collected by the Agência Nacional do Petróleo (ANP), and the interval from 50 to 194 cm was made available for research within the scope of the IODP/CAPES Program. Planktonic and benthic foraminifers were collected at 10-cm intervals for micropaleontological analysis (Petró, 2018; Rodrigues et al., 2018). The age model was built based on an AMS radiocarbon dating of 34.47 ka (calibrated) at the depth of 58 cm and biostratigraphic markers. Sediment samples were collected at 20 cm intervals for grain-size determination in the total and carbonate-free samples (after treatment with 10% HCl) using a laser diffraction particle size analyzer Horiba Partica-LA-950. The sand-sized fraction was observed under optical microscope for determining the physical properties (roundness and circularity) and mineralogical composition. The relative proportion of the sortable silt (10-62 µm) in the fine fraction was calculated in order to assess the influence of bottom currents.

#### RESULTS

The analyzed interval of the core was deposited between 112.5 and ~30 ka BP (MIS 5 to MIS 3) according to the age model. The sediment collected between 50 and 150 cm was a carbonate-rich, light olive gray (5Y 5/2) silty mud, massive but with oxidized clay lenses at 65 and 70 cm. The 150-194 cm interval is a sandy silt, ranging in color from grayish orange pink (5YR 7/2) in the 150 to 160 cm and 188-194 cm, to pale brown (5YR 5/2) between 160 and 188 cm (Figure 2). The color variation indicate a change from oxidizing (brown-orange hues) to reducing (gray hue) conditions, probably related to a change of influence of the oxygen-rich North America Deep Water (NADW) to the oxygen-poor Antarctic Circumpolar Deep Water (CDW).

The fine (<62 µm) fraction is dominated by silt with subordinate clay (Figure 2), whereas the coarse fraction is chiefly composed of biogenic carbonate (tests of foraminifers), thus classified as biolithoclastic (BLC) to bioclastic (BC). The lithogenic sand consist of very fine sand (62-125 µm), with values of roundness and circularity indicating transport from the adjacent coastal plain by winds and rivers. The interval with higher rates of sediment accumulation coincides with the stadial MIS 4, also characterized by high transport of dust from South America to Antarctica and adjacent South Atlantic, which contributed for higher productivity indicated by the abundance of foraminiferal tests between 100 and 130 cm along the core and by changes in the values of δ<sup>13</sup>C and δ<sup>18</sup>O in benthic foraminifers (Rodrigues et al., 2018).

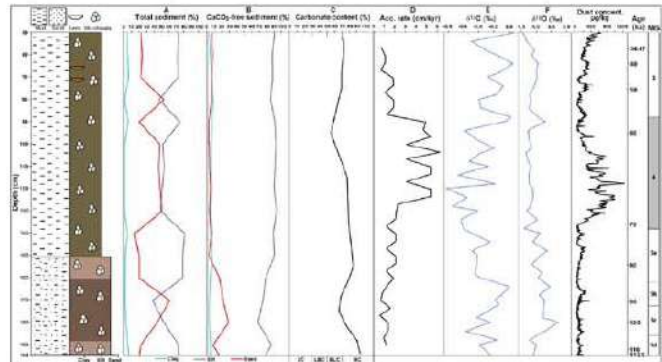


Figure 2 - Facies distribution along the core SIS-249. Variation of sand, silt and clay along the core SIS-249 in the total (A) and carbonate-free (B) sediment. C - Carbonate content in the sandy fraction and corresponding classification (LC = lithoclastic, LBC = lithobioclastic, BLC = biolithoclastic, BC = bioclastic). D - Accumulation rate (in cm/kyr) along the core, estimated from the age model (Petró, 2018). Values of δ<sup>13</sup>C (E) and δ<sup>18</sup>O (F) from benthic foraminifers obtained along the core (Rodrigues et al., 2018) (dust concentrations measured in the EPICA Dome C ice core in Antarctica).

Quartz is the dominant mineral (80%), the remaining 20% consisting of accessory minerals. Glauconite dominates (95%) the accessory mineral assemblage, followed by augite and tourmaline (2%) and the remaining 3% consisting of muscovite, rutile, ilmenite, leucogene, titanite, apatite, zircon, kyanite and pyrite. Augite is characteristic of the Torres mineralogical province due to its relative abundance in the northern coast and continental shelf of Rio Grande do Sul, where Mesozoic volcanic rocks of the Serra Geral Formation reach up to the shore.

The proportion of sortable silt in the fine fraction ranged from 71 to 88% in the total and 72 to 84% in the CaCO<sub>3</sub>-free samples (Figure 3). The median size of the sortable silt is in the very coarse size class between 160 and 194 cm and at the 50 and 60 cm intervals, thus pointing to selective removal of the coarse silt class by increased influence of bottom currents, which could also have contributed for the higher proportion of sand in the 160-194 cm interval.

Figure 3 - Percentage of the carbonate-free (black line) and lithogenic + carbonatic (blue line) sortable silt in the fine sediment fraction along the core. The histograms show the variation of the modal size of the sortable silt (in yellow). (Z = silt, C = clay).

#### CONCLUSIONS

The lithogenic sediments sampled by the core SIS-249 were transported from the adjacent shelf/Rio Grande Terrace, probably by gravity flows (slumps and turbiditic currents). The finer sediments could have been transported also by wind from the exposed continental shelf during the MIS 3-4 sea-level lowstand and by currents. Once accumulated in the lower slope, the sediments were subject to the action of bottom currents during the MIS 5, when the production and export of the NADW is increased, that winnowed part of the sortable silt component. The increase of coarse silt along the interval corresponding to MIS 4 and 3 suggest lower hydrodynamics, related to the influence of a weaker CDW. These results indicate that sediment accumulation during the late Pleistocene in the study area was driven by intercalated influence of contouritic and turbiditic processes, related to changes in climate and ocean currents.

#### REFERENCES

- Petró, S.M. 2018. Dissolução de Foraminíferos Quaternários do Atlântico Sul: da perda de CaCO<sub>3</sub> ao ganho de informação paleoceanográfica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-graduação em Geociências, PhD Thesis, 145 p.
- Rodrigues, A.R.; Pivel, M.A.G.; Schmitt, P.; Almeida, F.K.; Bonetti, C. 2018. Infaunal and epifaunal benthic foraminifera species as proxies of organic matter paleofluxes in the Pelotas Basin, south-western Atlantic. Ocean. Marine. Micropaleontology, 144: 38-49. <https://doi.org/10.1016/j.marmico.2018.05.007>
- Zembruski, S.G. 1979. Geomorfologia da margem continental sul brasileira e da bacia oceânica adjacente. Rio de Janeiro, PETROBRAS, Projeto REMAC, v.7, p. 129-177.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA E IMPLICAÇÕES TERMODINÂMICAS DO BANCO DAVIS, CADEIA VITÓRIA-TRINDADE, ATLÂNTICO SUL

REGO, C. A. Q.<sup>1</sup>; MAIA, T. M.<sup>1</sup>; JESUS, J. V. M. <sup>2</sup>; SANTOS, A. C.<sup>1</sup>, SANTOS, W. H.<sup>1</sup>, GERALDES, M. C.<sup>1</sup>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro<sup>1</sup> (Caio Assumpção Queiroz Rego, [aqrcaio@gmail.com](mailto:aqrcaio@gmail.com));  
Universidade Federal do Rio de Janeiro<sup>2</sup>

As rochas ígneas alcalinas são aquelas que apresentam alta quantidade de álcalis ( $\text{Na}_2\text{O}$  e  $\text{K}_2\text{O}$ ). Estas somam cerca de 1% de todas as rochas ígneas aflorantes na superfície terrestre. Ainda que não ocorram em grande quantidade, o estudo e a análise de registros alcalinos são importantes, visto que a variedade química e mineralógica dessas rochas é relevante e, ademais disso, sua gênese, ainda controversa, está associada à fusão parcial de rochas mantélicas. Nesse contexto se encontra a Cadeia Vitória Trindade, localizada no Atlântico Sul, pertencente ao município de Vitória (ES) e distante cerca de 1.170 km da costa brasileira. Esta cadeia é composta por montes submarinos, bancos, *guyots* e ilhas (Ilha da Trindade e o Arquipélago de Martin Vaz). Dessa maneira, o presente trabalho tem por objetivo a descrição e caracterização de aspectos petrográficos, análise de química mineral e determinação de condições de pressão e temperatura de formação do Banco Davis (pertencente à Cadeia Vitória Trindade), posto que tais análises são de fundamentação primordial para o entendimento de processos termodinâmicos relacionados à gênese e evolução da rocha. Para tal, destacam-se as metodologias de confecção de lâminas petrográficas com posterior análise através de microscopia ótica, análise química mineral em microsonda eletrônica, de modo a caracterizar a composição química dos fenocristais e da matriz, e, por fim, análise de geotermobarometria por meio da litogeoquímica de amostras do Banco Davis, juntamente com a caracterização química dos fenocristais. Nesse sentido foram descritas amostras de rocha afanítica, inequigranular, composta por matriz milimétrica de plagioclásio, nefelina, clinopiroxênios e opacos. Os microfenocristais imersos na matriz são de plagioclásio, clinopiroxênios e opacos, apresentando texturas traquítica e microglomeroporfírica, além de clinopiroxênios com textura *hourglass*. Quanto à química mineral foram feitas análises em cristais de plagioclásio e clinopiroxênio. Na determinação química dos plagioclásios observou-se que os grãos da matriz apresentam composição labradorítica, enquanto os microfenocristais têm sua composição diferenciada entre borda e núcleo, de modo que as bordas majoritariamente apresentam composição menos cálcica que os núcleos, os quais apresentam composição bytownítica. Os microfenocristais de clinopiroxênio apresentam composição variando de diopsídio a salita, sendo os núcleos mais ricos em  $\text{MgO}_2$ , e um enriquecimento de  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{FeO}$  do núcleo para as bordas. Para determinação de condições termodinâmicas da câmara magmática foram utilizados geotermobarômetros cpx/plag-liq, de modo que segundo os resultados obtidos as condições de P-T variam de 6 a 9,5 kbar e 1.090 a 1.140 °C, os quais indicam cristalização em uma câmara magmática localizada a 20-31 km de profundidade.

Palavras-chave: Banco Davis. Magma Alcalino. Evolução Mágmatica. Análise Termodinâmica.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA E IMPLICAÇÕES TERMODINÂMICAS DO BANCO DAVIS, CADEIA VITÓRIA TRINDADE

Rego, C.A.Q.<sup>1</sup>; Maia, T.M.<sup>1</sup>; Jesus, J.V.M.<sup>2</sup>; Santos, A.C.<sup>1</sup>; Holanda, W.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro



#### INTRODUÇÃO

As rochas ígneas alcalinas são aquelas que apresentam alta quantidade de álcalis (Na<sub>2</sub>O e K<sub>2</sub>O), somando cerca de 1% de todas as rochas ígneas aflorantes na superfície terrestre. No Brasil, segundo Almeida (1983), houveram duas fases de magmatismo alcalino, de maneira que a segunda (Cenomaniano-Eoceno) se deu mediante a movimentação da Placa Sul-Americana sobre a Pluma da Trindade. Nesse contexto, se encontra a Cadeia Vitória Trindade, pertencente ao município de Vitória (ES) distante cerca de 1.170 km da costa brasileira, sendo composta por montes submarinos, bancos, guyots e ilhas: Ilha da Trindade e o Arquipélago de Martin Vaz. Dessa maneira, o presente trabalho tem por objetivo a descrição e caracterização de aspectos mineralógicos e determinação de condições termodinâmicas de cristalização do Banco Davis, visto que, ainda que não ocorram em grande quantidade, o estudo e análise de registros alcalinos é importante, pois, sua gênese, ainda controversa, está associada à fusão parcial de rochas mantélicas.

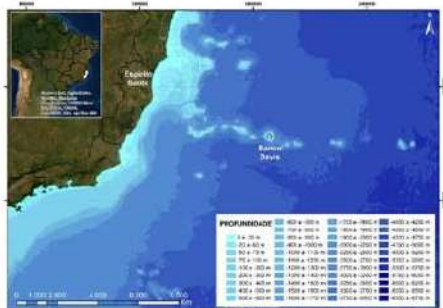
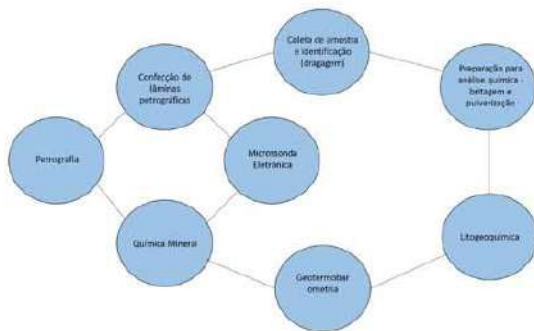


Figura 1 - Mapa batimétrico e de localização da área de estudo e a disposição dos montes submarinos, com destaque para o Banco Davis. Fonte: Projeto Batimetria, CPRM (2013).

#### MATERIAIS E MÉTODOS



#### RESULTADOS

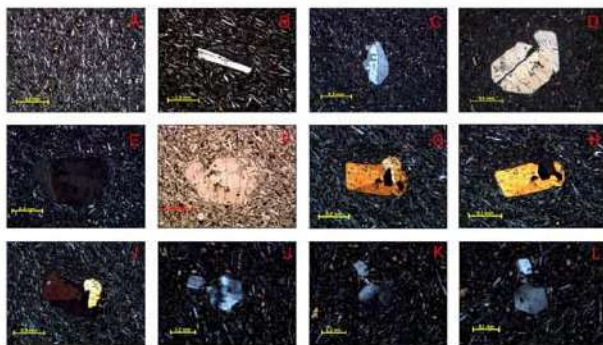


Figura 2. A- Fotomicrografia de tefrito, com textura microlítica. B/C- Fotomicrografia de microfenocristais de plagioclásio. D/E/F- Fotomicrografia de microfenocristal de clinopiroxênio zonado. G/H/I- Fotomicrografia de textura microglomeroporfírica, com cristal de clinopiroxênio apresentando textura hour glass. J/K/L- Fotomicrografia de microfenocristal de plagioclásio com extinção ondulante. M/N/O- Fotomicrografia de textura microglomeroporfírica com clinopiroxênio, plagioclásio e minerais opacos. P- Fotomicrografia de mineral opaco eudérico.

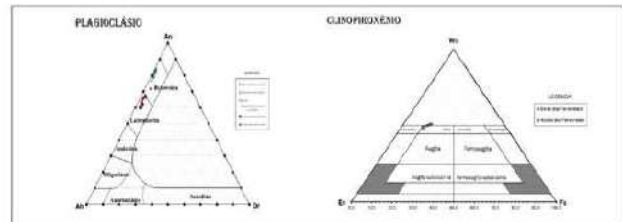


Figura 3 – Diagrama ternário de classificação de plagioclásios, para os cristais da matriz e microfenocristais (diferenciando borda e núcleo), e diagrama ternário de classificação de clinopiroxênios para os microfenocristais (diferenciando borda e núcleo) para as amostras do Banco Davis.

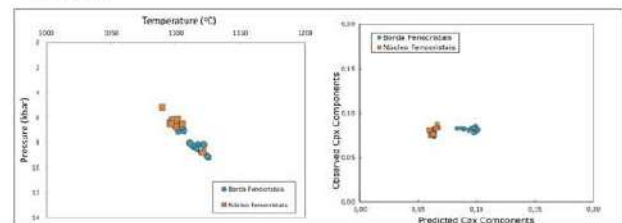


Figura 4 – Diagrama P-T para os microfenocristais de clinopiroxênio de amostras do Banco Davis, e diagrama de comparação de componentes de clinopiroxênio, de acordo com "Esquema Normativo" de Putirka et al. (1996). Fonte: Putirka, 2008.

#### CONCLUSÕES

O Banco Davis apresenta lavas recuperadas que caracterizam uma rocha afanítica, holocristalina, inequigranular, composta por matriz de plagioclásio, clinopiroxênios e opacos, com presença de microfenocristais de plagioclásio e clinopiroxênio. Ademais, são observadas as seguintes texturas: traquítica, microglomeroporfírica e hour glass, as quais são indicativas de processos petrogenéticos. As composições dos microfenocristais de plagioclásio e clinopiroxênio, determinadas através da microsonda, são respectivamente: labradorita-bytownita e diopsídio-salita. Os geotermobarômetros utilizados (cpx/plag-lq), segundo Putirka (2008) indicam condições de P-T que variam de 6 a 9,5 kbar e 1090 a 1140 °C, os quais indicam cristalização em uma câmara magmática localizada a 20-31 km de profundidade. Ademais, destaca-se a variação de temperatura e pressão na cristalização de borda e núcleo dos microfenocristais de clinopiroxênio, o que indica variação termodinâmica mediante distintas injeções magmáticas. Mediante os dados apresentados entende-se que as análises corroboram com os dados já publicados a respeito de aspectos petrogenéticos, como por exemplo Santos (2016).

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.F.M. 1983. Relações Tectônicas das Rochas Alcalinas Mesozóicas da Região Meridional da Plataforma Sul-Americana. *Revista Brasileira de Geociências*, 13 (3): 139-158.  
 PUTIRKA, K.D. 2008. Thermometers and Barometers for Volcanic Systems. *Reviews in Mineralogy & Geochemistry*, Vol. 69 pp. 61-120.  
 SANTOS, A.C.D., 2016. Petrology of Martin Vaz Island and Vitória-Trindade Ridge seamounts: Montague, Jaseur, Davis, Dogareira and Columbia. Trace elements, 40Ar/39Ar dating and Sr and Nd isotope analysis related to the Trindade Plume evidences. 218 f. 2016 [Thesis (PhD in Geology)]: Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.  
 THOMAZ FILHO, A., RODRIGUES, A.L. O alinhamento de rochas alcalinas Poços de Caldas-Cabo Frio-RJ e sua continuidade na Cadeia Vitória-Trindade. *Revista Brasileira de Geociências* 29(2):189-194pp.1999



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PETROGÊNESE MAGMÁTICA DO MONTE VITÓRIA, CADEIA VITÓRIA-TRINDADE: INSIGHTS NA EVOLUÇÃO LITOSFÉRICA DA PLATAFORMA CONTINENTAL BRASILEIRA

REGO, C. A. Q.; MAIA, T. M.; SANTOS, A. C., SANTOS, W. H., MOHRIAK, W. U.;  
VALERIANO, C. M.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Caio Assumpção Queiroz Rego, [aqrcaio@gmail.com](mailto:aqrcaio@gmail.com))

Diversos estudos apontam que as províncias ígneas alcalinas Iporá, Poxoréu, Alto Paranaíba, Serra do Mar e a Cadeia Vitória-Trindade estão associadas à passagem da Placa Sul-Americana sobre a Pluma da Trindade, a qual gerou lavas alcalinas saturadas a insaturadas. Em contrapartida, alguns autores sugerem que zonas de fratura reativadas no Eoceno Médio atuaram como conduto para este magmatismo. Diante da hipótese de influência da pluma mantélica, este trabalho apresenta dados inéditos de litogeoquímica e assinatura isotópica Sr, Nd, Hf e Pb do Monte Vitória, visando entender a assinatura da fonte, o processo de geração do magma, sua evolução e a influência ou não da litosfera neste processo. O Monte submarino Vitória pertence à Cadeia Vitória-Trindade, uma província ígnea alcalina de direção oeste-leste que se estende desde a margem leste brasileira até a porção de águas profundas do Atlântico, latitude ca. 20°S, na altura de Vitória (ES). Ele representa o monte mais próximo ao continente, distando da costa brasileira em cerca de 300 km. Quanto à litologia, trata-se de um basalto alcalino de textura traquítica, composto por plagioclásio, fenocristais de clinopiroxênio, ilmenitas dispersas pela matriz, apatita e uma fase pseudomórfica verde-amarelada, interpretada como uma fase hidratada de  $MgO-Al_2O_3-SO_3$ . Os resultados das análises litogeoquímicas mostraram que o Monte Vitória apresenta uma assinatura insaturada em sílica, ultrabásica ( $SiO_2 = 40,58\%$ ), enriquecimento nos elementos traço compatíveis Cr (370 ppm), Co (82 ppm), Ni (145 ppm), V (354 ppm) e Sc (22 ppm), valores baixos dos elementos incompatíveis Zr (237 ppm), La (37 ppm) e Nd (42,8 ppm) em comparação aos demais montes da cadeia, e forte enriquecimento em ETR leves ( $La/Sm_N \sim 2,68$ ). No geral, o Monte Vitória apresenta semelhanças em relação ao Monte Davis e a Plataforma de Abrolhos, como o baixo teor em peso de CaO (9,89 wt.%), teor elevado de  $TiO_2$  (~5,211 wt.%) e valor moderado de  $P_2O_5$  (0,63 wt.%), em exceção ao conteúdo de MgO (~11 wt.%), o qual aponta para uma rocha mais evoluída. A assinatura isotópica do Monte Vitória também é similar ao do Monte Davis, que por sua vez difere dos demais montes submarinos. Apresentam assinatura da razão de Nd condrítica (ca. 0,512635) e razão de Sr radiogênico alto (ca. 0,704031). As assinaturas litogeoquímica e isotópica do Monte Vitória são típicas de *melts* primitivos, apontando, assim, para uma geração de baixa fusão de uma fonte de composição entre o granada e espinélio lherzolito contendo flogopita e anfibólio, além de enriquecimento em fluido metassomático carbonatítico a partir de modelos de fusão parcial.

Palavras-chave: Cadeia Vitória-Trindade. Monte Submarino Vitória. Modelagem Geoquímica. Geoquímica Isotópica.

### INTRODUÇÃO

O Monte submarino Vitória pertence à Cadeia Vitória-Trindade, uma província ígnea alcalina de direção oeste-leste que se estende desde a margem leste brasileira até a porção de águas profundas do Atlântico, ca. ~20°S (Figura 1), na altura de Vitória (ES). Diversos estudos apontam que esta cadeia, composta por diversos montes submarinos, a ilha de Trindade e o Arquipélago de Martin Vaz (1140 km), representa o rastro vulcânico deixado pela Pluma de Trindade na placa Sul-Americana (Marques et al., 1999; Siebel et al., 2000; Santos, 2016). Em contrapartida, alguns autores sugerem que zonas de fratura reativadas atuaram como conduto para este magmatismo (Almeida, 2006; Alves et al., 2006).

Diante da ausência de dados publicados do Monte Vitória e da hipótese de influência da pluma mantélica, este trabalho apresenta dados preliminares de litogeoquímica e assinatura isotópica Sr e Nd do Monte Vitória, visando entender a assinatura da fonte, o processo de geração do magma e sua evolução.

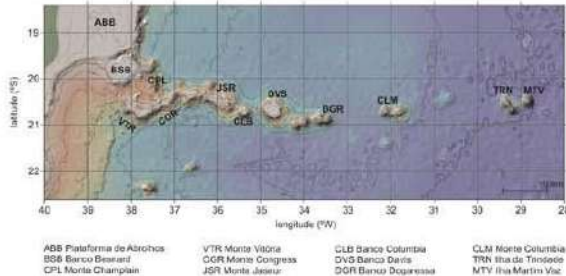


Figura 1 Mapa batimétrico regional da margem continental leste do Brasil com a localização da Cadeia Vitória-Trindade (retirada da NOAA - Bathymetric Data Viewer)

### MATERIAIS E MÉTODOS

Coletada pela campanha de dragagem realizada pela Marinha do Brasil em 2010, a amostra foi processada nas instalações do Laboratório Geológico de Preparação de Amostras (LGPA), na UERJ para que fossem realizadas as seguintes análises:

- ✓ estudo petrográfico realizado com o auxílio dos microscópios petrográficos de luz transmitida AXIO Zeiss (Figura 2)
- ✓ composição de rocha total obtida no Activation Laboratories, o ACTLABS, no Canadá através dos métodos ICP-AES (Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry) e ICP-MS (Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry).
- ✓ análise de geoquímica isotópica de Sm-Nd (ID-TIMS) e Sr foi realizada no Laboratório de Geocronologia e Isótopos Radiogênicos (LAGIR), na UERJ, através do espectrômetro de massa por ionização térmica (TIMS) TRITON-ThermoFinnigan multicoletor.

### RESULTADOS



Figura 2 A-D: Matriz microlítica levemente oxidada contendo plagioclásio, opacos e apatita. A, B: cristal eudírico de mineral opaco (aumento de 10X). C, D: cristal eudírico de clinopiroxênio com textura hourglass e plagioclásio com textura glomeroporfírica e geminação Carlsbad (aumento de 5X). A e C: nicóis cruzados. B e D: nicóis paralelos.

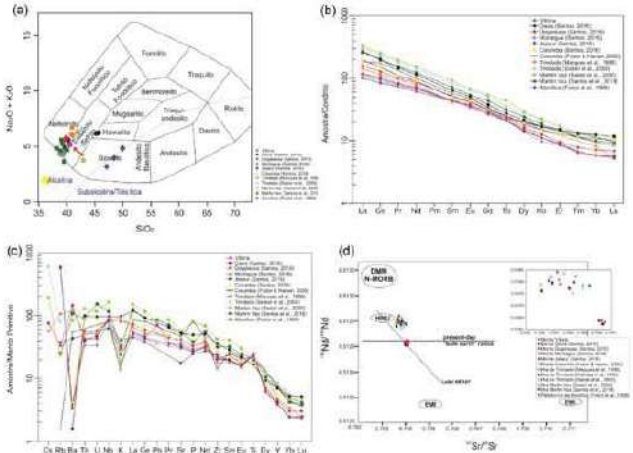


Figura 3 (a) diagrama classificatório TAS (total álcalio versus sílica) de Cox et al., 1979; (b) Diagrama de ETR normalizado para condritos (valores de Boynton, 1984); (c) Diagrama multi-elementar normalizado para Primitive Mantle (Sun & McDonough, 1989); (d) Composição isotópica de Sr e Nd obtidos neste estudo. A linha de referência para o conjunto de amostras de baixo-Nd (Low-Nd - LoNd) foi extraída de Hart et al., (1986). Os componentes mantélicos propostos são: Bulk Silicate Earth, EMI, DM e N-MORB (Zindler & Hart, 1986), EMII e HIMU (Hart, 1988).

### DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

O Monte Vitória é composto por basalto alcalino, constituído principalmente por plagioclásio, clinopiroxênio e minerais opacos. Apresenta uma matriz microlítica com textura traquítica, e microfenocristais de plagioclásio, localmente com textura glomeroporfírica; clinopiroxênio e minerais opacos dispersos pela matriz.

Apresenta uma assinatura insaturada em sílica, ultrabásica ( $SiO_2 = 40,58\%$ ), valores baixos dos elementos traço incompatíveis Zr, La, Nb e valores enriquecidos nos elementos traço compatíveis Cr, Co, Ni, V e Sc, que são tipicamente encontrados em fundidos primitivos. Os padrões de ETR normalizados para condrito são caracterizados por um forte enriquecimento em ETR leves, que é característico dos magmas alcalinos e reiteram sua natureza enriquecida nesses elementos em relação ao condrito. O teor de  $SiO_2$  dessa amostra corresponde a uma pressão de fusão média alta de 5,44 GPa (54 kbar), de acordo com a equação  $P \text{ (GPa)} = 23,22 - (0,438 \times SiO_2)$  de Haase (1996). Isto implica o derretimento da fonte do manto a uma profundidade de > 150 km, corroborando com a depleção em ETR pesados que indica fusão a grandes profundidades no campo de estabilidade do granada-lherzolito.

A assinatura isotópica aponta do Monte Vitória sugere que a fonte do magmatismo pode envolver componentes enriquecidos e empobrecidos do manto: HIMU, EMI e N-MORB.

O Monte Vitória é petrograficamente similar ao Banco Davis, além de se aproximar quimicamente, como o baixo teor em peso de CaO, teor elevado de  $TiO_2$  e valor moderado de  $P_2O_5$ . Porém seu alto teor de MgO, praticamente o triplo do teor do Banco Davis, aponta para uma rocha menos evoluída, derivada de um magma primitivo. Fora que o Davis é caracterizado por uma rocha básica. Acentua-se para o fato de que a assinatura isotópica do Monte Vitória também é similar ao do Banco Davis, que por sua vez difere dos demais montes submarinos. Apresentam assinatura da razão de Nd condritica (ca. 0,512635) e razão de Sr radiogênico alto (ca. 0,704031).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida, F.F.M. As ilhas oceânicas brasileiras e suas relações com a tectônica do Atlântico Sul. Tese de Mestrado, IG-UFRJ, 1980.

Alves, C. de C. et al. 2006. Zonas de fratura de Vitória-Trindade no Oceano Atlântico sudoeste e suas implicações tectônicas. Revista Brasileira de Geofísica, [s.l.], v. 24, n. 1, p.111-127.

Fodor, R.V. & Hanan, B.B. Geochemical evidence for the Trindade Hotspot trace: Columbia seamount arcane rocks. Lithos, v.51, p. 293-304, 2000.

Fodor, R. V. et al. 1980. Trindade oceanic basaltic rocks, atrophy platform, offshore Brazil, 16°S: Petrology with respect to South Atlantic magmatism. Journal of Petrology, 30(3), 753-766.

Haase, K. M. 1996. The relationship between the age of the lithosphere and the composition of oceanic magmas: Constraints on partial melting, mantle sources and the thermal structure of the plates. Earth and Planetary Science Letters, 141(1-2), 75-82.

Hulliday, A. N. et al. 1992. Lead isotope evidence for young trace element enrichment in the oceanic upper mantle. Nature, 359(6360), 613-617.

Hart, S.R. Heterogeneous mantle domains: signatures, genesis and mixing chronologies. Earth and Planetary Science Letters, v. 90, p. 272-296, 1988.

Hart, S.R. et al. 1986. A possible new Sr-Nd-Pb mantle array and consequences for mantle mixing. Geochimica et Cosmochimica Acta, v. 50, p. 1551-1557.

Marques, L. S. et al. 1999. Petrology, geochemistry and Sr-Nd isotopes of the Trindade and Martin Vaz volcanic rocks (Southern Atlantic Ocean). Journal of Volcanology and Geothermal Research, 83(3-4), 191-216.

Santos, A.C.D. 2016. Petrology of Martin Vaz Island and Vitória-Trindade Ridge seamounts, Maringá, Jaseru, Davis, Depressão and Columbia: Trace elements, 40Ar/39Ar dating and Sr and Nd isotope analysis related to the Trindade Plume evolution. 218.1. 2019 [Thesis (PhD) in Geology]. Rio de Janeiro: Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Santos, A. C. et al. 2018. Pleistocene alkaline rocks of Martin Vaz volcano, South Atlantic: low-degree partial melts of a CO2-metasaturated mantle plume. International Geology Review, 61(3), p. 290-313.

Siebel, W. et al. 2000. Trindade and Martin Vaz Islands, South Atlantic: Isotopic (Sr, Nd, Pb) and trace element constraints on plume related magmatism. Journal of South American Earth Sciences, 15(1-2), p. 70-103.

Zindler, A. & Hart, S.R. 1986. Chemical Geodynamics. Annual Reviews. Earth and Planetary Science Letters, v. 14, p. 465-571.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### A IMPORTÂNCIA DO MAGMATISMO DO MIOCENO NO CONTEXTO TECTÔNICO DA PLUMA DE TRINDADE: NOVA MUDANÇA DE DIREÇÃO DA PLACA SUL-AMERICANA?

OLIVEIRA, A.L.; QUARESMA, G.O.A.; SANTOS, A.C.; MOHRIAK, W.U.; SANTOS, W.H.;  
GERALDES, M.C.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (André Leite de Oliveira, [andre.leite.quatis@gmail.com](mailto:andre.leite.quatis@gmail.com))

A Cadeia Vitória-Trindade (CVT) compreende um notável alinhamento de feições vulcânicas de caráter alcalino no Oceano Atlântico Sul que apresentam uma progressão clara de idades no sentido de movimentação da Placa Sul-Americana. Formada por cerca de 30 montes e bancos submarinos e as ilhas da Trindade e o Arquipélago de Martin Vaz, a CVT apresenta uma extensão que ultrapassa os 1200 km no paralelo de Vitória, ao longo da latitude 20°30' S, e preserva a expressão *offshore* da Pluma da Trindade. No intuito de ajudar a tecer novas interpretações acerca da dinâmica da intrusão das rochas alcalinas no contexto tectônico da Pluma da Trindade e o processo gerador do magmatismo que levou à formação dessas rochas, o presente trabalho considera o papel do *emplacement* do edifício vulcânico mais expressivo que integra a cadeia, o Banco Davis, apresentando novos dados de geocronologia  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  e a sistemática isotópica de Sr, Nd e Pb. As amostras foram obtidas a partir de campanhas de dragagens executadas em 2011 com a logística da Marinha do Brasil. Uma amostra tratada pelo Laboratório da Curtin University, Austrália, gerou um mini-plateau que revelou um valor integrado de  $21,42 \pm 0,13$  Ma (TRIM-4M) concordando com idades publicadas anteriormente para o Banco Davis. A composição isotópica Sr, Nd e Pb analisada pelo Laboratório de Geocronologia e Isótopos Radiogênicos (LAGIR) na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e pela Université Libre de Bruxelles, Bélgica, resultou em razões com valores variando de 0,512622 a 0,512636 para  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  e de 0,704014 a 0,704036 para  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  e valores de 39,3214 para  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ , 15,5848 para  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  e 19,1459 para  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ , que diferem significativamente daqueles publicados para outros vulcões da Cadeia Vitória-Trindade. Tal composição isotópica, quando plotada nos diagramas de Sr, Nd e Pb, cai abaixo das razões acreditadas para o *Bulk Earth* (BSE) atual e se desvia significativamente do componente de manto empobrecido, representando uma mistura de reservatórios DMM, HIMU e EMI. As idades TDM (~460 Ma) do Banco Davis estão em concordância com o Ciclo Brasileiro (750-450 Ma) sugerindo que a litosfera continental desempenhou uma influência na geração deste magmatismo referente ao enriquecimento metassomático. A assinatura isotópica obtida para o Banco Davis e sua petrologia são similares às da porção mais ocidental da cadeia mencionada, especificamente do Monte Vitória, e distintas dos demais edifícios vulcânicos. O Banco Davis, sendo o episódio vulcânico mais volumoso da CVT, e suas características químicas e isotópicas distintas claramente marcam uma mudança no padrão da fonte deste magmatismo. Além disso é possível observar, através de imagens batimétricas, uma pequena inflexão de aproximadamente 7° no sentido horário no padrão de alinhamento dos corpos vulcânicos da cadeia na latitude de ~21° S. Diversos autores reportaram uma suposta rotação da Placa Sul-Americana durante o Eoceno. Este trabalho sugere que o magmatismo de idade ~21 Ma teve um papel importante na evolução da Cadeia Vitória-Trindade e marca uma nova e última rotação da Placa Sul-Americana durante o Mioceno.

Palavras-chave: Placa Sul-Americana. Geocronologia  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ . Sistemática Isotópica Sr, Nd e Pb.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### A Importância do Magmatismo do Mioceno no Contexto Tectônico da Pluma de Trindade: Nova Mudança de Direção da Placa Sul-Americana?

Quaresma, G.O.A.<sup>1</sup>, Oliveira, A.L.<sup>1</sup>, Santos, A.C.<sup>1</sup>; Mohriak, W.U.<sup>1</sup>; Santos, W.H.<sup>1</sup>; Geraldés, M.C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro

#### INTRODUÇÃO

O Banco Davis está inserido no contexto geológico da Cadeia Vitória-Trindade (Figura 1), a qual é composta por diversos montes submarinos e as ilhas de Trindade e Martin Vaz, à leste do território continental brasileiro no paralelo -20°S. A Cadeia Vitória-Trindade compreende um notável alinhamento de feições vulcânicas de caráter alcalino no Atlântico Sul e que apresenta uma diminuição progressiva das idades de Oeste para Leste. Essa progressão de idades é explicada por alguns autores como sendo resultante da passagem da Placa Sul-americana sobre o *hotspot* de Trindade. Dessa forma, os objetivos gerais do presente trabalho englobam fornecer novos dados de geocronologia <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar e dados de Sr, Nd do banco submarino Davis a fim de tecer novas interpretações a respeito da origem desses corpos e do processo de geração deste magmatismo e sua relação com a hipótese de pluma mantélica.

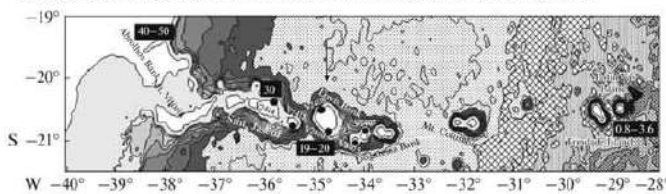


Figura 1. Diminuição progressiva das idades de Oeste para Leste na Cadeia Vitória-Trindade. Fonte: Skolotnev & Peive (2017).

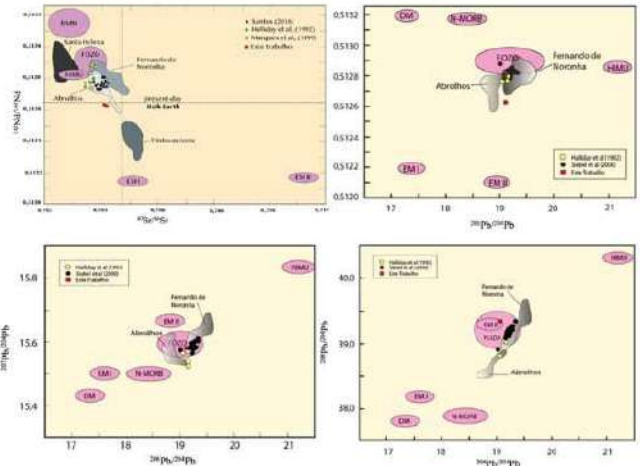
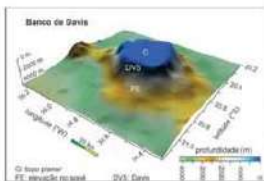


Figura 4. Diagramas de correlação das razões isotópicas de Nd versus Sr modificado de SANTOS (2016) e das razões isotópicas de Pb modificado de Siebel et al (2000) com a assinatura isotópica do Banco Davis.



- ✓ Maior que os outros edifícios vulcânicos (Motoki & Melo, 2012);
- ✓ Magma básico destoante dos demais montes ultrabásicos e das ilhas da Trindade e Martin Vaz (sucessão nefelítica-fonolítica);
- ✓ Amostras mais evoluídas com enriquecimento em ETR's leves e LILE's.

Figura 2. Morfologia do Banco Davis. (Motoki & Melo, 2012)

#### MATERIAIS E MÉTODOS

- (i) Extensa pesquisa bibliográfica principalmente a respeito do métodos utilizados;
- (ii) Campanha de dragagem pela Marinha do Brasil com a coleta de amostras para a posterior preparação das mesmas em laboratório;
- (iii) Interpretação dos produtos obtidos e comparação com a literatura.

#### RESULTADOS

Uma amostra tratada pelo Laboratório da Curtin University, Austrália gerou uma idade *mini-plateau* que revelou um valor integrado de  $21.42 \pm 0.13$  Ma (TRIM-4M). Tal idade é compatível com as idades publicadas anteriormente para o magmatismo do Banco Davis. A composição isotópica Sr, Nd e Pb analisada pelo Laboratório de Geocronologia e Isótopos Radiogênicos (LAGIR) na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e pela Université Libre de Bruxelles, Bélgica, resultou em razões com valores variando de 0,512622 a 0,512636 para <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd e de 0,704014 a 0,704036 para <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr e valores de 39,3214 para <sup>208</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb, 15,5848 para <sup>207</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb e 19,1459 para <sup>206</sup>Pb/<sup>204</sup>Pb, que diferem significativamente daqueles publicados para outros vulcões da Cadeia Vitória-Trindade. Tal composição isotópica, quando plotada nos diagramas de Sr, Nd e Pb, cai abaixo das razões acreditadas para o Bulk Earth (BSE) atual e se desvia significativamente do componente de manto empobrecido, representando uma mistura de reservatórios DMM, HIMU e EMI.

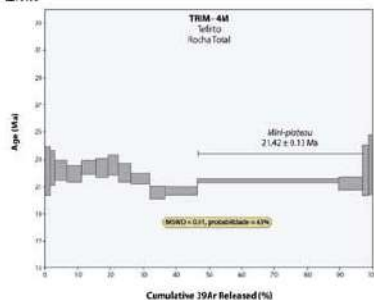


Figura 3. Diagrama de idade *plateau* para a amostra TRIM-04M – Banco Davis.

#### DISCUSSÕES

- ✓ Maior vulcão da cadeia;
- ✓ Mudança de morfologia a partir da porção central da CVT;
- ✓ Inflexão de aproximadamente 18° em torno da coordenada W34°;
- ✓ Assinatura isotópica, petrologia e química distintas.
- ✓ Idade coincidente com suposto evento de reorganização global de limites de placas litosféricas (25-20 Ma);
- ✓ Mioceno: período de intensa e contínua atividade vulcânica na margem oeste da América do Sul e possivelmente de toda a região circum-Pacífico.



Figura 5. Proximidade do Banco Davis com a inflexão no padrão de alinhamento dos edifícios vulcânicos em torno da coordenada W34°. Imagem retirada do NOAA (Bathymetric Data Viver) com composição batimétrica regional do GEBCO, 2019.

#### CONCLUSÕES

As observações sobre as características distintas desse edifício, citadas por trabalhos anteriores, são corroboradas pelos dados de geoquímica isotópica aqui apresentados. Portanto, o *empacamento* do Banco Davis claramente marca uma mudança química e isotópica da fonte deste magmatismo. O magmatismo de idade ~21 Ma teve um papel importante na evolução da Cadeia Vitória-Trindade e pode refletir significativas implicações tectônicas. Ainda se discute se a CVT poderia ser considerada um *hotspot track* dada sua justaposição com o sistema de fraturas homônimo. Dessa forma, não se descarta a hipótese de uma mudança de alinhamento dos vulcões ser um reflexo das fraturas. No entanto, com base em todas as características distintas que esse magmatismo apresenta e o contexto tectônico global, sugerimos a hipótese de uma rotação da Placa Sul-Americana durante o Mioceno, possivelmente correlacionada aos diversos eventos tectônicos globais, citados anteriormente no presente trabalho, em um intervalo de reorganização de limites de placas litosféricas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (Ariel, 24)

1. SANTOS, Anderson Costa dos. Petrology of Martin Vaz Island and Vitória-Trindade Ridge seamounts: Montague, Jaseur, Davis, Dogaresa and Columbia. Trace elements, <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating and Sr and Nd isotope analysis related to the Trindade Plume evidences. 216 f. 2016. Tese (Doutorado em Geologia) – Faculdade de Geologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.
2. MOTOKI, A., MELO, D. P. DE. Vitória-trindade e áreas adjacentes, com base na batimetria predita do topo versão 14. 1 submarine morphology characterization of the vitória-trindade chain and the adjacent areas, state of espírito santo, brazil, based on the predicted bathymetry of the topo version 14. 1. v. 2, p. 151-170, 2012.
3. W., Bechig, R., Volker, F., Hansen, M.A.F., Viramorte, J., Trumbull, R.B., Haase, G., and Zimmer, M., 2000, Trindade and Martin Vaz Islands, South Atlantic: Isotopic (Sr, Nd, Pb) and trace element constrains on plume related magmatism: Journal of South American Earth Sciences, v. 13, p. 79-103.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PETROLOGIA, QUÍMICA MINERAL E GEOTERMOBAROMETRIA A PARTIR DE CLINOPIROXÊNIOS DO COMPLEXO ALCALINO DO ARQUIPÉLAGO DE MARTIN VAZ, TERRITÓRIO LESTE BRASILEIRO, ATLÂNTICO SUL

OLIVEIRA, A. L.; SANTOS, A. C.; NOGUEIRA, C. C.; HOLANDA, W.; GERALDES, M. C.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (André Leite de Oliveira, [andre.leite.quatis@gmail.com](mailto:andre.leite.quatis@gmail.com))

O Arquipélago de Martin Vaz localiza-se no paralelo ~20°S, a 1200 km da costa brasileira, possui elevação de até 175 m acima do nível do mar e mais de 5000 m de altura em sua parte submersa. *Necks* de noseana-fonolito, diques fonolíticos, um edifício vulcânico com dois derrames mela-nefeliníticos e depósitos piroclásticos formam as três ilhas principais, além das outras ilhotas e rochedos do Arquipélago que pertence à Cadeia Vitória-Trindade. Esta por sua vez está assentada sob uma zona de fratura homônima associada a Dorsal Mesoatlântica, com rejeito direcional de cerca de 6 km entre os segmentos da cordilheira. Os depósitos piroclásticos são compostos por tufos, lapili-tufos e lapilito. Os *necks* denominados de Unidade Pico das Gaivotas, o derrame mela-nefelinítico denominado Unidade Bandeira e os diques são os principais objetos deste estudo. Os fonolitos são compostos por fenocristais de clinopiroxênio, noseana e feldspato potássico, cuja matriz é composta por feldspatóides, feldspatos e piroxênios, tendo como minerais acessórios titanomagnetita, titanita e apatita. Os nefelinitos apresentam fenocristais de clinopiroxênio e olivina, na matriz aparecem feldspatóides (nefelina principalmente), feldspatos e piroxênios, além de opacos. Assim sendo, as lavas presentes em Martin Vaz constituem dois *end-members* da suíte alcalina: uma lava primitiva, nefelinítica, e, outra evoluída, fonolítica. A primeira apresenta variação química e mineralógica marcante caracterizando dois derrames (um pobre e outro rico em olivina), com caminhos evolutivos distintos de uma provável estratificação magmática. As olivinas da Unidade Bandeira apresentam composições química distintas em relação a variabilidade de tamanho (micro, feno e macrofenocristais) além de apresentarem, por vezes, corrosão magmática, indicando instabilidade das mesmas por não estarem em equilíbrio com o líquido. Os fenocristais de clinopiroxênios de ambas as Unidades e dos diques possuem variação química marcante entre diopsídio e bordas aegeriníticas com características peculiares quanto ao zoneamento do mineral. Apresentam núcleos anédricos poiquilíticos, com pleocroísmo verde e, às vezes, verde amarronzado, as bordas são euédricas com pleocroísmo amarronzado e manteadas por opacos. Apresentam distinção química com núcleos fassaíticos mais evoluídos que as bordas. Os dados geotermobarométricos baseados apenas na composição destes piroxênios indicam posição da câmara magmática 30 km abaixo da litosfera oceânica. Porém, a partir da análise petrográfica e química dos minerais presentes nas lavas de Martin Vaz, é possível traçar um histórico evolutivo de cristalização polibárica e em múltiplo estágio de reposição magmática, onde, a partir de um magma menos evoluído, originaram-se os núcleos verdes em desequilíbrio com o líquido primitivo que adentrou na câmara, gerando forte absorção e, posteriormente, favorecendo a cristalização das bordas, cuja composição é similar a dos piroxênios presentes na matriz. Assim, os diferentes estados de oxidação que um magma pode assumir em relação aos *melts* ricos em Na ou K refletirão a composição de seus piroxênios, onde magmas mais redutores tenderão a cristalizar componentes que evoluirão do diopsídio para a aegerina, como o que ocorre nos fonolitos de Martin Vaz, haja vista a composição mais sódica nas bordas dos clinopiroxênios.

Palavras-chave: Magmatismo Alcalino. Martin Vaz. Núcleos Verdes. Cadeia Vitória-Trindade.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 06 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### Petrologia, Química Mineral e Geotermobarometria a Partir de Clinopiroxênios do Complexo Alcalino de Martin Vaz, Território Leste Brasileiro, Atlântico Sul.

<sup>1</sup>Oliveira, A. L.\*; <sup>2</sup>Santos, A. C.; <sup>3</sup>Nogueira, C. C.; <sup>4</sup>Holanda, W.; <sup>1</sup>Geraldes, M. C.

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro

\*andre.leite.queis@gmail.com



### INTRODUÇÃO

O complexo alcalino do Arquipélago de Martin Vaz consiste em ilhotas fonolíticas isoladas e um edifício vulcânico alcalino de elevação superior a 175 m acima do nível do mar e pertence à cadeia vulcânica Vitória-Trindade que está sob uma zona de fratura homônima associada à Dorsal Mesocênica. Existem três unidades litológicas principais na ilha de Martin Vaz, são elas: necks de noseana-fonolito, denominada de Unidade Pico das Gaivotas, derrame mela-nefelítico, denominado Unidade Bandeira, depósitos piroclásticos na base, além de diques fonolíticos.

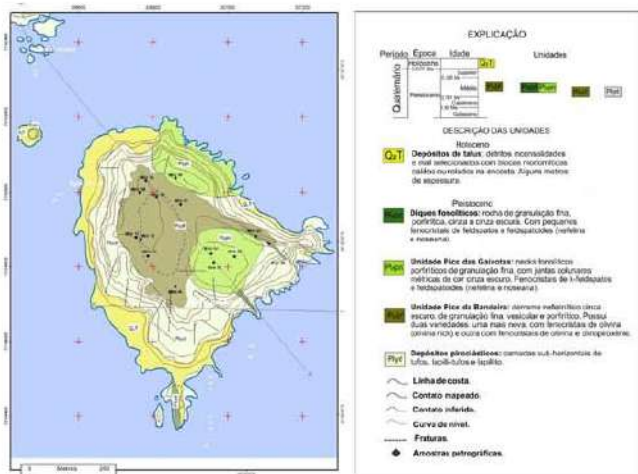


Figura 1. Mapa geológico da ilha principal de Martin Vaz (modificado de Santos et al., 2015)

### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados estudos petrográficos em lâmina polida, analisadas em microscópio de luz transmitida. Para o estudo de química mineral foram obtidas análises de microsonda eletrônica usando-se a microsonda ARL-SEMQ da Universidade Estadual da Carolina do Norte (NCSU) e a JEOL JXA-8283 da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). As análises de geotermobarometria foram realizadas através de tabelas excel® obtidas no website Gabbrosoft para cálculo dos end-members e a composição molecular foi obtida através da tabela excel de geotermobarometria de Putirka, em que a classificação de piroxênios é baseada em Marimoto et al. (1988). A termobarometria dos clinopiroxênios foi baseada nas estimativas de P e T de Neave & Putirka (2017) que considera a molécula de Jadeíta nos clinopiroxênios e foi desenvolvido para magmas ultramáficos a intermediários em um intervalo de 1 atm até 20 kbar.

### PETROGRAFIA



Figura 2. Fotomicrografia das amostras de nefelinito mostrando fenocristais de clinopiroxênio e olivina, e microfenocristais de titanomagnetita. Fotos A e B a nicóis cruzados, C a nicóis paralelos.

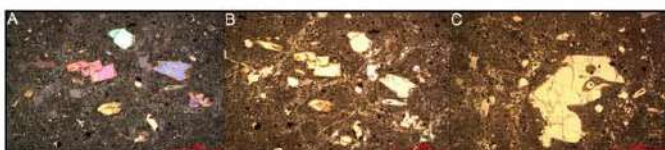


Figura 3. Fotomicrografia das amostras de nefelinito olivina rich. Todos os fenocristais presentes nas imagens são olivinas. Figura A a nicóis cruzados, B e C a nicóis paralelos.

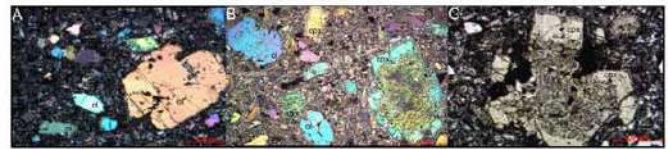


Figura 4. Feições ígneas importantes: A e B mostram olivinas com feições de reabsorção, textura sieved e poiquilitica (à nicóis cruzados); B e C apresentam clinopiroxênios nucleados, com núcleos apresentando textura sieved e borda de reação para minerais opacos, sendo C um glomeropírofo de clinopiroxênios (C à nicóis paralelos).

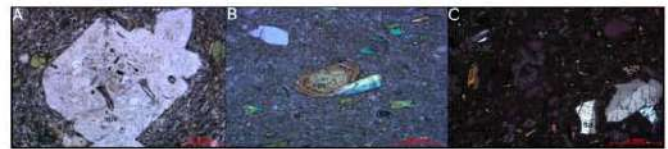


Figura 5. Fotomicrografia das amostras de fonolito mostrando A: fenocristais de noseana com inclusão de apatita e borda de reação (nicóis paralelos); B: clinopiroxênio nucleado e zonado, o núcleo contém textura sieved e inclusão de opacos (à nicóis cruzados); C: sanidina e noseanas com comportamento pseudoisotrópico (à nicóis cruzados).

### QUÍMICA MINERAL

Os dados de química mineral mostram que as bordas dos clinopiroxênios são mais primitivas (#Mg 57,46 – 84,12) que os núcleos (44,71 a 67,97). A análise geotermobarométrica pela composição destes minerais indicam condições P e T de 8,7 – 21,2 kbar e 1223,5 – 1281,1 °C para as bordas e 11,5 – 25,3 kbar e 1062,0 – 1327,1 °C para os núcleos verdes dos clinopiroxênios da Unidade Bandeira.



Figura 7. A – Tabela de composição média resumida da borda, núcleo e matriz de clinopiroxênios da Unidade Bandeira e composição média geral de clinopiroxênios da Unidade Pico das Gaivotas. B – Diagrama Al x Ti com plots de núcleo, manto, borda e matriz de clinopiroxênios das duas unidades, evidenciando um enriquecimento destes elementos nas bordas dos cristais.

### CONCLUSÕES

A composição química dos clinopiroxênios de ambas as Unidades são semelhantes, sugerindo a mesma origem para os cristais. Com base nos dados geotermobarométricos é possível afirmar que tais minerais se cristalizaram a cerca de 30 km de profundidade. Santos et al. (2014) sugere ascensão do magma em múltiplos estágios e que a evolução das rochas das duas unidades principais do Arquipélago ocorreu em câmaras magmáticas distintas em níveis crustais, em função da diferença composicional dos litótipos.

As diferenças composicionais, faciológicas e de idade dos derrames sugerem a ocorrência de múltiplos eventos eruptivos, além de evidenciar uma diferenciação por densidade, responsável por formar a variedade olivina rich. A composição das bordas com maior #Mg de clinopiroxênios evidenciam o input de um líquido mais primitivo, rico em Ti e Al que provoca, ainda, a reabsorção de fases sólidas evidenciada pelas feições de reabsorção das olivinas e pela textura sieved dos núcleos verdes.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boynett W.V. (1965). Chemochemistry of the rare earth elements: Meteorite studies (Chap-ter 3). In: Rare Earth Element Geochemistry (P. Haxelsson, ed.). First Edition. (Developments in Geochemistry 2). Elsevier (Ed), Amsterdam, p. 115-152.
- Cox, K.G., Bell, J.D., Parkhurst, R.J. (1979). The Interpretation of Igneous Rocks. George Allen & Unwin, London, p. 450.
- Marimoto, N. (1988). Nomenclature of Pyroxenes. Mineralogy and Petrology, Volume 39, Number 1, Page 55.
- McDonough, W.F. & Sun, S.-B. (1998). Composition of the Earth. Chemical Geology, v. 120, p. 223-253.
- Neave & Putirka, K. D. (2017). A New Clinopyroxene-Liquid Barometer, and Implications for Magma Storage Pressures under Icelandic Rift Zones. American Mineralogist 102(4):777-794.
- Santos, Anderson Costa das. (2016). Petrology of Martin Vaz Island and Vitória-Trindade Ridge seamounts: Montague, Jaseur, Davis, Dogaresca and Columbia. Trace elements, 40Ar/39Ar dating and Sr and Nd isotope analysis related to the Trindade Plume evidences. 218 f. 2016. Thesis (PhD in Geology) – Faculdade de Geologia, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Santos, Anderson Costa das. (2013). Petrography, Lithochemistry and 40Ar/39Ar dating of the seamounts and Martin Vaz Islands - Vitória-Trindade Ridge. 115 f. 2013. Dissertation (M.Sc. Geology) - Faculty of Geology, University of Rio de Janeiro State, Rio de Janeiro, 2013.
- Santos, A. C. et al. (2015). Geology of Martin Vaz. South Atlantic. Journal of Maps, v. 11(2), p. 314-322.
- Santos, A. C. et al. (2019). In press. Shallow Mantle Plume Evidences for de Trindade - Martin Vaz Archipelago: insights in the Pleistocene Evolution of the Trindade Mantle Plume (South Atlantic Ocean).



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CALCIUM CARBONATE DISSOLUTION PROXIES AND PLANKTONIC FORAMINIFERAL PRESERVATION IN A DEEP SEA RECORD (IODP HOLE U1431D)

GEROTTO, A.<sup>1</sup>; FIGUEIRA, R.C.L.<sup>1</sup>; FERREIRA, P.A.L.<sup>1</sup>; HERNÁNDEZ-ALMEIDA, I.<sup>2</sup>; NAGAI, R.H.<sup>3</sup>

Universidade de São Paulo<sup>1</sup> (Amanda Gerotto, [gerottoamanda@gmail.com](mailto:gerottoamanda@gmail.com)); University of Bremen<sup>2</sup>; Universidade Federal do Paraná<sup>3</sup>

The CaCO<sub>3</sub> content of the marine sediments presents a vertical gradient of dissolution that increases according to depth in response to seawater carbonate saturation. Planktonic foraminifera (PF) are one of the major contributors to the calcite flux, about 32–80% of the total deep-marine calcite budget. Below the lysocline, the PF can be divided in poorly preserved or residual. Meanwhile the CCD effects can result in complete absent or a gradual CaCO<sub>3</sub> reduction. Thus, the PF fauna constitutes a proxy for dissolution changes in response to paleoceanographic evolution considering variations in lysocline and or CCD limits, paleoproductivity conditions, or sea-level fluctuations, for example. Here we examined changes in carbonate preservation and dissolution effects in a deep-sea record (Hole U1431D, 15°22'N, 117°00'E, 4240 m water depth) retrieved from eastern South China Sea (SCS) sub-basin during International Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 349. To evaluate these changes, we applied a multi-proxy approach using PF total abundance, the fragmentation (FI%) and the foraminiferal dissolution (FDX) indexes. The chronology was estimated in 16 samples distributed along Hole U1431D by the excess <sup>230</sup>Th method. The analysis was carried out in a high-resolution gamma spectrometer (EG&G ORTEC, model 25190P) at the Laboratory of Inorganic Marine Chemistry (LaQIMar) of the Oceanographic Institute (IOUSP). For PF analysis, samples (N=99) were dry sieved (150 µm mesh) and at least 300 specimens per sample were picked and identified under a stereo-microscope. Tests were identified and quantified to estimate total abundance (tests/g of dry sediment). To calculate the FI% we considered that one complete foraminiferal specimen may break into 8 fragments, in this way,  $FI\% = 100 \times (\text{number of fragments}/8) / [(\text{number of fragments}/8) + \text{number of complete species}]$ . To the FDX, the percentage of PF species ( $\rho_i$ ) were assigned to dissolution resistance groups ( $R_i$ ) where,  $FDX = \sum(\rho_i R_i) / \sum \rho_i$ . The results showed that in the last 600 kyr, the Hole U1431D was under the effect of carbonate dissolution associated to the deep-water conditions below the lysocline and CCD. Nonetheless, during MIS 7 and MIS 8, there is a significant increase in the PF abundance. As changes in carbonate preservation were not reflected by the FI% and FDX indexes we concluded there were no shifts in lysocline and/or CCD positions at this site during the last 600 kyr. Increased PF abundance were then associated to the effects of enhanced primary productivity promoted by the dynamics of the East Asian Monsoon and specific hydrodynamic response to Late Quaternary glacial and interglacial cycles at East SCS sub-basin deep-waters.

Palavras-chave: South China Sea. Fragmentation index. Foraminiferal dissolution index. Primary productivity.

#### INTRODUCTION

The CaCO<sub>3</sub> content of the marine sediments presents a vertical gradient of dissolution that increases according to depth in response to seawater carbonate saturation. Planktonic foraminifera (PF) are one of the major contributors to the calcite flux, about 32-80% of the total deep-marine calcite budget. The seasonality of the PF shell flux is strongly related to primary productivity (PP) cycles. Nevertheless, for deep-waters the role of PP has been discussed as a secondary factor controlling CaCO<sub>3</sub> flux when compared to dissolution effects, in response to the vertical profile of seawater carbonate saturation. To evaluate these changes, we applied a multiproxy approach using PF total abundance, the fragmentation (FI%) and the foraminiferal dissolution (FDX) indexes in Hole U1431D (15°22'N, 117°00'E, 4240 m water depth) retrieved from eastern South China Sea (SCS) sub-basin during International Ocean Discovery Program (IODP) Expedition 349 (Figure 1).

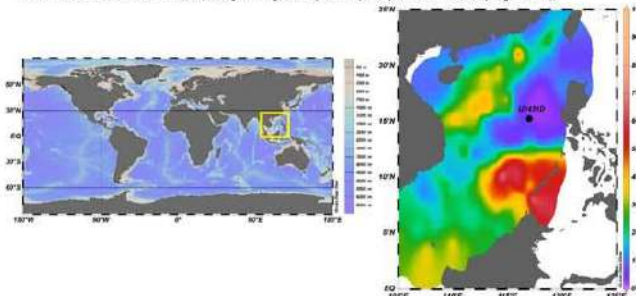


Figure 1. Map of the study area and location of the Hole U1431D showing the calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>) distribution in surface sediments (Modified from Zhang et al., 2015; Schlitzer, 2019).

#### MATERIALS AND METHODS

The chronology was estimated in 16 samples distributed along Hole U1431D by the excess <sup>230</sup>Th method. The analysis was carried out in a high-resolution gamma spectrometer (EG&G ORTEC, model 25190P) following all analytical procedures described by Ferreira et al. (2015) at the LaQIMar (IO-USP) and compared to bio and magnetostratigraphic data reported by Li et al. (2015).

For PF analysis, samples (N=99) were dry sieved (150 µm mesh) and at least 300 specimens per sample were picked and identified under a stereo-microscope. Tests were identified and quantified to estimate total abundance (tests/g of dry sediment). To calculate the FI% we considered that one complete foraminiferal specimen may break into 8 fragments, in this way, FI% = 100 x (number of fragments/8) / [(number of fragments/8) + number of complete species]. To the FDX, the percentage of PF species (ρ<sub>i</sub>) were assigned to dissolution resistance groups (R<sub>i</sub>) (Table 1; Figure 2) where, FDX = Σ(ρ<sub>i</sub>R<sub>i</sub>)/Σρ<sub>i</sub>.

Table 1. Planktonic foraminiferal species found in Hole U1431D and assigned to the group number of dissolution resistance – ranked from least to the most resistant group (Berger, 1975).

Low resistance	Group number	High resistance	Group number
<i>Globigerina rubescens</i>	2	<i>Gibborotalia crassaformis</i>	5
<i>Globigerinella bulloides</i>	2	<i>Gibborotalia solida</i>	5
<i>Globigobinoides ruber white</i>	2	<i>Gibborotalia hirsuta</i>	6
<i>Globobulimina terebintha</i>	2	<i>Gibborotalia inflata</i>	7
<i>Candaceia nitida</i>	3	<i>Gibborotalia truncatulinoides</i>	7
<i>Globigerina faicouensis</i>	3	<i>Neogloboquadrina dutertrei</i>	7
<i>Globigerinella ephorifera</i>	3	<i>Neogloboquadrina incompta</i>	7
<i>Globigobinoides conglobatus</i>	3	<i>Neogloboquadrina spp</i>	7
<i>Globigobinoides saucillifer</i>	3	<i>Tenuitella iota</i>	7
<i>Orbulina universa</i>	3	<i>Gibborotalia menardi</i>	8
<i>Globigerinita glutinata</i>	4	<i>Gibborotalia tumida</i>	9
<i>Globigerinella calida</i>	4	<i>Neogloboquadrina pachyderma</i>	9
		<i>Pulleniatina obliquiloculata</i>	9
		<i>Sphaeroidinella debilis</i>	9
		<i>Turborotalita quinqueloba</i>	9

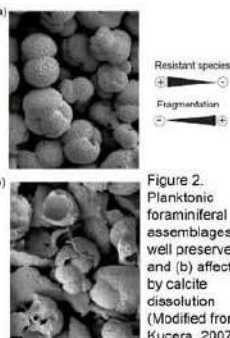


Figure 2. Planktonic foraminiferal assemblages (a) well preserved and (b) affected by calcite dissolution (Modified from Kucera, 2007).

#### RESULTS AND DISCUSSION

Low general PF fauna and high values of FDX found in Hole U1431D indicated that our record has been under strong dissolution effects during the last 600 kyr, characterized by the presence of a PF residual fauna or total absence, except for MIS 7 and MIS 8 (Figure 3-a). However, the FI% and FDX variations during MIS 8-7 (Figure 3-b,c) does not present large differences compared to the other recorded stages, suggesting that dissolution effects may be a secondary factor controlling planktonic foraminifera abundance for these specific stages and/or during the last 600 kyr. This could explain some periods of low PF abundance associated with the low occurrence of fragments, especially during MIS 14, MIS 12, MIS 6 and MIS 4-2, during which low fragmentation rates do not necessarily reflect good preservation conditions.

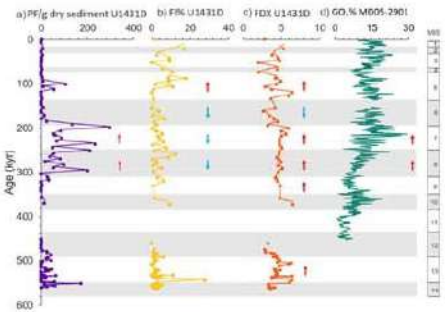


Figure 3. Hole U1431D a) planktonic foraminifer (PF) abundance; b) fragmentation index (FI%); c) foraminiferal dissolution index (FDX) and d) a paleoproductivity record (MD05-2901) based on *Gephyrocapsa oceanica*% from Western SCS (MD05-2901; Li et al., 2015). During the period between 370 kyr and 460 kyr there is no sedimentary recovery from Hole U1431D.

We suggest that during MIS 7 and MIS 8, the specific hydrographic conditions of the SCS, potentially associated with the increase in PP, have a great influence on the carbonate content of Hole U1431D. When compared to a northern paleoproductivity record (Figure 3-d, Li et al., 2015) our PF total abundance is in accordance to slightly enhanced productivity during MIS 7 and MIS 8, related to the influence of the strengthening of the EAM (Li et al., 2015). Then, we suggest that the eastern sub-basin would be under the effects of these same conditions, being occupied by nutrient rich waters which reflecting an increase in PP in the region.

#### CONCLUSIONS

The results showed that in the last 600 kyr, the Hole U1431D was under the effect of carbonate dissolution associated to the deep-water conditions below the lysocline and CCD. Nonetheless, during MIS 7 and MIS 8, there is a significant increase in the PF abundance. As changes in carbonate preservation were not reflected by the FI% and FDX indexes we concluded there were no shifts in lysocline and/or CCD positions at this site during the last 600 kyr. Increased PF abundance were then associated to the effects of enhanced primary productivity promoted by the dynamics of the East Asian Monsoon and specific hydrodynamic response to Late Quaternary glacial and interglacial cycles at East SCS sub-basin deep-waters.

#### REFERENCES

Berger, W. H., 1975. Deep-sea carbonates: Dissolution profiles from foraminiferal preservation, in *Dissolution of Deep-Sea Carbonates*, edited by Be, A.W.H., Berger, W.H. Special Publication Cushman Found. Foraminiferal Research 13, 82-86.

Ferreira, P.A.L., Costa, K.B., Toledo, F.A.L., Figueira, R.C.L., 2015. Sedimentation rates and age modeling of Late Quaternary marine sediments with unsupported <sup>230</sup>Th. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 304, 829-836.

Kucera, M., 2007. Chapter Six Planktonic Foraminifera as Tracers of Past Oceanic Environments. 1, 213-262.

Li, C.-F., Lin, J., Kuhaneck, D.K., Williams, T., Bao, R., Briais, A., ... Zhao, X., 2015. Site U1431. In Li, C.-F., Lin, J., Kuhaneck, D.K., Expedition 349 Scientists. *Proceedings of the International Ocean Discovery Program*, 349: South China Sea Tectonics. College Station, TX (International Ocean Discovery Program).

Li, L., Li, Q., He, J., Wang, H., Ruan, Y., Li, J., 2015. Biomarker-derived phytoplankton community for summer monsoon reconstruction in the western South China Sea over the past 450ka. *Deep Sea Research Part II* 122, 118-130.

Schiebel, R., 2002. Planktic foraminiferal sedimentation and the marine calcite budget. *Global Biogeochemical Cycles*, 16, 13-21.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This research used samples and data provided by the International Ocean Discovery Program (IODP). Funding was provided by IODP/CAPES-Brasil ( Edital 38/2014), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP: Proc. n° 2015/11832-2) and Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Finance Code 001.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF THE MEDITERRANEAN OUTFLOW REGION (NORTHEASTERN ATLANTIC) (IODP SITE U1391) BASED ON OSTRACODA

BRANDÃO, S. N.<sup>1,2</sup>; BAUMANN, E.<sup>1</sup>; VITAL, H.<sup>1</sup>; ALVAREZ ZARIKIAN, C. A.<sup>3</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1</sup> (Simone Nunes Brandão, [brandao.sn.100@gmail.com](mailto:brandao.sn.100@gmail.com)); Universidade Federal Rural do Semi-Árido<sup>2</sup>; International Ocean Discovery Program, Texas A&M University<sup>3</sup>, USA.

The present study reports on deep-sea ostracods from the Pleistocene and Holocene of the Alentejo Margin (off Portugal), Northeastern Atlantic. A total of 146 samples from Site U1391 (Holes A and B) of the IODP Expedition 339 were studied (0 - ~ 200 m below sea floor). The Alentejo Margin was characterized by relatively high sedimentation rates in the part of the Pliocene, and during the Pleistocene and Holocene. In total, the ostracod assemblages are dominated by *Krithe*, *Cytheropteron*, *Cytherella*, *Argilloecia*, *Henryhowella* and *Echinocythereis*. Additionally, the abundance of certain ostracods and the diversity of the assemblages in the Pleistocene and Holocene support previous assumptions on the prevalence of certain genera in the glacials (*Cytheropteron* and *Cytherella*), deglacial periods (*Argilloecia*) and interglacials (*Henryhowella* and *Echinocythereis*). Additionally, the high abundance of certain ostracods indicates a stronger or weaker influence of the Mediterranean Outflow Water (MOW) and North Atlantic Deep Water (NADW). The fauna of Site U1391 show components typical of the Northeastern Atlantic but also from the Mediterranean. This last ostracod taxa show the influence of the MOW ~ 0.38 Ma (MIS11), which was also previously recognized with Foraminifera. The MOW intensification could have had a significant impact on the climate, as the MOW coincides with the MIS12 (one of the coldest and driest glacial periods of the Quaternary) and MIS11 (as one of the warmest interglacial periods of the Quaternary). This study was partially funded by a grant of DAAD-RISE to EB and CAPES (Project "Geohazards e Tectônica"; Process 486451/2012-7, IODP/CAPES - Brazil) to HV. SNB was a fellowship PNPd (PPGSE-UFRN) holder of CAPES in part of this project.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTION OF THE MEDITERRANEAN OUTFLOW REGION (NE ATLANTIC (IODP SITE U1391) BASED ON OSTRACODA

BRANDÃO, S. N.<sup>1,2,3</sup>; BAUMANN, E.<sup>2</sup>; VITAL, H.<sup>2,4</sup>; ALVAREZ ZARIKIAN, C. A.<sup>5</sup>



<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro de Ciências Biológicas.  
<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte; <sup>3</sup>Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental; <sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica; <sup>5</sup>Departamento de Geologia; <sup>6</sup>International Ocean Discovery Program, Texas A&M University, USA

#### INTRODUCTION

Ostracods are small, bivalved crustaceans that left one of the most abundant and diverse fossil records among all animals. They occur in virtually all aquatic environments of the world since the Ordovician, and represent therefore important proxies for the reconstruction of palaeocirculation, palaeoenvironment and palaeoclimate. The present study reports on deep-sea ostracods from the Pleistocene and Holocene of the Alentejo Margin (off Portugal), Northeastern Atlantic. A total of 146 samples from the IODP Site U1391 were studied (0 - ~ 200 m below sea floor, 0 to 0.76 Ma). This Site was drilled on the the West Iberian margin (Holes A and B, 37°21'53.22"N, 9°24'6.558"W, present day water depth 1085 m, see Fig. 1) during the IODP Expedition 339, which aimed at investigating the environmental significance of the Mediterranean Outflow Water (MOW) and its global influence on the climate, and on the North Atlantic circulation during the Pliocene and Quaternary. The study area is a non-volcanic rifted margin and lies along the tectonic boundary between Europe and Africa. The Alentejo Margin was characterised by relatively high sedimentation rates in the part of the Pliocene, and during the Pleistocene and Holocene.

The first objective of the present study is to train graduate and undergraduate students and also postdocs in the methodologies and analyses of palaeoenvironmental reconstruction based on microfossils of IODP cores. In this way, our research group will have human resources to work effectively on the marine sediment cores planned to be collected off Brazil in the near future by the IODP, and also for the cores to be collected during the site survey. The second objective of our project is scientific, and aims to reconstruct the oceanic circulation and climate of the Pliocene and Quaternary of the deep NE Atlantic through the investigation of ostracodes from the IODP Site U1391.

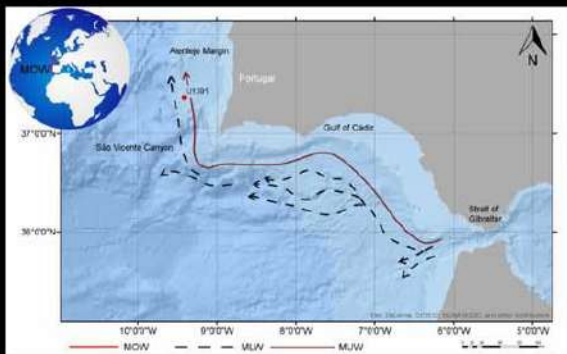


Figure 1. Location of the IODP Site U1391 off Portugal, Northeastern Atlantic, showing the deep-water currents and bathymetry. MOW, Mediterranean Outflow Water, MUW, Mediterranean Upper Outflow, MLW, Mediterranean Lower Outflow.

#### MATERIAL AND METHODS

One-hundred-and-fourty-six samples (2 cm thick slices) were taken using two 10 cm<sup>3</sup> plastic scoops. The samples were processed in the following way: (1) dried at 40°C, (2) weighed, (3) washed through a 63 and 125 µm-mesh sieves, (4) dried at 40°C, (5) weighed. Depending on the abundance of the ostracods, the samples were split from 2 to 5 times with a microsplitter in a way that at least 100 valves were picked and organised in micropalaeontological slides according to species, and by left and right valves.

The first step of the taxonomic identification began with the characterisation in a Scanning Electron Microscope (SEM) of every species present in the U1391 samples. Because of the importance of the pcre canals in the taxonomy of the genus *Krithe* Brady, Crosskey & Robertson, 1874, valves of this genus were also studied under light microscopy in the Departamento de Botânica e Zoológica (UFRN). The morphologies of the species studied herein were then compared to published descriptions and illustrations. In most cases, the ostracods were identified to species level, in a few cases (poor preservation or species new to science) the specimens were identified to genus level. Subsequently, the occurrence and abundance of the different species and genera in every sample was documented under the binocular and the numbers were transferred to a digital table. Because the sample sizes vary in weight, the ostracod abundances were standardised to 30g of dry bulk sample.

#### RESULTS

The 146 samples of the IODP Site U1391 provided 13,740 specimens identified in 116 species. The abundance varies from 1 to 196 specimens/30g. The most abundant genera are *Krithe* (~42 % of specimens, 12 species), *Cythereopteron* (~18 %, 17 species), *Cythereella* (~13 %, 7 species), *Argilloecia* (~8 %, 4 species), *Echinocythereis* (~2 %, 2 species) and *Henryhowella* (~2 %, 2 species) (Figures 2-3). The highest abundances of ostracods were observed in the Late Pleistocene (~0.405, 0.28, 0.107, 0.03, and 0.01 Ma) (Figure 4, left), while a slight increase is noticeable from ~0.405 Ma to the present. The lowest diversities occurred ~0.375 Ma (99.08 mod, 100.45 mod) and ~0.7275 Ma (192.89 mod), and the highest diversities were found ~0.4 Ma (~107 mod) and 0.0075 Ma (6.81 mod) (Figure 4, right). *Krithe*, *Henryhowella* (99.08 %) and *Echinocythereis* show high relative abundances ~0.375 Ma ago in the Late Pleistocene (Figure 3). *Krithe* shows peaks of abundance during the entire period studied, while the abundances of *Cythereella*, *Argilloecia* and *Henryhowella* peak from 0.3775 to 0.76 Ma (Figure 3).

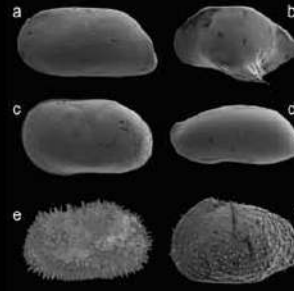


Figure 2. Most abundant ostracod genera in the last 0.76 Ma of the IODP Site U1391 (Expedition 339), NE Atlantic.

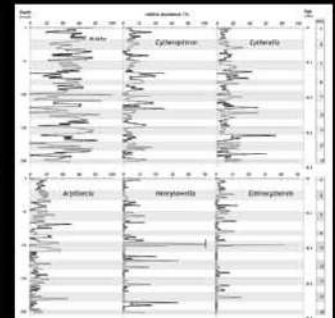


Figure 3. Stratigraphical distribution of the six most abundant ostracod genera in the IODP Site U1391. Grey areas, interglacial; white areas, glacial periods.

#### CONCLUSIONS

The deglaciation possibly caused enhanced flows of NADW, and in the present study, the abundances of *Argilloecia* and *Pseudosquatinella* peak in the deglaciation periods, being then indicators of the cold and oxygenated water masses (Alvarez Zarikian, 2016). [see Fig. 3]. Our findings agree with Cronin et al. (1999), who also found *Argilloecia* as typical of deglacial periods. However, in the subpolar North Atlantic, *Argilloecia* was not typical of deglacial periods (Didié et al., 2002). This difference in ecological preferences may be caused by the different water masses in the different geographical regions of the North Atlantic, i.e. subpolar region, Mid-Atlantic Ridge (Cronin et al. 1999) and Bering Sea (Alvarez Zarikian, 2016) and/or differences in water depth (i.e. U1386 with 663 mbsl, U1389 with 644 mbsl, U1390 with 992 mbsl (Sánchez Goñi et al. 2016), 3427 mbsl (Cronin et al. 1999) and 3171 mbsl (Alvarez Zarikian, 2016). Another possibility is that the species of *Argilloecia* in these three regions differ, and that these distinct species have different ecological preferences. Finally, the results of Site U1391 are similar to the results of Cronin et al. (1999) and show preferences for deglacial conditions in the abundance of *Argilloecia*. This genus is more abundant 0.2 Ma to 0.43 Ma, which may indicate a stronger influence of the NADW. The occurrence of subarctic taxa, such as *Pedicythere*, in U1391 may be explained by the stronger influence of the NADW.

*Henryhowella* and *Echinocythereis* are typical representatives of interglacial periods and indicate a higher food supply and oxygenated bottom water (Didié et al. 2002). The food supply is dependent on the surface water productivity, which increases in interglacial periods in the North Atlantic (Didié et al. 2002) and thus also the food supply increases in this period. *Henryhowella* and *Echinocythereis* occur more frequently in interglacial periods and are particularly strongly represented in the MIS 11 (Figure 3). Particularly noteworthy are the low frequencies of *Henryhowella* and the partial absence of *Echinocythereis* in the glacial periods, such as MIS 12 and 18, which indicates a lower tolerance of this taxon, explaining why *Echinocythereis* is rare or absent in the subpolar North Atlantic (Didié et al., 2002).

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was partially funded by a grant of DMAAD-RISE to EB and CAPES (Projeto Gochazards e Tectónica; Processo 486451/2012-7, IODP/CAPES - Brasil) to HV. SNB was a fellowship PNPd (PGSGE-UFRN) holder of CAPES in part of this project.

#### REFERENCES

Alvarez Zarikian, Carlos A. (2016). Pleistocene Deep Sea ostracods from the Bering Sea (IODP expedition 323). In *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 125-126, pp. 96-106. DOI: 10.1016/j.dsr2.2014.05.010.  
 Cronin, M., Thomas, Dawn M., Demerutis, Gary S., Dwyer, Julio Rodríguez-Lazaro (1999). Deep-sea ostracode species diversity response to late Quaternary climate change. In *Marine Micropaleontology* (37), pp. 231-249.  
 Didié, Claudie; Bauch, Henning A.; P. Helmke, Jan (2002). Late Quaternary deep-sea ostracodes in the polar and subpolar North Atlantic: Palaeoecological and palaeoenvironmental implications. In *Paleoceanography, Paleooclimatology, Paleoecology* 184 (1-2), pp. 195-212. DOI: 10.1016/S0031-0182(02)00259-6.  
 Sánchez Goñi, M. F.; Uliava, E.; Olaveira, D.; Naughton, F.; Desprat, S.; Ducassou, E. et al. (2016). Climate changes in south western Iberia and Mediterranean Outflow variations during two contrasting cycles of the last 1Myrs. MIS 31-MIS 30 and MIS 12-MIS 11. In *Global and Planetary Change* 136, pp. 18-29. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2015.11.008.







## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### DEEPENING OF A CARBONATE PLATFORM IN THE MALDIVES INNER SEA (IODP SITE U1470) DURING THE LATE PLEISTOCENE EVIDENCED BY MICROFOSSILS (OSTRACODA)

BRANDÃO, S. N.<sup>1,2\*</sup>; STIMPFLE, J.<sup>1\*</sup>; VITAL, H.<sup>1</sup>; ALVAREZ ZARIKIAN, C. A.<sup>3</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1</sup> (Simone Nunes Brandão, [brandao.sn.100@gmail.com](mailto:brandao.sn.100@gmail.com)); Universidade Federal do Semi-Árido<sup>2</sup>; International Ocean Discovery Program, Texas A&M University<sup>3</sup>, USA.

The ostracod assemblages of the IODP Site U1470 (Hole U1470A, 4°45.9823'N, 72°59.0267'E, 399.7 m present day water depth) were investigated in order to provide information on the paleoenvironment of the last 450 ka in the continental margin of the Maldives, Indian Ocean. Most of the 121 species present in the 50 sediment samples investigated are typical of shallow marine, reef environments, providing evidence for the deepening of the Maldives carbonate platform now at 400 m deep. Bairdiidae (represented by the genera: *Aponesidea*, *Bairdoppilata*, *Cardobairdia*, *Neonesidea*, *Paranesidea*, *Pterobairdia*, *Triebelina*) is the most abundant family with 43.40% of all studied ostracods. The deep-sea genus *Bradleya* becomes abundant and outnumbers the shallow water genus *Neonesidea* at 114 ka, suggesting that the area deepened in the late Pleistocene. Compared to other carbonate platforms of the Maldives, that started sinking in the Miocene, the one under investigation is young. Lithostratigraphy (bioclasts and unlithified, medium to coarse grained graystone), the low whole carapace/valve ratio and broken valves indicate a medium to high energy environment which controls the deposition. A peak in ostracod abundance (881 specimens) at 380 ka might have been caused by upwelling induced by an intensified monsoon. The lowest ostracod abundances between 62 and 55 ka is in accordance with a change in lithology to more coarse sediment, thus stronger currents during this time. This study was partially funded by a grant of CNPq (Processo 442550-2014-6) to SNB and CAPES (Projeto Geohazards e Tectônica; Processo 486451/2012-7, IODP/CAPES - Brasil) to HV. SNB was a fellowship PNPd (PPGSE-UFRN) holder of CAPES in the early stage of this project.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### DEEPENING OF A CARBONATE PLATFORM IN THE MALDIVES INNER SEA (IODP SITE U1470) DURING THE LATE PLEISTOCENE EVIDENCED BY MICROFOSSILS (OSTRACODA)

BRANDÃO, S. N.<sup>1,2,3</sup>; STIMPFLE, J.<sup>2</sup>; VITAL, H.<sup>2,4</sup>; ALVAREZ ZARIKIAN, C. A.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Centro de Ciências Biológicas. <sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte; <sup>3</sup>Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental; <sup>4</sup>Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica; <sup>5</sup>Departamento de Geologia; <sup>6</sup>International Ocean Discovery Program, Texas A&M University, USA



#### INTRODUCTION

Ostracoda are bivalved crustaceans with an average body length from 0.15mm to 2mm. Their calcified shells fossilize easily and display many features for taxonomic identification. All kinds of aquatic environments are inhabited by Ostracoda. Because of their extensive fossil record, benthic ostracods are useful proxies for the study of climate and environmental changes from the last 400 million years. Important open questions on modern climate changes can be answered by this kind of paleoclimatic studies. Sediment that accumulates on the bottom of the oceans, stores information about Earth's geological and climatic history, serving as a valuable proxy for paleoenvironmental reconstructions (Bradley, 2010, 2011).

The present study reports on deep-sea ostracods from the Pleistocene of the Maldives Inner Sea, Indian Ocean (IODP Site U1470) (Figure 1). A double row of 22 atolls in the Indian Ocean, stretching from 6°57'N to 0°34'S forms the Republic of the Maldives (Gischler et al., 2008; Kench and Brander, 2006). The archipelago comprises around 1200 islands, covering an area of 100,000km<sup>2</sup>. With a maximum elevation of 5m this is the lowest country on Earth (Gischler et al., 2008). The Maldives Inner Sea, is the basin enclosed by these atolls, growing on a 900 km long (north-south) and 125 km wide (east-west) submarine ridge, reaching depths from 300m in the south to 700m in the north. The slopes at the edge of this platform are steep, reaching abyssal depths fast. The basement on which the Maldives has grown is of volcanic origin and 55 to 57 million years old (Lüdmann et al., 2013).

Seismic and stratigraphic data of previous expeditions (ODP Site 716) show that changes in sea level and currents shaped the geometry of the carbonate edifice of the Maldives. The shift from a sea-level dependent development to a current controlled one is linked to the evolution of the monsoon in the Indian Ocean. During the Miocene, sedimentation was controlled by sea-level oscillation, followed by partly bank growth and partly bank drowning. The drowning coincides with the onset and intensification of monsoon related currents and the deposition of giant sediment drifts. The geometric shapes of drowned banks bear evidence for strong currents and drift sediment filled the inner sea of the Maldives. Subsidence, caused by sediment that is skimmed away is evened out by aggradation (Betzler et al., 2016, 2014).

The second transect drilled of the Maldives lies south of the Kadiva Channel, located between the Godhoo atoll and the Maalhosmadulu atoll in a southwest-northeast direction. It connects the Inner Sea of the Maldives to the open Indian Ocean. The IODP Site U1470 (4°45.9623'N, 72°59.0267'E, 399.7 m water depth, Figure 1) is the westernmost of three Sites in this transect (Betzler et al., 2017, 2016). Seismic data from this region shows a drowned carbonate platform that is younger than those in the northern transect (i.e. drowning at a later stage). Overlying this platform, drift deposits accumulated. A reef complex formed above the base of this drift sediment sequence, and it defines the turnover from the platform to the drift sequence (Betzler et al., 2016). The Maldives Inner Sea sediment consists of periplatform carbonate oozes that derived from adjacent atolls or is of pelagic origin (Betzler et al., 2017). The main objective at this site was to recover the drift to platform succession to reconstruct the timing of the carbonate-bank-drowning through a correlation of newly collected sedimentary records with the seismic data. Another objective of Site U1470 was to reconstruct the neritic zone, where detrital carbonates were produced (carbonate factory) on a bank in a current controlled depositional system (Betzler et al., 2016; Schlager, 2000). A total of 139.8m (24 cores) were drilled at hole U1470A (Betzler et al., 2017).



Figure 1. Location of the IODP Site U1470 (Expedition 359) on the continental margin of the Maldives, Maldives Inner Sea, Indian Ocean.

#### MATERIAL AND METHODS

Fifty samples (467ka to present) were processed in the following way: (1) dried at 40°C, (2) weighed, (3) washed through a 63 and 125 µm-mesh sieves, (4) dried at 40°C, (5) weighted. Depending on the abundance of the ostracods, the samples were split in two with a microsplitter, in a way that at least 100 valves were picked and organised in micropalaeontological slides according to species, and by left and right valves.

The first step of the taxonomic identification began with the characterisation in a Scanning Electron Microscope (SEM) of every species present in the U1470 samples. The morphologies of the species studied herein were then compared to published descriptions and illustrations. Some ostracods were identified to species level, in other cases, the species were new to science, and were then left in open nomenclature. Subsequently, the occurrence and abundance of the different species and genera in every sample was documented under the binocular and the numbers were transferred to a digital table. Because the sample sizes vary in weight, the ostracod abundances were standardised to 30g of dry bulk sample.



Figure 2. Sand dry weight (left) and ostracod abundance (right) in the last 450ka in the IODP Site U1470.

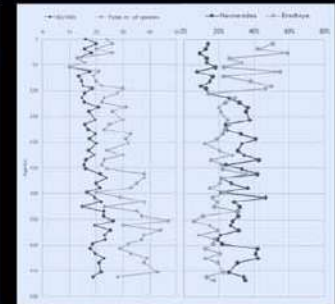


Figure 3. Species diversity (rarefaction, 100 specimens) and richness (left) and abundance of *Neonesidea* and *Baidopplata* (right) in the IODP Site U1470.

#### RESULTS

Altogether, +6,000 ostracods from 121 species, 43 genera and 18 families were sorted. In total, 13% (823) were damaged valves (but >50% of the valve intact) and were counted and identified. The total abundance of ostracods varies from 37 specimens/30g (62ka) to a peak of 881 specimens/30g (390ka). Interestingly, the abundance is not related to the sand dry weight (Fig. 2). Juveniles and whole carapaces were recorded throughout the whole core. With 43.40% of all specimens, Baidopplata is the most abundant family, a family typically abundant in reef environments. The most abundant genera are *Neonesidea* with 44% and *Bradleya* with 23% of all specimens. Other abundant genera are: *Paranesidea*, *Baidopplata* (7%), *Lankacythere* (6%), *Loxocoelha*, *Xestoleberis* (3%), *Bosasetta*, *Cytheropecten* (2%), *Dmatoleberis*, *Heohombrookella*, *Macrocyprina*, *Touroconcha*, *Argilloberis* (1%).

Considering *Neonesidea* and *Bradleya*, it is noticeable that specimens of the first outnumber specimens of the latter from 467ka (bottom of the core) to 123ka (Figure 3). From 114ka to the Recent, *Bradleya* is the more abundant genus, whereas the abundance of *Neonesidea* drops drastically, and the difference in the abundances of the two genera increases. *Paranesidea*, *Baidopplata* and *Lankacythere* show abundance peaks (14%, 11% and 12% respectively) between 167ka and 202ka. Otherwise, the abundances of these three genera vary widely through time.

#### CONCLUSIONS

The structure of the present assemblage partly displays features of an autochthonous community and can therefore be used for paleoenvironmental reconstructions. A great number of species however, (61 of 121) occur sporadically and in low numbers throughout the core, making up 16% of the assemblage. These can be autochthonous specimens but can also simply be rare species, since rare species are very common in living assemblages (Ellingsen et al., 2007). The diversity index shows that in a rarefied theoretical sample of 100 specimens, variations in species richness are minor, characterizing the Maldives Inner Sea as an overall stable environment for the last 467ka (Anadón et al., 2002). This is also supported by a uniform lithostratigraphy that consists, apart from small deviations, of bioclasts and unlitified, medium to coarse grained graystone and packstone.

The present-day water depth of the study area is 400m but the assemblage found there is the one of a shallow marine reefal environment. Baidopplata are known cosmopolitans that dominate coral reefs (Babinot and Degaugue-Michalski, 1996; Howe and McKenzie, 1989; Maddocks, 2013; Maddocks and Wouters, 1990). *Aponesidea*, *Baidopplata*, *Cardobaidia*, *Neonesidea*, *Paranesidea*, *Pleurobaidia* and *Triebeolina* have been recorded abundantly in depth ranges from 0.1 to 40m and temperatures between 23 and 30.5°C in the Indian Ocean and the Indo-Pacific by Howe and McKenzie, 1989; Hussain et al., 2004; Jellinek, 1993; Keyser and Ebböning, 2000; Maddocks, 2015, 1996; McKenzie and Peypouquet, 1984; Titterton and Whalley, 1988; Whalley and Zhao, 1987. The representative of the second most abundant family, *Bradleya* (Thaerocytheridae) though very diverse, is generally associated with deep-sea environments (Jellinek, 1993; Jellinek and Swanson, 2003; McKenzie and Peypouquet, 1984). In the Indian Ocean and Indo-Pacific, it was previously found in depths of 100 to 4500m (Ayress et al., 2004; Benson, 1972; Jellinek and Swanson, 2003; McKenzie and Peypouquet, 1984; Steiness and Yozzo, 1968; Whalley and Zhao, 1988a). The presented ostracod assemblage, provides further evidence for the drowning of the carbonate banks of the Maldives. Until 123ka, *Neonesidea* was the most abundant genus, characterizing the Maldives Inner Sea as a shallow reef environment. The changes in the assemblages, that were dominated by *Bradleya* after 114ka indicates an increase in depth. Ornamented ostracod species are known to inhabit more coarse sediment than species that have a smooth carapace (Hussain et al., 2004), hence, the lithological change around 62ka supported the success of *Bradleya* over *Neonesidea* in the Holocene and explains the changes in abundance. Carbonate banks at the Maldives started drowning in the Miocene (Betzler et al., 2014; Lüdmann et al., 2013) but seismic data implied a younger age (i.e. later drowning) of the region where the Site U1470 is located. This can be confirmed by the data presented herein, which suggests a drowning of the investigated area in the late Pleistocene.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was partially funded by a grant of CNPq (Processo 442350-2014-6) to SNB and CAPES (Projeto Geohazards e Tecnológica, Processo 466451/2012-7, IODP/CAPES - Brasil) to HV. SNB was a fellowship PNPD (PPGSE-UFRN) holder of CAPES in the early stage of this project.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS DE ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL AO LONGO DA SUCESSÃO VERTICAL DE SEDIMENTOS E ROCHAS VULCANOCLÁSTICAS SUBAQUOSAS DO SÍTIO U1437, REAR ARC DE IZU-BONIN-MARIANA (IODP EXPEDIÇÃO 350)

NASCIMENTO, LARISSA S.; BONGIOLO, EVERTON M.

Universidade Federal do Rio de Janeiro (Larissa Santana Nascimento; larissadesantan@gmail.com)

A expedição 350 do IODP (*International Ocean Discovery Program*) realizou diversos furos de sondagem no sítio U1437, uma microbacia localizada entre cadeias de montes submarinos na região de *rear arc* do arco de Izu-Bonin-Mariana (IBM), com o objetivo de entender melhor os processos atrelados à subducção na área, principalmente através de sedimentos e rochas vulcanoclásticas subaquosas cuja idade máxima de deposição é de  $15,4 \pm 0,8$  Ma. Este trabalho tem como objetivo identificar assembleias minerais, ao longo dos 1.800 metros de furo, de sedimentos e rochas vulcanoclásticas subaquosas divididos em sete unidades litoestratigráficas. A descrição das variações mineralógicas de acordo com a profundidade foi feita através de difratometria de raios X (DRX) pelo método do pó e por análises orientadas em partículas  $<2 \mu\text{m}$ . Para o segundo tipo de análise, uma estimativa percentual de grupos de argilominerais em camadas mistas foi feita através do NEWMOD. Até o momento, uma sequência de zeolitas que aparecem progressivamente em intervalos, do topo à base do furo, foi reconhecida: heulandita-clinoptilolita – analcima – mordenita – laumontita. A heulandita-clinoptilolita aparece a partir 682,3 m.a.f.o (metros abaixo do fundo oceânico) e se estende até o final do furo. A ocorrência de analcima é registrada em três intervalos: A1 (803,5 m.a.f.o a 940 m.a.f.o), A2 (1.148,3 m.a.f.o a 1.213,5 m.a.f.o) e A3 (1.328 m.a.f.o a 1.360,5 m.a.f.o). A mordenita ocorre a partir de 856,8 m.a.f.o e se estende até 1.622,4 m.a.f.o. Por fim, a ocorrência de laumontita começa a partir de 1.379 m.a.f.o e também se estende até o final do registro recuperado. Os resultados das análises orientadas mostram ainda que, a partir de 229,1 m.a.f.o, há uma transformação gradual de esmectita – interestratificado clorita-esmectita – clorita que atinge uma condição próxima de igualdade entre o percentual das camadas mistas a partir de 1.392,3 m.a.f.o. Além disso, também há a ocorrência de mica-esmectita em um intervalo equivalente ao A1. A partir das zeolitas e dos argilominerais encontrados (principalmente os interestratificados), é possível entender os intervalos identificados como zonas de alteração hidrotermal que estão associadas com o aumento progressivo de profundidade e temperatura, e com a transformação de vidro vulcânico através de alterações do tipo intermediária a alcalina. A continuação deste trabalho irá definir, com dados petrográficos e de MEV-EDS, um gradiente termal para a área estudada, uma vez que argilominerais interestratificados, suas transformações e suas correlações com outros minerais podem ser bons indicadores de temperatura dos sistemas nos quais são encontrados.

Palavras-chave: *Rear arc*. Zeolitas. Clorita-esmectita.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### IDENTIFICAÇÃO DE ZONAS DE ALTERAÇÃO HIDROTHERMAL AO LONGO DA SUCESSÃO VERTICAL DE SEDIMENTOS E ROCHAS VULCANOCLÁSTICAS SUBAQUOSAS DO SÍTIO U1437, REAR ARC DE IZU-BONIN-MARIANA (IODP EXPEDIÇÃO 350)



Nascimento, L. S.<sup>1</sup>; Bongioiolo, E. M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geologia (PPGL), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro (e-mail: lerissadesantan@gmail.com)  
<sup>2</sup>Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (e-mail: bongioiolo@ufrgs.br)

#### INTRODUÇÃO

A expedição 350 do IODP (*International Ocean Discovery Program*) realizou perfurações em dois sítios distintos: U1436 e U1437 (Fig. 1). O sítio U1437 encontra-se situado em uma microbacia localizada entre cadeias de montes submarinos na região de rear arc do arco de Izu-Bonin-Mariana (IBM), a sudeste do Japão.

Através dos furos de sondagem no sítio U1437, uma profundidade de 1.776 até 1.806,5 m.a.f.o (metros abaixo do fundo oceânico) foi alcançada e sedimentos e rochas vulcanoclásticas subaquosas foram recuperadas. Divididas posteriormente em sete unidades litostratigráficas (Fig. 2), essas rochas apresentam idade máxima de deposição de  $15.4 \pm 0.8$  Ma (Schmitt *et al.*, 2017).

O presente trabalho teve como principal objetivo identificar zonas de alterações diagenéticas, hidrotermais e/ou metamórficas através das assembleias minerais encontradas ao longo da sucessão vertical de rochas provenientes do sítio U1437.

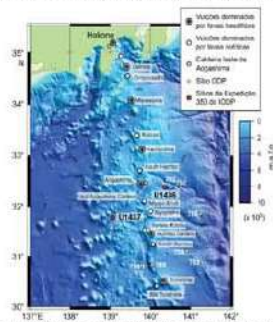


Figura 1. Localização dos sítios U1436 (*forearc*) e U1437 (*rear arc*) no sistema de arcos Izu-Bonin-Mariana em relação ao *front* vulcânico que possui vulcões quaternários de composições riolíticas e basálticas ao longo do arco (modificado de Tamura e Tatsuji, 2002).

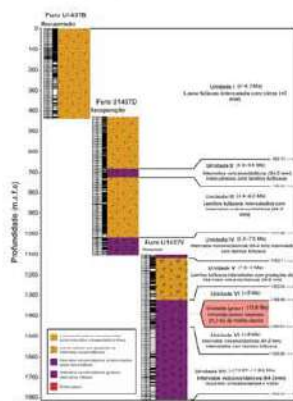


Figura 2. Unidades litostratigráficas do sítio U1437 e suas principais profundidades e idades. Modificado de Tamura *et al.* (2015).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de realizar a caracterização mineralógica completa das rochas vulcanoclásticas ao longo das sete unidades litostratigráficas do sítio U1437, 178 amostras distribuídas ao longo de 1.800 m foram previamente lixiviadas para a remoção de carbonatos e analisadas por difratometria de raios X (DRX) através do equipamento Bruker-AXS D8 Advance Eco, com radiação CuK $\alpha$  (40 kV/25 mA). Dois tipos de análises foram utilizadas: o método do pó (fração <105  $\mu$ m) e as análises orientadas (naturais, glicoladas e calcinadas), para as quais foram montadas lâminas com material retirado por decantação (fração <2  $\mu$ m) seguindo a lei de Stokes.

A interpretação dos difratogramas foi realizada através do software Match!, e uma estimativa percentual dos grupos de argilominerais em camadas mistas foi feita através do software NEWMOD (Reynolds, 1985).

#### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através dos difratogramas obtidos pelo método do pó, minerais como quartzo, plagioclásios, clinopiroxênios e hornblenda foram identificados. No entanto, uma sequência de zeólitas que aparecem em intervalos do topo à base do furo, seguindo um aumento progressivo de temperatura (Kristmannsdóttir e Tómasson, 1976; Robinson e De Zampira, 1999; Utada, 2001) foi reconhecida: heulandita-clinoptilolita – analcima – mordenita – laumontita (Fig. 3).

Já através das análises orientadas, vale destacar a presença de mica-esmectita no intervalo de ocorrência da analcima, que pode indicar uma inserção de fluidos de mais alta temperatura no sistema, e a transformação gradual de esmectita – clorita/esmectita – clorita (Fig. 4) que alcança uma condição próxima ao equilíbrio a partir de 1.392,3 m.a.f.o e é indicativo de temperaturas próximas e/ou superiores a 200 °C (Robinson e De Zampira, 1999).

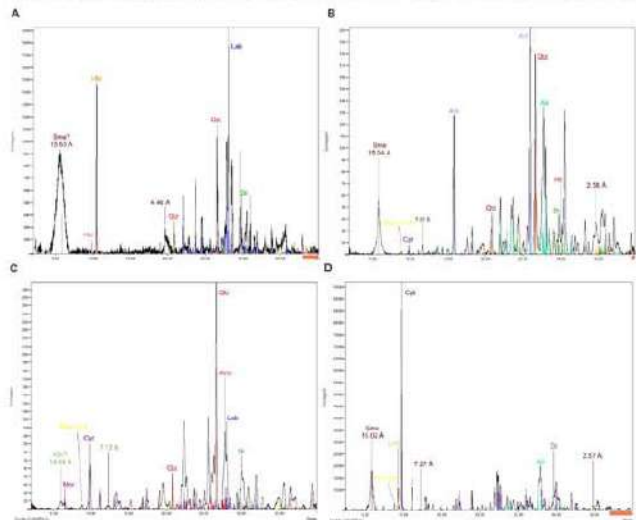


Figura 3. Difratogramas experimentais sem background de amostras representativas. A – amostra nº 44 (682,3 m.a.f.o) com a primeira ocorrência de heulandita-clinoptilolita. *Sme* = esmectita, *Hul* = heulandita, *Hbl* = hornblenda, *Qtz* = quartzo, *Lab* = labradorita, *Di* = diopsídio, B – amostra nº 68 (808,6 m.a.f.o) com a primeira ocorrência de analcima ao longo de uma zona que pode ser dividida em três intervalos e se estende até 640 m.a.f.o. *Cpt* = clinoptilolita, *Anl* = analcima, *Ab* = albita, *Hd* = hedenbergita; C – amostra nº 84 (656,8 m.a.f.o) com a primeira ocorrência da mordenita que tem continuidade ao longo dos 1.800 m de perfuração. *Clc* = clorita, *Mor* = mordenita, *Ano* = anortodósiis; D – amostra nº 225 (1.379 m.a.f.o) com a primeira ocorrência de laumontita, a zeólita de mais alta temperatura na sucessão vertical. *Lmt* = laumontita.

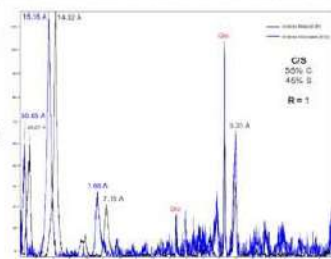


Figura 4. Difratogramas experimentais sem background representativos da unidade litostratigráfica VII, amostra nº 250 (1.594,50 m.a.f.o). Destaca-se o interstratificado (C/S) com 55% de clorita, 45% de esmectita e o valor de R (Reichweite) = 1, o qual só é alcançado nessa unidade. Segundo Moore e Reynolds (1997), é possível que isso aconteça em proporções diferentes de 50% C/50% S, basta que as camadas sejam ordenadas com relação a um componente do interstratificado, mas aleatórias com relação ao outro argilomineral.

#### CONCLUSÕES

Os principais dados obtidos através dos difratogramas mostram uma sequência de zeólitas heulandita-clinoptilolita – analcima – mordenita – laumontita. Esta sequência é a mesma descrita em várias rochas vulcânicas de diversas áreas geotermiais como resultante de processos de alteração hidrotermal que marcam condições de temperatura que variam entre 70 °C e 200 °C, dentro das quais essas mesmas zeólitas são formadas e se mantêm estáveis.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kristmannsdóttir, H., Tómasson, J. (1978). Zeolite zones in geothermal areas in Iceland. In: Sand, L. B., Mumpton, F. M. *Natural Zeolite Occurrence, Properties and Use*, p. 277-284. Pergamon Press, Oxford.
- Moore, G. M., Reynolds, R. G. (1991). X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. 2nd Edition, Oxford University Press, New York.
- Reynolds, R. G. (1985). NEWMOD, a computer program for the calculation of one-dimensional diffraction patterns of mixed-layered clays. *Clay Minerals*, 20, 1-10.
- Robinson, D., De Zampira, A. C. (1999). The smectite to illite transition in the Chigljak geothermal system, El Salvador. *American Mineralogist*, 84, p. 807-819.
- Schmitt, A. K., Konrad, K., Andrews, G. D. M., Horta, K., Brown, S. R., Koopman, A. A., Rocha, M., Busby, C. J., Tamura, Y. (2017). <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar ages and zircon geochronology for the rear of the Izu-Bonin-Mariana intra-oceanic subduction zone. *International Geology Review*, 3, 1-22.
- Tamura, Y. and Tatsuji, Y. (2002). Remelting of an aegirine crust: a possible origin for hydrotic magma in oceanic arcs: an example from the Izu-Bonin arc. *Journal of Petrology*, 43(9), p. 1029-1047.
- Tamura, Y., Busby, C. J., Barr, F., Sauer, G., Andrews, G. D. M., Barker, A. K., Beget, J. L. R., Bongioiolo, E. M., Bordiga, M., DeBari, S. M., Gil, J. B., Hamelin, C., Jia, J., John, E. H., Jones, A.-S., Jutzler, M., Gao, M. A. C., Kiss, Z. A., Konrad, K., Mahony, S. H., Martini, M., Miyazaki, T., Muijsgrave, F. J., Nascimento, D. B., Nishida, A. K., L., Ribeiro, J. M., Sato, T., Schmitt, A. K., Srinivas, S. N., Vainikainen, M. J., Yang, Y. (2019). Site U1437. In: Tamura, Y., Busby, C. J., Barr, F., and the Expedition 350 Scientists, *Proceedings of the International Ocean Discovery Program, Expedition 350: Izu-Bonin-Mariana Rear Arc*. International Ocean Discovery Program, Chalfont St Giles, UK.
- Utada, N. (2001). Zeolites in hydrothermally altered rocks. In: Fish, D. L., Ming, D. W. *Natural Zeolites: Occurrence, Properties, Application. Reviews in Mineralogy & Geochemistry*, 45, p. 305-327.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS DO CENOMANIANO NO DSDP SITE 364, BACIA DO KWANZA - ANGOLA: INFERÊNCIAS BIOESTRATIGRÁFICAS

TUNGO, E.J.F.; BRUNO, M.D.R.; FAUTH, G.

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Edna de Jesus Francisco Tungo; [ednatungo@gmail.com](mailto:ednatungo@gmail.com))

Durante o período Cretáceo, a fragmentação do Gondwana resultou na formação do oceano Atlântico Sul por meio da separação das placas Sul-Americana e Africana. Este contexto paleogeográfico favoreceu a diversificação e distribuição geográfica de organismos marinhos, ao longo das bacias sedimentares do oceano Atlântico Sul. Na maioria das perfurações realizadas pelo DSDP (*Deep Sea Drilling Project*), diversos estudos descrevem uma inconformidade bioestratigráfica para o intervalo Albiano superior–Turoniano. Na porção *offshore* da Bacia do Kwanza (costa de Angola) foi perfurado o *Site 364*, no qual foi registrada esta inconformidade bioestratigráfica com base em um zoneamento bioestratigráfico defasado em relação aos esquemas utilizados atualmente. Neste estudo é aplicado um zoneamento bioestratigráfico que apresenta novas biozonas de nanofósseis calcários para o intervalo Albiano–Turoniano, sendo estas passíveis de ocorrência na seção sedimentar do *Site 364*. Com o objetivo de reconhecer estas biozonas foram estudadas 11 amostras, distribuídas ao longo de uma seção sedimentar compreendida entre 714,14 a 672,92 mbsf. Esta seção apresenta intercalação litológica de margam calcária e lamito calcário entre 714,14 a 706,19 mbsf e intercalação de margam calcária, lamito calcário, argilito e sapropel entre 706,18 a 672,92 mbsf. Para recuperação de nanofósseis calcários, foi utilizado o método padrão *Smear Slide*. De modo preliminar, é possível inferir que todas as amostras estudadas apresentam uma diversa e abundante associação de nanofósseis calcários com distintos graus de dissolução e recristalização, evidenciando variações na preservação. Para o estudo bioestratigráfico, no intervalo entre 714,14 – 706,19 mbsf foram observados os bioeventos de primeira ocorrência de *Microrhabdulus decoratus* e última ocorrência de *Axopodorhabdus biramiculatus* compreendendo a subzona CC10a. O intervalo seguinte (706,19 – 672,92 mbsf) possivelmente corresponde a subzona CC10b, que compreende a última ocorrência de *A. biramiculatus* e a primeira ocorrência de *Quadrum gartneri* não recuperado neste trabalho. A partir deste resultado é possível inferir que o intervalo sedimentar estudado foi depositado durante o Cenomaniano superior. As próximas etapas do trabalho consistem em refinar a interpretação bioestratigráfica e reconhecer variações na composição da associação de nanofósseis calcários do *Site 364*. O refinamento bioestratigráfico do intervalo estudado consiste em uma contribuição para melhor entendimento do hiato bioestratigráfico descrito para a bacia do Kwanza e o estudo na composição da associação fóssil visa reconhecer eventos paleoceanográficos ocorridos durante o Cenomaniano no oceano Atlântico Sul. [IODP/CAPES 8888.091703/2014-01].

Palavras chave: Oceano Atlântico Sul. Cretáceo. Nanofósseis Calcários.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 06 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS DO CENOMANIANO NO DSDP SITE 364, BACIA DO

#### KWANZA - ANGOLA: INFERÊNCIAS BIOESTRATIGRÁFICAS

Edna de Jesus Francisco Tunço, Mauro Daniel Rodrigues Bruno, Gerson Fauth

Instituto Tecnológico de Micropaleontologia – It Fossil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS, RS.

ednatunço@gmail.com ; dbruno@unisinors.br ; gersonf@unisinors.br



#### INTRODUÇÃO

Durante o período Cretáceo, a fragmentação do Gondwana resultou na formação do oceano Atlântico Sul por meio da separação das placas Sul-Americana e Africana. Este contexto paleogeográfico favoreceu a diversificação e distribuição geográfica de organismos marinhos, ao longo das bacias sedimentares do oceano Atlântico Sul.

Na maioria das perfurações realizadas pelo DSDP (*Deep Sea Drilling Project*) neste oceano, diversos estudos descrevem uma inconformidade bioestratigráfica para o intervalo Albiano superior-Turoniano (e.g., Bolli *et al.*, 1978; Proto-Decima *et al.*, 1978). Na porção *offshore* da Bacia do Kwanza (costa de Angola) foi perfurado o Site 364 (Figura 1), no qual foi registrada esta inconformidade bioestratigráfica com base em um zoneamento bioestratigráfico defasado em relação aos esquemas utilizados atualmente (Figura 2).

Neste estudo é aplicado um zoneamento bioestratigráfico que apresenta novas biozonas de nanofósseis calcários para o intervalo Albiano-Turoniano, sendo estas passíveis de ocorrência na seção sedimentar estudada no Site 364.

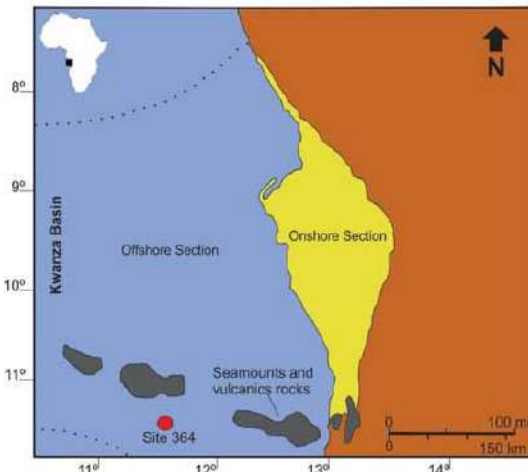


Figura 1. Localização do Site 364.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram estudadas 15 amostras, distribuídas ao longo de uma seção sedimentar compreendida entre 717,65 a 649,12 metros abaixo do fundo do mar (*mbsf*). Esta seção apresenta intercalação litológica de marga calcária e lamito calcário entre 717,65 a 706,19 *mbsf* e intercalação de marga calcária, lamito calcário, argilito e sapropel entre 705,19 a 649,12 *mbsf*.

Para a recuperação de nanofósseis calcários, foi utilizado o método padrão *Smear Slide* (Bown *et al.*, 1998).

#### RESULTADOS

As amostras estudadas apresentam uma diversa e abundante associação de nanofósseis calcários, com distintos graus de dissolução e recristalização, evidenciando variações na preservação.

Para o estudo bioestratigráfico, o intervalo estudado (entre 717,65 – 649,12 *mbsf*) compreende a zona CC10 (Sissingh, 1977; Perch-Nielsen, 1985), no qual foi observada a presença de *Microhabdulus decoratus* a partir da amostra 717,65 *mbsf* e a primeira ocorrência de *Quadrum gartneri* na amostra 649,12 *mbsf*.

A partir deste resultado é possível inferir que o intervalo sedimentar estudado foi depositado durante o Cenomaniano superior (Figura 3).

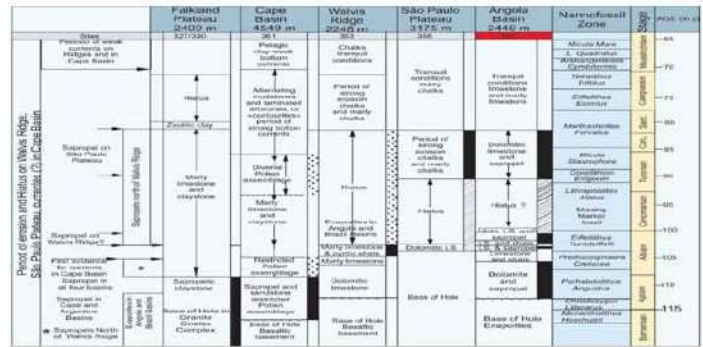


Figura 2. Correlação da inconformidade bioestratigráfica observada nos poços perfurados pelo DSDP ao longo do oceano Atlântico Sul. Em destaque o Site 364.

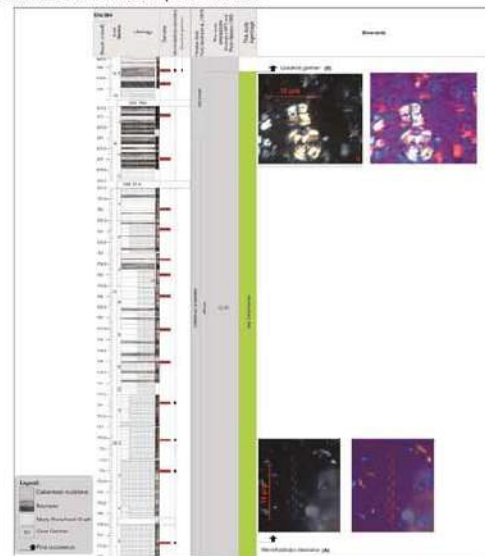


Figura 3. Bioestratigrafia do intervalo estudado no Site 364, baseada nas zonas CC de Sissingh (1977) e Perch-Nielsen (1985). Bioeventos: Presença de *Microhabdulus decoratus* (amostra 717,65 *mbsf*); e primeira ocorrência de *Quadrum gartneri* (amostra 649,12 *mbsf*).

#### CONCLUSÕES

A partir do resultado obtido é possível inferir que o intervalo sedimentar estudado foi depositado durante o Cenomaniano superior, isto é, com base no esquema bioestratigráfico proposto por Sissingh (1977), emendado por Perch-Nielsen (1985).

O refinamento bioestratigráfico do intervalo estudado consiste em uma contribuição para melhor entendimento da evolução geológica da porção *offshore* da Bacia do Kwanza, sendo possível inferir que durante o Cenomaniano superior houve uma deposição sedimentar, e não um hiato como descrito em estudos anteriores.

As análises dos graus de preservação dos nanofósseis calcários ainda será refinada, assim como será avaliada a composição da associação fóssil a fim de reconhecer eventos paleoceanográficos ocorridos durante o Cenomaniano superior na Bacia do Kwanza.

#### REFERÊNCIAS

- BOWN, P., YOUNG, J. 1996. Introduction. In: BOWN, P. R. (Ed.) Calcareous Nanofossil Biostratigraphy. Cambridge, 1996, p. 1-15.
- BOLLI, H.M., RYAN, W.B.F., FORESMAN, J.B., HOTTMAN, W.E., KAGAMI, H., LONGORIA, J.F. & SIESSER, W.G. 1978. Angola continental margin-Sites 364 and 365. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 40: 367-390.
- PERCH-NIELSEN, K. 1985. Mesozoic calcareous nanofossils. In: H.M. Bolli, J.B. Saunders & K. Perch-Nielsen (Eds.), Plankton Stratigraphy. Cambridge University Press, Cambridge, 329-424.
- PROTO DECIMA, F., MEDIZZA, F., & TODESCO, L. 1978. Southeastern Atlantic Leg 40 calcareous nanofossils. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 40, 571-634.
- SISSINGH, W. 1977. Biostratigraphy of Cretaceous calcareous nanoplankton. Geologie in Mijnbouw, 56: 37-65.

#### AGRADECIMENTOS

PROJETO: [IODP/CAPES 8888.091.703/2014-01].





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ASTROCRONOLOGIA DO INTERVALO EOCENO MÉDIO-OLIGOCENO INFERIOR DA SEÇÃO DE MONTE CAGNERO, ITÁLIA CENTRAL

KOCHHANN, M.V.L.<sup>1</sup>; SAVIAN, J.F.<sup>1</sup>; COCCIONI, R.<sup>2</sup>; FRONTALINI, F.<sup>2</sup>; JOVANE, L.<sup>3</sup>;  
FLORINDO, F.<sup>4</sup>; ROBERTS, A.P.<sup>5</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Marcus Vinicius Lermen Kochhann, [marcus.kochhann@ufrgs.br](mailto:marcus.kochhann@ufrgs.br)); Università Degli Studi di Urbino "Carlo Bo"<sup>2</sup>, Universidade de São Paulo<sup>3</sup>; Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia<sup>4</sup>; The Australian National University<sup>5</sup>

O intervalo de tempo que abrange a transição entre o Eoceno e o Oligoceno foi um intervalo crítico da Terra no qual o clima global passou de uma condição de *greenhouse* para uma condição de *icehouse*. A transição Eoceno-Oligoceno, que culminou na glaciação Oi-1 (~34 Ma), foi uma parte crítica dessa mudança no clima global. O evento foi marcado por um início abrupto da glaciação Antártica, além de drásticas mudanças globais nas temperaturas e massas de água. Embora a transição Eoceno-Oligoceno seja amplamente estudada, sua origem permanece incerta. Adicionalmente a abertura do oceano austral, fatores como a diminuição de gases de efeito estufa e o fechamento do oceano Neo-Tétis podem ter influenciado esta dramática mudança climática. Sendo a magnetização remanente anisterética (MRA) e a susceptibilidade magnética (SM) parâmetros de magnetismo ambiental que podem ser influenciados por ciclos climáticos astronômicos, ambos se tornaram ferramentas extensamente utilizadas em análises cicloestratigráficas. Os dados de MRA e SM foram obtidos no Laboratório de Paleomagnetismo do *National Oceanography Centre Southampton* (NOCS), UK. O principal objetivo deste estudo é refinar o modelo de idade do intervalo entre o Eoceno médio ao Oligoceno inferior da seção de Monte Cagnero (Itália) com análise cicloestratigráfica e a calibração astrocronológica utilizando os ciclos de Milankovitch. Análises de séries temporais das séries de MRA e SM foram realizadas utilizando os *softwares* *Acycle* e o pacote para *R Astrochron*. A fim de testar a hipótese de que os conjuntos de dados registram ciclos orbitais, ambas as séries foram calibradas inicialmente utilizando dados de magnetoestratigrafia. Análises espectrais dos dados mostram a presença de todos os ciclos orbitais de Milankovitch com um forte e estável sinal de excentricidade. Após identificar os ciclos orbitais, o intervalo foi recalibrado pelo sinal de excentricidade, gerando um modelo de idade de alta resolução. Com este modelo de idade pretende-se entender melhor a cronologia das mudanças climáticas durante a transição *greenhouse-icehouse* do Eoceno-Oligoceno e a duração de importantes eventos preservados na seção, como o *Middle Eocene Climatic Optimum* (MECO) e a transição Eoceno-Oligoceno (Oi-1).

Palavras-chave: Eoceno-Oligoceno. Susceptibilidade magnética. Cicloestratigrafia. Astrocronologia.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### ASTROCRONOLOGIA DO INTERVALO EOCENO MÉDIO-OLIGOCENO INFERIOR DA SEÇÃO DE MONTE CAGNERO, ITÁLIA CENTRAL

KOCHHANN, M.V.L.<sup>1\*</sup>; SAVIAN, J.F.<sup>1</sup>; COCCIONI, R.<sup>2</sup>; FRONTALINI, F.<sup>2</sup>; JOVANE, L.<sup>3</sup>; FLORINDO, F.<sup>4</sup>; ROBERTS, A.P.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS; <sup>2</sup>Università Degli Studi di Urbino "Carlo Bo" - UDSUCB; <sup>3</sup>Universidade de São Paulo - USP;

<sup>4</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV; <sup>5</sup>The Australian National University - ANU

\*Marcus Vinicius Lermen Kochhann, marcus.kochhann@ufrgs.br



#### INTRODUÇÃO

O intervalo de tempo que abrange a transição entre o Eoceno e o Oligoceno foi um intervalo crítico da Terra no qual o clima global passou de uma condição de *greenhouse* para uma condição de *icehouse* (Zachos, 2001). Sobreposto a esse *trend* existem importantes eventos climáticos globais, tanto de aquecimento como a *Middle Eocene Climatic Optimum* (MECO; ~40 Ma), quanto de resfriamento como a glaciação Oi-1 (~34 Ma) (Fig. 1). A seção de Monte Cagnero (Fig. 2) é um excelente e completo registro geológico para este intervalo de tempo, como mostram estudos paleoceanográficos, paleoclimáticos e cronoestratigráficos (Hyland et al., 2009; Jovane et al., 2013; Savian et al., 2014). Este estudo tem por objetivo refinar o modelo de idade do intervalo do Eoceno médio ao Oligoceno inferior da seção de Monte Cagnero por meio da calibração astronômica de dados de susceptibilidade magnética.

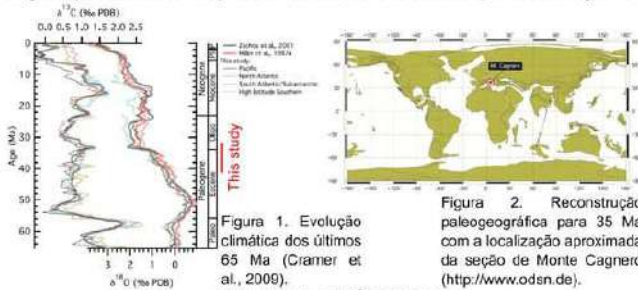


Figura 1. Evolução climática dos últimos 65 Ma (Cramer et al., 2009).

Figura 2. Reconstrução paleogeográfica para 35 Ma com a localização aproximada da seção de Monte Cagnero (<http://www.odn.de>).

#### MATERIAL E MÉTODOS

- Aproximadamente 1250 amostras foram coletadas com resolução amostral de 5 cm, compreendendo o intervalo de 58 a 123 m da seção. Mediu-se o parâmetro de susceptibilidade magnética ( $\chi$ ) com um susceptímetro *Kappabridge* KLY-3 (AGICO) no laboratório de paleomagnetismo da *National Oceanography Centre Southampton* (NOCS) e da Universidade de São Paulo (USP) (Fig. 3).
- Um arcabouço bioestratigráfico foi estabelecido com o biozoneamento de nanofósseis calcários.
- Análises de séries temporais foram realizadas utilizando o software *Acycle* (Li et al., 2019).

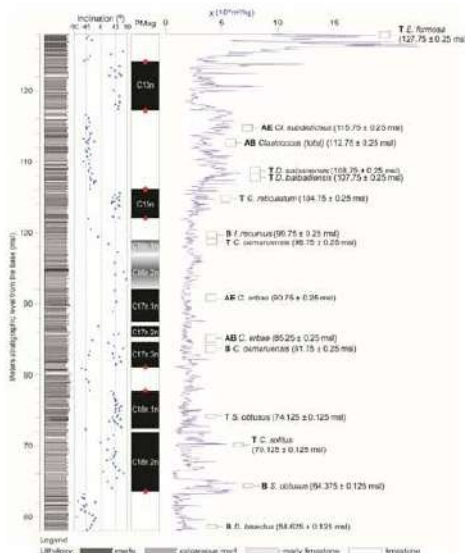


Figura 3. Visão geral dos dados da seção de Monte Cagnero para o intervalo Eoceno médio-Oligoceno inferior. Da esquerda para a direita: perfil litológico, incinização da magnetização remanente e interpretação magnetoestratigráfica (Jovane et al., 2013), susceptibilidade magnética e base (B) e topo (T) de nanofósseis calcários com a incerteza associada.

#### RESULTADOS

A análise espectral dos dados de susceptibilidade magnética calibrados pelos *tie points* de magnetoestratigrafia mostra a presença de ciclicidades relacionadas aos ciclos orbitais de Milankovitch (Fig. 4). O sinal de excentricidade longa foi identificado e isolado no dado a partir de um filtro gaussiano e então calibrado utilizando a solução astronômica La2011 (Laskar et al., 2011) como curva alvo (Fig. 5).

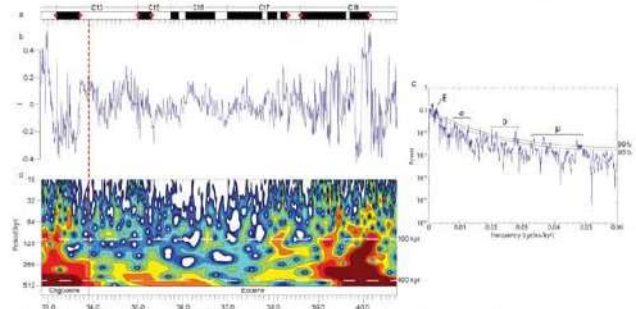


Figura 4. Análise espectral dos dados de susceptibilidade magnética calibrados pela magnetoestratigrafia (Jovane et al., 2013). a) GPTS 2012 (Ogg, 2012). Estrelas vermelhas indicam os *tie points* utilizados para colocar a seção no tempo; b) Logaritmo da susceptibilidade magnética com *trend* *lowess* de 35% removido e interpolada linearmente com espaçamento de 5 kyr; c) Espectro de potência pelo método MTM (Thomson et al., 1982) com 2 *tapers*; d) Análise de *wavelet* (Torrence & Compo, 1998).

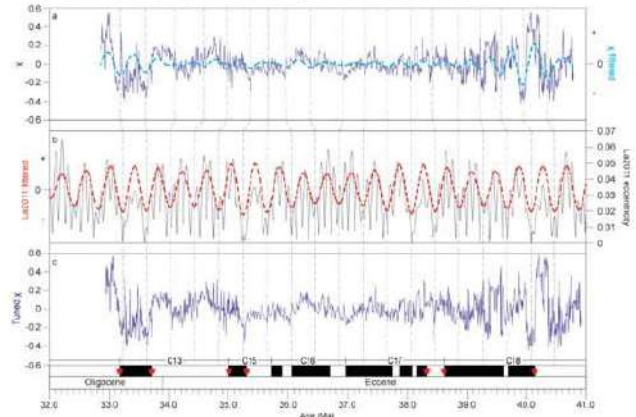


Figura 5. Calibração astronômica. a) Susceptibilidade magnética e filtro gaussiano da excentricidade longa; b) Solução astronômica La2011 (Laskar et al., 2011) e filtro gaussiano da excentricidade longa; c) Susceptibilidade magnética calibrada pelo sinal de excentricidade longa. A excentricidade longa foi extraída a partir de um filtro gaussiano ( $f_{\text{mínima}} = 0,0021$ ;  $f_{\text{máxima}} = 0,0029$ ).

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A calibração astronômica pela excentricidade longa do intervalo Eoceno médio-Oligoceno inferior da seção de Monte Cagnero permitiu refinar o modelo de idade magnetoestratigráfico (Jovane et al., 2013). A continuação do trabalho será calibrar a seção pela solução astronômica completa, em nível de excentricidade curta, gerando assim um modelo de idade de ainda maior resolução.

#### AGRADECIMENTOS



#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cramer, B. S., et al. (2009). Ocean overturning since the Late Cretaceous: Inferences from a new benthic foraminiferal isotope compilation. *Paleoceanography*.  
 Hyland, E., et al. (2009). Integrated stratigraphic and astrochronologic calibration of the Eocene-Oligocene transition in the Monte Cagnero section (northeastern Apennines, Italy): A potential parastatotype for the Messinian global stratotype section and point (GSSP). In *The Late Eocene Earth—Holhouse, Icehouse, and Impacts*.  
 Jovane, L., et al. (2013). Integrated magnetostratigraphy of the middle Eocene-lower Oligocene interval from the Monte Cagnero section, central Italy. Geological Society London, Special Publications.  
 Laskar, J., et al. (2011). Strong chaos induced by close encounters with Ceres and Vesta. *Astronomy & Astrophysics*.  
 Li, M., et al. (2019). *Acycle*: Time-series analysis software for paleoclimate research and education. *Computers & Geosciences*.  
 Ogg, J. G. (2012). Geomagnetic Polarity Time Scale. In *The Geologic Time Scale*.  
 Savian, J. F., et al. (2014). Enhanced primary productivity and magnetotactic bacterial production in response to middle Eocene warming in the Neo-Tethys Ocean. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleogeography*.  
 Thomson, D. J. (1982). Spectrum estimation and harmonic analysis. *Proceedings of the IEEE*.  
 Torrence, C., & Compo, G. P. (1998). A Practical Guide to Wavelet Analysis. *Bulletin of the American Meteorological Society*.  
 Zachos, J. (2001). Trends, Rhythms, and Aberrations in Global Climate 65 Ma to Present. *Science*.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### MUDANÇAS NA ABUNDÂNCIA E BIOMASSA DE UVIGERINIDAE (FORAMINIFERA) ENTRE O PLEISTOCENO TARDIO / HOLOCENO NO TALUDE CONTINENTAL DA BACIA DE PELOTAS

SANTANA, B.F.B.B.<sup>1</sup>; FREITAS, T.<sup>1</sup>; TORTORA, P.<sup>1</sup>; PIVEL, M.A.G.<sup>2</sup>; BONETTI, C.<sup>1</sup>

Universidade Federal de Santa Catarina<sup>1</sup> (Beatriz Fernandes de Barros Bomfim Santana, [beatriz\\_fbbs@yahoo.com.br](mailto:beatriz_fbbs@yahoo.com.br)); Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>2</sup>

Vários estudos têm demonstrado que a fonte da matéria orgânica que chega aos fundos oceânicos, assim como a quantidade e regularidade deste aporte, influenciam na composição, abundância e crescimento dos foraminíferos bentônicos. Esta pesquisa tem como objetivo aplicar o conhecimento ecológico disponível sobre o comportamento atual da família Uvigerinidae na margem continental sul brasileira para inferir mudanças paleoceanográficas ocorridas na transição Pleistoceno-Holoceno em um testemunho coletado no talude continental (29°13'16,2"S, 47°17'1,76"W; 1514 m de profundidade) da Bacia de Pelotas. Foram analisadas 26 amostras de sedimento, distribuídas a intervalos de cerca de 12 cm ao longo do testemunho SIS188, abrangendo um intervalo temporal entre 7 e 47 mil anos. As amostras foram fracionadas em três classes de tamanho por peneiramento (acima de 500 µm; entre 500 e 125 µm e entre 125 e 63 µm) e, posteriormente, quarteadas e triadas até se obter um número mínimo de 300 indivíduos. Todos os taxa pertencentes à família Uvigerinidae (*Trifarina angulosa*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina mediterranea*, *Uvigerina auberiana*, *Uvigerina dirrupta*, *Uvigerina hispidocostata*) foram identificados e fotografados com o auxílio do microscópio Zeiss Axio Zoom V16, obtendo-se modelos digitais 3D reconstruídos com medidas de profundidade das testas. Foram obtidas 1396 fotomicrografias e, a partir destas, calculadas as medidas de tamanho, área, volume e biomassa de cada testa. Todo o processamento biométrico foi feito com o pacote Forlimage (disponível no software R). Os resultados sugerem uma tendência crescente no tamanho das testas da base do testemunho (47,5 mil anos) para o topo (início do Holoceno). Foi constatada também uma relação inversa entre os valores de abundância relativa de Uvigerinidae (maiores na base do testemunho) e a biomassa total desta família por amostra (maior no topo). A presença de testas em todas as classes de tamanho nas amostras no topo do testemunho, associada a maiores valores de biomassa, sugere uma condição mais favorável para o crescimento destas populações, provavelmente decorrente de maior regularidade na disponibilidade de alimento. Já no final do Pleistoceno, talvez em decorrência de maiores flutuações climáticas e condições tróficas mais restritivas, há um favorecimento das estratégias de reprodução do tipo "r" (tempo de vida curto e rápida ocupação de nichos vazios). Acredita-se que as conclusões que estão sendo obtidas a partir da identificação de mudanças no comportamento biométrico das populações de foraminíferos bentônicos ao longo dos ciclos climáticos poderão subsidiar também estudos preditivos sobre o impacto do aquecimento global nas comunidades marinhas. Apoio: IODP/CAPES - processo 88887.116800/2016-0

Palavras chave: Paleoprodutividade. Paleoclima. Quaternário. Atlântico Sul.

### MUDANÇAS NA ABUNDÂNCIA E BIOMASSA DE UVIGERINIDAE (FORAMINIFERA) ENTRE O PLEISTOCENO TARDIO / HOLOCENO NO TALUDE CONTINENTAL DA BACIA DE PELOTAS

SANTANA, B.F.B. B.<sup>1, 2</sup>; FREITAS, T.<sup>2</sup>; TORTORA, P.<sup>2</sup>; PIVEL, M.A.G.<sup>3</sup>; BONETTI, C.<sup>2</sup>

Programa de Pós-Graduação em Oceanografia (PPGOceano), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Beatriz Fernandes de Barros Bomfim Santana, [beatriz\\_tlbs@yahoo.com.br](mailto:beatriz_tlbs@yahoo.com.br); <sup>2</sup>Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC/UFSC); <sup>3</sup>Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)



#### INTRODUÇÃO

Vários estudos têm demonstrado que a fonte da matéria orgânica que chega aos fundos oceânicos, assim como a quantidade e regularidade deste aporte, influenciam na composição, abundância e crescimento dos foraminíferos bentônicos. Esta pesquisa tem como objetivo aplicar o conhecimento ecológico disponível sobre o comportamento atual da família Uvigerinidae na margem continental sul brasileira para inferir mudanças paleoceanográficas ocorridas na transição Pleistoceno-Holoceno em um testemunho coletado no talude continental Bacia de Pelotas (29°13'16,2"S, 47°17'1,76"W e 1514 metros de profundidade).

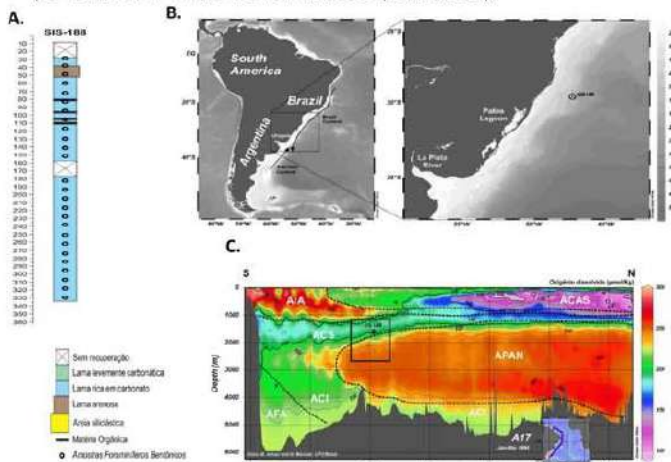


Figura 1. Descrição (A), localização (B) e distribuição (C) das massas d'água na posição do testemunho SIS 188 – ACS (Água circumpolar superior), AIA (Água Intermediária da Antártica), ACAS (Água Central do Atlântico Sul), ACI (Água Circumpolar Inferior), APAN (Água profunda do Atlântico Norte) e AFA (Água de Fundo Antártica). Adaptado de Sandro Monticelli Petró (UFRGS), Rodrigues et. al 2018 e Schlitzer, 2000 – Electronic Atlas of WOCE hydrographic.

Foram analisadas 24 amostras de sedimento, distribuídas a intervalos de cerca de 12 cm ao longo do testemunho SIS188, abrangendo um intervalo temporal entre 7 e 47 mil anos.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram fracionadas em três classes de tamanho por peneiramento (acima de 500 µm; entre 500 e 125 µm e entre 125 e 63 µm) e, posteriormente, quarteadas e triadas até se obter um número mínimo de 300 indivíduos. Todos os taxa pertencentes à família Uvigerinidae (*Trifarina angulosa*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina mediterranea*, *Uvigerina auberiana*, *Uvigerina dirrupta*, *Uvigerina hispidocostaia*) foram identificados e fotografados com o auxílio do microscópio Zeiss Axio Zoom V16, obtendo-se modelos digitais 3D reconstruídos com medidas de profundidade das testas. Foram obtidas 1090 fotomicrografias e, a partir destas, calculadas as medidas de altura (h), largura (d1), profundidade (d2), área, volume e biomassa de cada testa não-fragmentada. Todo o processamento biométrico foi feito com o pacote Forimage (disponível no software R).

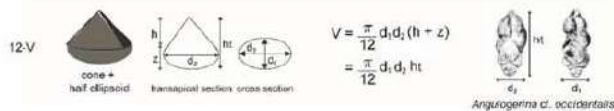
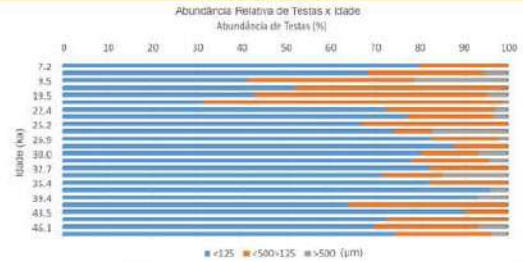


Figura 2. Exemplos de medidas para obter dados de biovolume. Modelo em destaque par a família Uvigerinidae Fonte: Freitas (2016). Adaptado de: Hilebrand et al (1999) e Sun & Liu (2003).

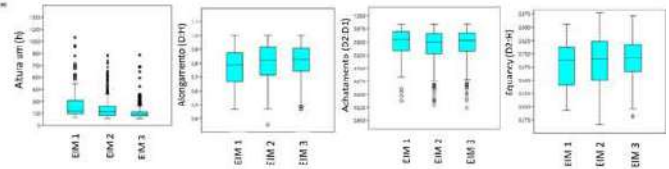
#### AGRADECIMENTOS



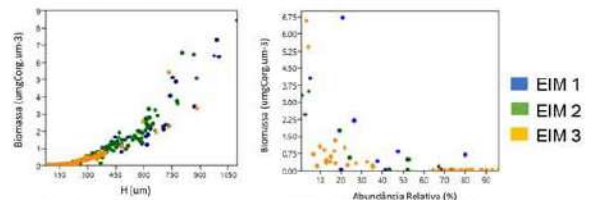
#### RESULTADOS



As testas de Uvigerinídeos representaram cerca de 11 % do total de testas identificadas ao longo do SIS188 e sua abundância relativa variou aproximadamente de 80 a 30% para as testas <125, 70 a 15% para as frações <500>125 e 20 a 5% para as frações >500, entre as profundidades analisadas.



Com relação às variáveis biométricas e o seu comportamento entre os estágios isotópicos, a altura das testas (H) apresentou maiores variações de tamanho dos organismos durante o EIM 1, com seus valores concentrados principalmente no intervalo de 150-300 micrômetros. Esse estágio também apresentou uma maior amplitude quando comparado com os demais, sendo o EIM 3 o estágio com menor variação de tamanho entre as testas. No geral, as testas variaram de 75-1095 micrômetros de altura. As razões de alongamento (D:H), achatamento (D2:D1) e equancy (D2:H) não apresentam grandes diferenças entre os estágios.



As estimativas de biomassa total de Uvigerinídeos por amostra sugerem uma tendência crescente da base do testemunho (EIM 3) em direção ao topo (EIM1). Foi constatado também uma relação inversa entre os valores de abundância relativa de Uvigerinidae (maiores na base do testemunho) e a biomassa total desta família por amostra (maior no topo).

#### DISCUSSÕES E CONCLUSÃO

Os descritores morfométricos analisados permitiram evidenciar diferentes condições paleoecológicas entre o final do EIM 3 a início do EIM1. Testas com menor tamanho ocorreram em maior número no EIM 3, sugerindo condições tróficas suficientes apenas para a reprodução (estrategistas r) e/ou baixas concentrações de carbonato de cálcio restringindo o crescimento das testas. As estimativas de biomassa acumulada variaram significativamente ao longo do testemunho, indicando alta sensibilidade deste proxy às variações climáticas e paleoceanográficas. O aumento da importância das testas maiores e dos valores de biomassa em direção ao topo sugerem condições mais favoráveis aos Uvigerinídeos após o UMG. Acredita-se que as conclusões que estão sendo obtidas a partir da identificação de mudanças no comportamento biométrico das populações de foraminíferos bentônicos ao longo dos ciclos climáticos poderão subsidiar também estudos preditivos sobre o impacto do aquecimento global nas comunidades marinhas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

RODRIGUES, A.R.; PIVEL, M.A.G.; SCHMITT, P.; ALMEIDA, F.K.; BONETTI, C. 2018. Infaunal and epifaunal benthic foraminifera species as proxies of organic matter paleofluxes in the Pelotas Basin, south-western Atlantic Ocean, Marine Micropaleontology, 144: 38-49. PETRO, S.M. 2018.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### VARIAÇÕES NA PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA E PRODUÇÃO DE BACTÉRIA MAGNETOTÁTICA, NO DANIANO PARA O SITE ODP 1262 (WALVIS RIDGE): RESPOSTAS AO K/Pg E AOS EVENTOS HIPERTERMAIS

GAMBETA, J.H.<sup>1</sup>; KRAHL, G.<sup>2</sup>; FAUTH, G.<sup>2</sup>; BOM, M.H.<sup>2</sup>; SOUZA, L.V.<sup>2</sup>; KOCHHANN, K.G.D.<sup>2</sup>; GESHEV, J.P.<sup>1</sup>; NICOLODI, S.<sup>1</sup>; BIANCHI, L.L.<sup>1</sup>; SAVIAN, J.F.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Johnathan Henrique Gambeta, [johnathanhenrique@hotmail.com](mailto:johnathanhenrique@hotmail.com)); Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>2</sup>

Durante o Paleógeno (65 - 23 Ma) o clima da Terra sofreu mudanças abruptas em sua temperatura média, sendo descrita por rápidas elevações em um período onde a sua tendência geral era de resfriamento. Estes eventos são definidos através de dados de isótopos estáveis ( $\delta^{18}\text{O}$  e  $\delta^{13}\text{C}$ ) em foraminíferos coletados em sedimentos pelágicos, onde apresentam uma excursão negativa de  $\delta^{18}\text{O}$ , caracterizados na literatura como hipertermais. Estes eventos apresentam duração inferior a 150 mil anos, e registram mudanças paleoambientais importantes no registro geológico, sendo possível estudá-los através da caracterização de sedimentos coletados em fundo oceânico, que apresentam ótimos marcadores destas variações climáticas. O registro magnético em sedimentos é capaz de fornecer ótimas respostas visando o entendimento das mudanças ambientais que ocorreram nesse período, principalmente as mudanças climáticas capazes de interferir no aporte de sedimentos para os oceanos. Neste trabalho são estudados os evento Dan-C2 e *Lower C29n*, caracterizados por excursão negativa de  $\delta^{18}\text{O}$  e  $\delta^{13}\text{C}$ , associado com uma diminuição no teor de carbonatos ( $\text{CaCO}_3$ ), ambos ocorridos no Daniano (66.04 – 61.6 Ma), período após a transição Cretáceo-Paleógeno (K-Pg). Foram obtidos dados de magnetismo de sedimentos pelágicos do testemunho coletado pela ODP (Site 1262), perfurado na Bacia de Angola, com o objetivo de analisar a resposta magnética da sucessão sedimentar e associá-los com os seus respectivos processos geológicos. Este estudo visa contribuir para a discussão das mudanças paleoambientais que marcam a transição K-Pg, e também dos efeitos dos eventos hipertermais durante o Daniano. Foram obtidos dados de susceptibilidade magnética (SM), curvas de histerese ( $H_c$ ,  $H_{cr}$ ,  $M_s$ ,  $M_{rs}$ ) e diagramas FORC. Os dados foram obtidos e processados no Laboratório de Magnetismo (LAM) do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A análise integrada dos métodos citados revelou que os intervalos onde há picos de temperatura estão relacionados com uma baixa produtividade primária dos oceanos, que é marcada pela pequena quantidade ou até mesmo ausência de magnetofósseis. Além disso, os diagramas FORC mostram um formato horizontal centralizado na origem ( $B_u=0$ ) que indica a predominância de partículas de domínio simples (SD) não interagentes, sendo estas feições características da assinatura típica de cadeias intactas de magnetofósseis. Os dados obtidos sugerem que a abundante ocorrência de magnetofósseis está associada com as variações de paleoprodutividade devido às mudanças paleoambientais, principalmente no aporte de sedimentos contendo quantidade significativa de ferro para os oceanos, no Início do Daniano.

Palavras-chave: Produtividade primária. Magnetofósseis. FORCs. ODP 1262.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### VARIAÇÕES NA PRODUTIVIDADE PRIMÁRIA E CONCENTRAÇÃO DE BACTÉRIA MAGNETOTÁTICA, NO DANIANO NO SITE ODP 1262 (WALVIS RIDGE): RESPOSTAS AO K/Pg E AOS EVENTOS HIPERTERMAIS DAN-C2 E LOWER-C29N

GAMBETA, J.H.<sup>1</sup>; KRAHL, G.<sup>2</sup>; FAUTH, G.<sup>2</sup>; BOM, M.H.<sup>2</sup>; SOUZA, L.V.<sup>2</sup>; KOCHHANN, K.G.D.<sup>2</sup>; GESHEV, J.P.<sup>1</sup>; NICOLodi, S.<sup>1</sup>; BIANCHI, L.L.<sup>1</sup>; SAVIAN, J.F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS<sup>1</sup>; <sup>2</sup>Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS<sup>2</sup>



#### INTRODUÇÃO

Durante o Cenozóico (65 Ma - presente), o clima da Terra apresentou rápidas elevações em suas temperaturas médias em um período onde a sua tendência era de resfriamento. Estes eventos são conhecidos como hipertermais (e.g., Zachos *et al.*, 2008) e apresentam duração inferior a 150.000 anos (Fig. 1). Os hipertermais são definidos através de dados de isótopos estáveis ( $\delta^{18}O$  e  $\delta^{13}C$ ) em foraminíferos coletados em sedimentos pelágicos, onde apresentam uma excursão negativa de  $\delta^{18}O$ . O registro magnético em sedimentos é capaz de fornecer respostas visando o entendimento das mudanças ambientais que ocorreram nesse período, onde a ocorrência de magnetita biogênica tem sido considerada um dos principais constituintes da assembleia mineral magnética em sedimentos marinhos. A abundância de magnetofósseis em sedimentos pode ser utilizado, em locais apropriados, como um proxy para mudanças da paleoprodutividade devido as alterações no aporte de carbono orgânico e nutrientes, como por exemplo, o ferro (Roberts *et al.*, 2011; Savian *et al.*, 2014).

O Dan-C2 é considerado o primeiro evento hipertermal do Cenozóico, ocorrido no Daniano (66 – 61.6 Ma), período logo após a transição K-Pg, sendo alvo de grande interesse científico, devido este intervalo ser pontuado por massiva instabilidade na dinâmica global, que inclui o vulcanismo Deccan e o impacto do meteoro, que gerou uma extinção em massa considerada uma das maiores crises biológicas da história geológica (Schulte *et al.*, 2010; Molina, 2015). Este evento é caracterizado por uma excursão negativa de  $\delta^{18}O$  e  $\delta^{13}C$  associado com uma diminuição no teor de carbonatos  $CaCO_3$  (Quillevér *et al.*, 2008).

Sendo assim, este trabalho tem como objetivo analisar a resposta magnética dos sedimentos de seções fornecidas pela ODP (Ocean Drilling Program), com base em dados de magnetismo de rochas, com o intuito de ajudar na discussão da paleoprodutividade primária dos oceanos no período em questão.

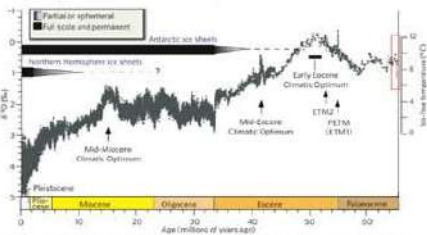


Figura 1. Evolução da temperatura média global nos últimos 65 Ma. Com base nos dados de  $\delta^{18}O$ . As setas indicam os eventos hipertermais, sendo a demarcação em vermelho o período de estudo deste trabalho. (Zachos *et al.*, 2008)

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado a partir de testemunhos coletados pela ODP - Site 1262, perfurado na Bacia de Angola (Fig. 2).

As amostras foram coletadas ao longo deste testemunho demarcadas pela sua profundidade e escala temporal. Foram obtidos dados de magnetização dos sedimentos através das curvas de histerese e diagramas FORC, ambos processados no Laboratório de Magnetismo (LAM) do Instituto de Física da UFRGS, no magnetômetro de amostras vibrantes MircoSense EZ9.2.

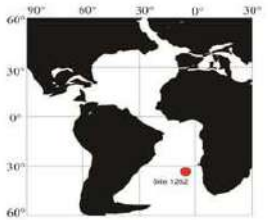


Figura 2. Mapa da paleoprodutividade do Oceano Atlântico durante o intervalo Cretáceo-Paléoceno com a localização aproximada do testemunho IODP Site 1262, destacado pelo círculo em vermelho. (Modificado de <http://www.ods.odsi.org/services/paleomap/paleomap.html>)

#### RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise integrada dos métodos citados revelou que existe um padrão inverso de variações nas propriedades magnéticas desses sedimentos, a partir da análise da magnetização remanente, com as curvas de  $CaCO_3$  e TOC (Fig. 2).

Com base na interpretação dos diagramas FORC verificou-se a presença de uma assinatura de crista central (Egli *et al.*, 2010) durante a rápida recuperação após o limite K/Pg (Fig. 3d e 3e), seguido pelo colapso durante o Dan-C2 (Fig. 3c) e uma recuperação posterior (Fig. 3b e 3a), claramente observada nos FORCs a partir do formato horizontal centralizado na origem ( $H_u=0$ ) que indica a predominância de partículas de domínio simples (SD) não interagentes. Estas feições delimitam a assinatura típica de cadeias intactas de magnetofósseis (Egli *et al.*, 2010). Sendo assim, os diagramas FORC dos sedimentos do Site 1262 indicam que a magnetita biogênica é o principal componente magnético dos sedimentos antes e depois do evento.

Dois mecanismos são discutidos na literatura para explicar a ocorrência de magnetofósseis. O primeiro mostra evidências para a importância da disponibilidade de ferro dissolvido, transportado como poeira edúca, como um dos principais fatores para a ocorrência de magnetofósseis em sedimentos (Roberts *et al.*, 2011). O outro mecanismo que estimula a produtividade primária é através da fertilização por ferro, a partir da deposição por cinzas vulcânicas (e.g., Hamme *et al.*, 2010; Langmann *et al.*, 2010), que é uma importante fonte de ferro biodisponível (e.g., Jones and Gislason, 2008; Duggen *et al.*, 2010). A ocorrência do Deccan LIP ocorrendo concomitantemente com o período em estudo faz com que o segundo mecanismo seja mais evidente para as variações de paleoprodutividade, estimuladas pela entrada de ferro no sistema.

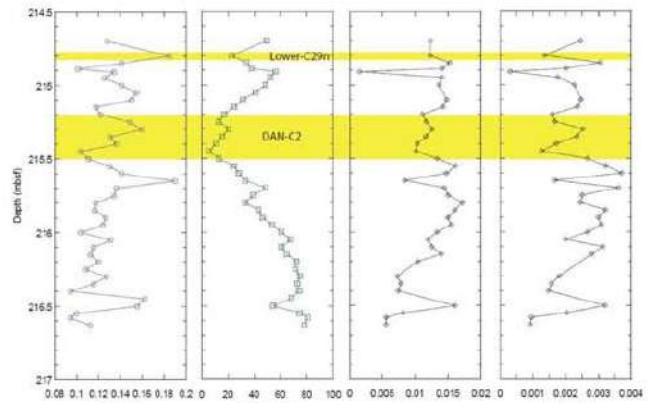


Figura 3. Carbono orgânico total (TOC) e  $CaCO_3$  do testemunho estudado, além das propriedades magnéticas dos sedimentos, sendo  $M_s$  magnetização remanente de saturação e  $M_s/M_s(emu/g)$  magnetização remanente de saturação.

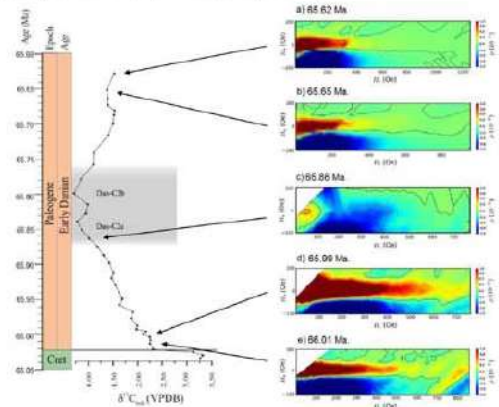


Figura 4. Diagrama FORC de alta resolução para amostras representativas de sedimentos do Daniano do Site 1262, com a localização das amostras plotadas no gráfico de  $\delta^{13}C$ . Um pico estreito ao longo de eixo  $H_u$ , que é típico de magnetofósseis (Egli *et al.*, 2010), está presente nas amostras pré- e pós-Dan C2 (FORCs "a", "b", "d" e "e") mas não aparece durante o evento (FORC "c"). Os FORCs são plotados usando o algoritmo de Harrison and Felberg (2008), com  $QF$  de 3 para as amostras do Site 1262.

#### CONCLUSÕES

Os diagramas FORC utilizados para a realização do trabalho foi uma técnica importante, pois a partir da análise desses dados foi possível separar minerais magnéticos detriticos de biogênicos, que por sua vez são considerados um proxy de alta relevância para a determinação das variações de paleoprodutividade primária.

Os intervalos com concentrações elevadas de magnetofósseis nos sugerem um consequente aumento da produtividade primária, o que provavelmente foi estimulado pela entrada de ferro nos oceanos proveniente do vulcanismo do Deccan LIP.

#### AGRADECIMENTOS



#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Duggen, S., *et al.* 2010. The role of siliceous volcanic ash for the surface ocean biogeochemical iron cycle: a review. *Biogeochemistry* 7, 527-544.

Egli, R. *et al.* 2010. Detection of nonmagnetizing single domain particles using first-order reversal curve diagrams. *Geochim. Geophys. Res.* 115, G02011.

Hamme, R.C. *et al.* 2010. Volcanic ash fuels anomalous plankton bloom in subtropical northwest Pacific. *Geophys. Res. Lett.* 37.

Harrison, R. J. and J. M. Felberg. FORCnet: An improved algorithm for calculating first-order reversal curve distributions using locally weighted regression smoothing. *Geochim. Geophys. Res.* 15(2001) 020016.

Jones, M.T., Gislason, S.R. 2001. Rapid releases of metal salts and nutrients following the deposition of volcanic ash into aqueous environments. *Geochim. Cosmochim. Acta* 71, 3961-3986.

Langmann, B., *et al.* 2010. Volcanic ash as fertilizer for the surface ocean. *Atmos. Chem. Phys.* 10, 3891-3899.

Molina, E. 2015. Evidence and causes of the main extinction events in the Paleogene based on extinction and survival patterns of foraminifera. *Earth-Science Reviews* 144:105-151.

Quillevér, F., Norris R.D., Koon D., Wilson P.A. 2008. Transient ocean warming and shifts in carbon reservoirs during the early Danian. *Earth and Planetary Science Letters* 265:600-615. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2007.10.040>.

Roberts, A.P. *et al.* 2011. Magnetotactic bacterial abundance in pelagic marine environments is linked by organic carbon flux and availability of dissolved iron. *Earth and Planetary Science Letters* 310:441-452.

Savian, J.F. *et al.* 2014. Enhanced primary productivity and magnetotactic bacterial production in response to middle Eocene warming in the Neo-Tethys Ocean. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.* 414, 32-45.

Zachos *et al.* 2008. An early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon-cycle dynamics. *Nature* 451, 275-283.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CALIBRAÇÃO ASTRONÔMICA PARA O APTIANO NO TESTEMUNHO POGGIO LE GUAINÉ (CAGLI, ITALIÁ)

LEANDRO, C<sup>1</sup>; SAVIAN, J<sup>1</sup>; KOCHHANN, M<sup>1</sup>; COCCIONI, R<sup>2</sup>; FRONTALINI, F<sup>2</sup>; FAUTH, G<sup>3</sup>;  
TRINDADE, R<sup>4</sup>; JOVANE, L<sup>4</sup>; FIGUEIREDO, M<sup>5</sup>; TEDESCHI, L<sup>5</sup>; FRANCO, D<sup>6</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Carolina Gonçalves Leandro, [carolina.leandro@ufrgs.br](mailto:carolina.leandro@ufrgs.br)); Università Degli Studi di Urbino “Carlo Bo”<sup>2</sup>; Universidade do Vale dos Sinos<sup>3</sup>; Universidade de São Paulo<sup>4</sup>; Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello, PETROBRÁS<sup>5</sup>; Observatório Nacional<sup>6</sup>

O Aptiano, no Cretáceo inferior, foi um período de intensas mudanças climáticas, aumento da temperatura global, elevação do nível do mar, anoxia oceânica, mudanças bióticas, intensificação do ciclo de carbono, aumento da produção de crosta oceânica, início de um superchron magnético e atividades de superplumas. Eventos globais importantes estão presentes neste período, e são evidentes na deposição cíclica e preservação de folhelhos negros (*black shales*), como o nível Selli (Evento Anóxico Oceânico denominado OAE1a), assim como outros intervalos denominados níveis Kilian, Jacob e Falot. Mudanças periódicas nas condições redox no fundo do oceano resultaram na deposição dos níveis Vermelhos Oceânicos (ORBs) intervenientes. A seção de *Poggio le Guaine* (PLG) oferece um registro estratigráfico completo para o Aptiano, com ~36 m de sedimentos pelágicos das Formações Maiolica e Marne a Fucoidi. Localizada no cume de Monte Nerone, na Bacia Umbria-Marche, no centro da Itália, 6 km a oeste da cidade de Cagli (lat. 43°32'29.06" N, long. 12°34'51.09" E). A seção sedimentar é composta principalmente por calcários e margas de grãos finos de águas profundas (pelágicos e hemipelágicos) que compõem a parte superior da Formação Maiolica e a parte inferior da Formação Marne a Fucoidi, incluindo o nível Selli, que é em grande parte folhelho rico em material orgânico. Os calcários da Formação Maiolica são na maioria brancos a cinza-claros e apresentam poucas estruturas diagenéticas macroscópicas. O calcário cinza escuro e os folhelhos negros são esparsos, formando algumas camadas de um centímetro de espessura relativamente ricas em matéria orgânica. Apesar dos excelentes registros sedimentares presentes em algumas seções, o Aptiano não possui uma cronologia bem definida, sendo alvo de debates atuais. A cicloestratigrafia é uma técnica que mede o tempo de duração dos ciclos climáticos que são produzidos pela interação dos parâmetros orbitais da Terra, como excentricidade, obliquidade e precessão dos equinócios, os quais periodicamente alteram o grau de insolação sazonal que a Terra recebe. Estes ciclos relacionados as variações orbitais, encontram-se na banda de frequências de Milankovitch, e são objetos de um crescente número de estudos sobre fenômenos geológicos repetitivos. No presente trabalho, apresentamos a cicloestratigrafia baseada em dados de suscetibilidade magnética (MS) e magnetização remanente anisterética (MRA), embasada por análises de tempo-frequência e resoluções astronômicas para o Cretáceo inferior, com o objetivo de obter um modelo de idade de alta resolução para o período estudado. As análises espectrais das séries de MS e MRA revelam ciclos sedimentares de 2–2,5 m; 0,65–0,8 m; 0,52 m; 0,24 m; 0,13–0,18 m; e 2–2,7 m; 0,67 m; 0,57 m; 0,2–0,27 m; 0,13–0,19 m, respectivamente. Com base nos dados bioestratigráficos disponíveis, a calibração dos ciclos de 2–2,5 m e 2–2,7 m para os ciclos de excentricidade de 405 kyr indica excentricidades curtas de (125 e 95 kyr), obliquidade (48–39 kyr) e precessão (33–23 kyr).

Palavras-chave: Susceptibilidade magnética. Magnetização remanente anisterética. Cicloestratigrafia. Cretáceo inferior.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### CALIBRAÇÃO ASTRONÔMICA PARA O APTIANO NO TESTEMUNHO POGGIO LE GUAINÉ (CAGLI, ITÁLIA)



LEANDRO, C.<sup>1</sup>; SAVIAN, J.<sup>1</sup>; KOCHHANN, M.<sup>1</sup>; COCCIONI, R.<sup>2</sup>; FRONTALINI, F.<sup>2</sup>; FAUTH, G.<sup>3</sup>; TRINDADE, R.<sup>4</sup>; JOVANE, L.<sup>4</sup>; FIGUEIREDO, M.<sup>5</sup>; TEDESCHI, L.<sup>5</sup>; FRANCO, D.<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Carolina Gonçalves Leandro, carolina.leandro@ufrgs.br); <sup>2</sup>Università Degli Studi di Urbino "Carlo Bo"; <sup>3</sup>Universidade do Vale dos Sinos; <sup>4</sup>Universidade de São Paulo; <sup>5</sup>Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Americo Miguez de Mello, PETROBRÁS; <sup>6</sup>Observatório Nacional



#### INTRODUÇÃO

O Aptiano (~112–121 Ma), no Cretáceo inferior, foi um período de intensas mudanças climáticas, aumento da temperatura global, elevação do nível do mar, anoxia oceânica, mudanças bióticas, intensificação do ciclo de carbono, aumento da produção de crosta oceânica, início de um superchron magnético e atividades de superplumas. Muitos destes eventos tiveram influência global e são evidenciados pela deposição cíclica e preservação de folhelhos negros (*black shales*), como o nível *Selli* (Evento Anóxico Oceânico - OAE1a, ~120 ± 3.4 Ma), assim como outros intervalos denominados níveis Kilian, Jacob e Falot. No entanto, a cronologia dos eventos que ocorreram durante o Aptiano ainda não está bem estabelecida. Uma importante contribuição para a solução deste problema pode ser dada a partir de dados obtidos no testemunho Poggio Le Guainé (PLG) (Fig. 1), que oferece um registro estratigráfico completo para o Aptiano, com ~36 m de sedimentos pelágicos das Formações Maiolica e Mamme a Fucoidi. O PLG está localizada no cume do Monte Nerone, na Bacia Umbria-Marche, região central da Itália (43,5°N; 12,6°E). Neste trabalho, apresentamos a versão preliminar de um modelo de idade de alta resolução construído a partir da cicloestratigrafia utilizando dados de susceptibilidade magnética.

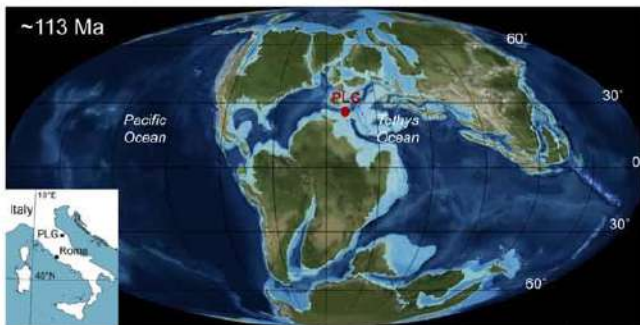


Figura 1. Mapa paleogeográfico a ~113 Ma (modificado de <http://www.jan.ucc.nau.edu>) mostrando a localização do PLG.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

As medidas de susceptibilidade magnética (MS) em três diferentes frequências (976, 3904, 15616 Hz); e magnetização remanescente anisotérica (ARM), foram obtidas a partir de amostras de ~8 cm<sup>3</sup> no Laboratório de Paleomagnetismo e Geomagnetismo da Universidade de São Paulo (USPMag). As análises cicloestratigráficas foram realizadas com o software *Acycle* (Li et al., 2019), através das seguintes etapas: (1) Conversão dos dados de MS e ARM para a escala logarítmica com a finalidade de harmonizar a sua variabilidade (Hinnov et al., 2013); (2) interpolação linear e reamostragem a cada 2 cm; (3) remoção da tendência linear; (4) análise espectral através do método Multitaper - MTM (Thomson, 1982); (5) análise evolutiva através da Transformada Rápida de Fourier (FFT); (6) estimativa preliminar de calibração astronômica.

Os resultados das etapas (1) a (4) estão apresentados na Figura 2. Na Figura 3, estão presentes os resultados das etapas (1) a (5) integrados com os dados do testemunho PLG e a calibração astronômica.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise espectral dos dados de MS permitiu a identificação do ciclo de longa excentricidade (~405 k.y.). Este ciclo é resultante da interação das periélias orbitais de Vênus e Júpiter e tem sido amplamente adotado como metrônomo para trabalhos de ajuste astronômico, devido à sua alta estabilidade ao longo do tempo geológico (Hinnov, 2013). Adicionalmente, a idade de ~112.8 Ma foi assumida como sendo o topo do nível Kilian (Sabatino et al., 2018). Estas informações permitiram a construção um modelo de idades preliminar, que após ser aprimorado, irá auxiliar no estabelecimento dos limites e da cronologia de eventos registrados durante o Aptiano.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Hinnov, L.A., 2013. Cyclostratigraphy and its revolutionizing applications in the earth and planetary sciences. *Geol. Soc. Am. Bull.* 125, 1703–1734.  
 Laskar, J., Robutel, P., Joutel, F., Gastineau, M., Correia, A. C. M., & Levrard, B. (2004). A long-term numerical solution for the insolation quantities of the Earth. *A&A*, 428(1), 261–285.  
 Li, M., Hinnov, L., Kump, L., 2019. *Acycle*: time-series analysis software for paleoclimate research and education. *Comput. Geosci.* 127, 12–22.  
 Sabatino, N., Ferraro, S., Cocconi, R., Bonsignore, M., DelCore, M., Tancredi, V., Spivrieri, M., 2018. Mercury anomalies in upper Aptian-lower Albian sediments from the Tethys realm. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.* 495, 163–170.  
 Thomson, D. J., 1982. Spectrum estimation and harmonic analysis. *Proceedings of the IEEE*, 70(9), 1055–1096.

#### RESULTADOS

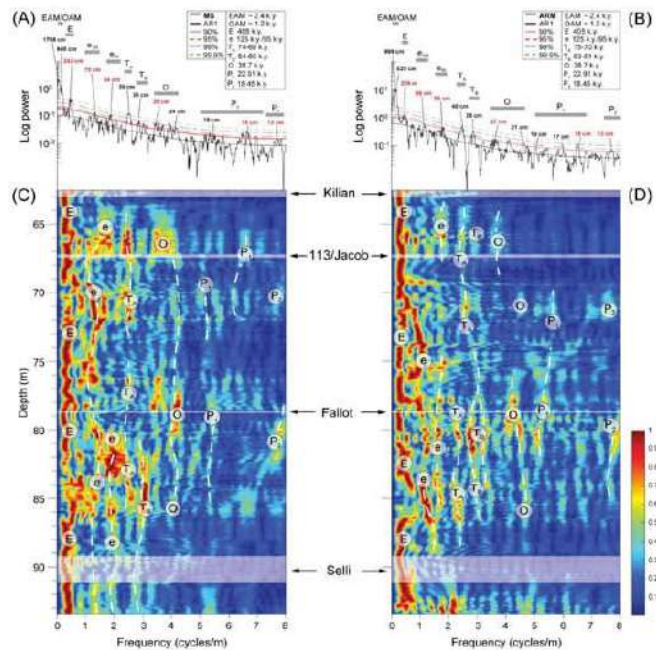


Figura 2. Análise espectral para os dados de (A-C) MS e (B-D) ARM. Topo: espectros de potência multipaper, com o modelo espectral de ruído vermelho AR (1) e níveis de confiança de 90%, 95% e 99,9%, para teste de hipótese nula. Os comprimentos de onda dos picos espectrais são apresentados em cm. Abaixo: Espectrogramas evolutivos da transformada rápida de Fourier (FFT), onde E indica excentricidade longa; e excentricidade curta; O, obliquidade; P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub> sinais de precessão.

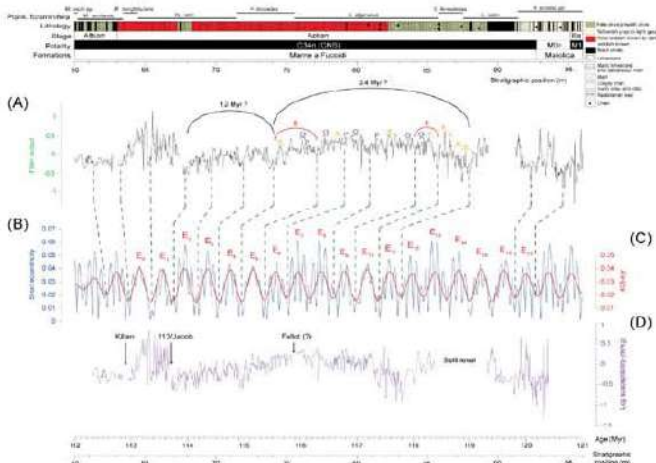


Figura 3. Calibração astronômica do PLG. (A) dados de MS em escala logarítmica, com interpolação linear, reamostragem a cada 2 cm e remoção da tendência linear; (B) e (C) soluções orbitais La04 (Laskar et al., 2004) para as excentricidades ~100 k.y. e ~405 k.y.; (D) dado calibrado pela excentricidade longa.

#### AGRADECIMENTOS





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### UM ESTUDO DA VARIAÇÃO PALEOSECULAR ATRAVÉS DE REGISTROS DE SEDIMENTO DO HOLOCENO TARDIO NO EXTREMO SUL DA AMÉRICA DO SUL

LOPES, T.C.<sup>1</sup>; SAVIAN, F.J.<sup>1</sup>; FRIGO, E.<sup>1,2</sup>; ENDRIZZI, G.<sup>1</sup>; HARTMANN, G.A.<sup>3</sup>; SANTOS, N.O.<sup>4</sup>;  
TRINDADE, R.I.F.<sup>4</sup>; IVANNOFF, M.D.<sup>1</sup>; TOLDO JR, E.E.<sup>1</sup>; ROBERTS, A.P.<sup>5</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Camila Trindade Lopes, [camila.trindade@ufrgs.br](mailto:camila.trindade@ufrgs.br));  
Universidade Federal do Pampa<sup>2</sup>; Universidade Estadual de Campinas<sup>3</sup>; Universidade de São  
Paulo<sup>4</sup>; The Australian National University<sup>5</sup>

A variação no campo geomagnético terrestre (CMT) ocorre em escalas de tempo variando de minutos (tempestades magnéticas) a milhões de anos (inversão de polaridade). A variação secular opera com uma escala de tempo da ordem de  $10^2$ - $10^4$  anos, durante o qual a direção do campo é medida em um determinado ponto da superfície da Terra. A variação paleosecular (PSV) descreve o comportamento do campo geomagnético nas escalas anuais e milenares, registradas por remanescentes paleomagnéticos. As sequências sedimentares podem registrar a sedimentação contínua a taxas altas o suficiente para permitir a extração de um registro em série da variação secular do CMT. Os dados de variação secular do CMT são a principal fonte de informação sobre o funcionamento do geodínamo, e, por consequência, sobre a formação e a dinâmica do núcleo terrestre. No entanto, nota-se um desequilíbrio muito grande na distribuição espacial dos dados magnéticos direcionais e de intensidade na literatura mundial. Para os últimos 4 ka, o Hemisfério Sul contribui com menos de 3% dos dados direcionais e com aproximadamente 5% dos dados de intensidade para o banco de dados mundial. A forte discrepância no banco de dados entre os hemisférios é um fator limitante no desenvolvimento dos modelos que traçam a evolução do campo, consequentemente, no avanço do conhecimento dos processos de geração do campo para os últimos milênios. Neste trabalho apresentamos dados paleomagnéticos de dois testemunhos (PT04 e PT06) de um projeto de perfuração localizado na Lagoa dos Patos no extremo sul do Rio Grande do Sul. A recuperação das sequências sedimentares da Lagoa dos Patos nos permite obter um arquivo geológico para reconstruir a variabilidade milenar do campo geomagnético nessa região entre 4200 e 3200 ka, Holoceno tardio. A variação do CMT foi estudada a partir de dados de declinação, inclinação e intensidade medidas nos sedimentos. Curvas de histerese e de magnetização remanente isotérmica (IRM) foram obtidas para análises da mineralogia magnética. Os dados adquiridos possuem uma alta resolução apresentando informações do campo a cada dez anos aproximadamente. As curvas paleodirecionais obtidos para essa região são correlacionáveis entre si, assim como, os dados dos parâmetros de paleointensidade relativa (NRM/ $\chi$ , NRM/SIRM, e NRM/ARM). Com base nesses dados, discutiremos algumas questões que são temas atuais de debate ao mesmo tempo em que estaremos abastecendo o banco de dados mundial. Os dados em escalas de tempo de poucos milhares de anos auxiliarão a estudar as variações do campo dipolar, também a compreender as oscilações do campo não-dipolar na América do Sul entre 4200 e 3200 ka.

Palavras-chave: Variação paleosecular. Holoceno tardio. Sedimentos lacustres.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### UM ESTUDO DA VARIAÇÃO PALEO-SECULAR ATRAVÉS DE REGISTROS DE SEDIMENTO DO HOLOCENO TARDIO NO EXTREMO SUL DO BRASIL

LOPES, T.C.<sup>1</sup>; SAVIAN, F.J.<sup>1</sup>; FRIGO, E.<sup>1,2</sup>; ENDRIZZI, G.<sup>1</sup>; HARTMANN, G.A.<sup>3</sup>; SANTOS, N.O.<sup>4</sup>; TRINDADE, R.I.F.<sup>4</sup>; IVANNOFF, M.D.<sup>1</sup>; TOLDO JR, E.E.<sup>1</sup>; ROBERTS, A.P.<sup>5</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Camila.Trindade@ufrgs.br); Universidade Federal do Pampa<sup>2</sup>; Universidade Estadual de Campinas<sup>3</sup>; Universidade de São Paulo<sup>4</sup>; The Australian National University<sup>5</sup>



#### INTRODUÇÃO

O conjunto de variações direcionais e de intensidade do campo magnético terrestre (CMT) no passado, em escala temporal anual a milenar, é denominado variação paleo-secular (PSV). A PSV pode ser registrada em sedimentos de fundos de lagos e do fundo mar. Estes registros são a principal fonte de informação sobre o funcionamento do geodínamo, e, por consequência, sobre a formação e a dinâmica do núcleo terrestre. A forte discrepância no banco de dados entre os hemisférios norte e sul é um fator limitante no desenvolvimento dos modelos que traçam a evolução do campo para os últimos milênios. Neste trabalho são apresentados novos dados paleomagnéticos obtidos a partir de dois testemunhos de sondagem (PT-04 e PT-06) coletados na Lagoa dos Patos (Fig. 1).

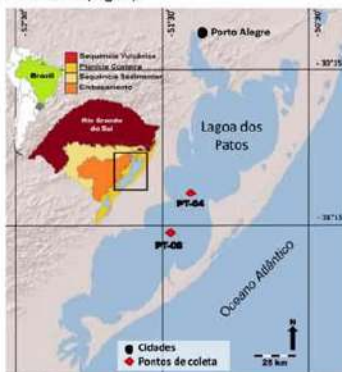


Figura 1. Localização geográfica da Lagoa dos Patos no Estado do Rio Grande do Sul. As posições dos testemunhos estão indicados pelos losangos vermelhos.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

As análises paleomagnéticas foram realizadas no Laboratório de Paleomagnetismo da Universidade de São Paulo (USPMag). Foram realizadas medidas de susceptibilidade magnética ( $\chi$ ) e a desmagnetização progressiva por campos alternados (AF) da magnetização remanescente natural (NRM) de todas as amostras. Após a desmagnetização da NRM, cada amostra foi submetida à aquisição, passo a passo, de magnetização remanescente anteristérica (ARM) com um campo direto de 0,05 mT em passos idênticos aos da desmagnetização de NRM (Tauxe et al., 1995). Três magnetizações remanescentes isotérmicas (SIRM) foram induzidas a 0,1, 0,3 e 1,0 T. A magnetização remanescente característica (ChRM) foi determinada a partir da interpretação de gráficos de desmagnetização ortogonais (Zijderveld, 1967). Os valores de ChRM foram calculados a partir do ajuste de tendências lineares nos gráficos de desmagnetização usando análise de componentes principais (Kirschvink, 1980).

#### RESULTADOS

A partir dos valores de datações absolutas foram construídos os modelos de profundidade-idade para os dois testemunhos (Fig. 2).

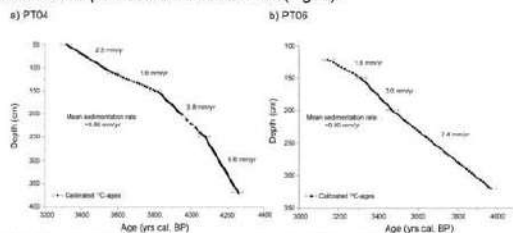


Figura 2. Modelos de idades para os testemunhos PT04 (a) e PT06 (b).

Considerando os modelos de idades, os dados paleomagnéticos obtidos podem ser apresentados como função do tempo (Figs. 3 a 5).

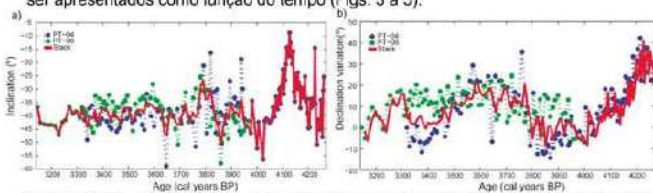


Figura 3. Gráficos de inclinação e declinação para os testemunhos PT04 (círculos azul) e PT06 (círculos verde) e a curva média (linha vermelha).

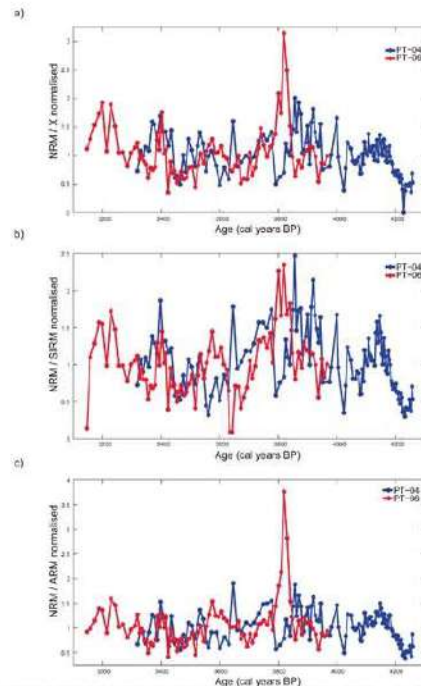


Figura 4. Valores de indicadores de paleointensidade relativa:  $NRM_{int} / \chi$  (a),  $NRM_{int} / SIRM_{15mT}$  (b) e  $NRM_{15mT} / ARM_{15mT}$  (c) em função da idade.

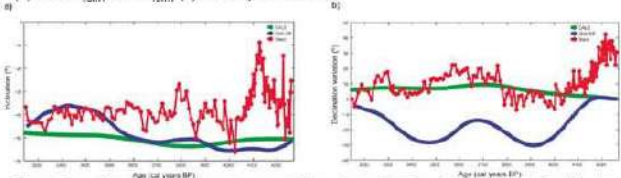


Figura 5 – Comparação das curvas médias de Inclinação (a) e declinação (b) dos testemunhos PT04 e PT06 com os valores preditos pelos modelos geomagnéticos CALS (Brown et al., 2015; Constable et al., 2016) e SHA.DIF (Pavón Carrasco et al., 2014).

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os valores inclinação obtidos oscilam em torno de  $-40^\circ$ , apresentando máximos e mínimos de  $-10^\circ$  e  $-55^\circ$ , respectivamente. Estes valores são geralmente mais baixos do que aqueles preditos pelos modelos geomagnéticos. A variabilidade de declinação é similar aquela predita pelo modelo SHA.DIF. Os valores dos indicadores de paleointensidade relativa ( $NRM/\chi$ ,  $NRM/SIRM$ , e  $NRM/ARM$ ) obtidos para os dois testemunhos apresentam similaridade entre si, indicando a qualidade do registro. O portador magnético principal é um mineral de baixa coercividade (e.g., magnetita) pseudo-domínio simples (PSD). O refinamento da análise realizada até o momento permitirá a adição destes novos dados paleomagnéticos ao banco de dados global. Desta forma, será possível contribuir para a definição de uma curva paleomagnética de referência para a América do Sul entre 4200 e 3200 anos AP, que permitirá investigar as variações das parcelas dipolar e não-dipolar do CMT nesta região do planeta. Adicionalmente, os resultados paleomagnéticos podem contribuir para refinar a cronologia dos registros sedimentares estudados.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brown, M.C., Donadini, F., Nilsson, A., Panovska, S., Frank, U., Korhonen, K., Schubert, M., Korte, M., Constable, C., Korte, M., Panovska, S., 2016. Persistent high paleosecular variation activity in Southern hemisphere for at least 10 000 years. *Earth Planet. Sci. Lett.* 453, 78–86.
- Kirschvink, J. L. (1980). The least-squares line and plane and the analysis of paleomagnetic data. *Geophys. J. R. Astron. Soc.* 62, 699–718. doi:10.1111/j.1365-246X.1980.tb02601.x
- Pavón Carrasco, F.J., Rodríguez-González, J., Osete, M.L., Torta, J.M., 2014. A Matlab tool for archaeomagnetic dating. *J. Archaeol. Sci.* 38, 408–419.
- Tauxe, L., T. Pick, and Y. S. Kok (1995). Relative paleointensity in sediments: A Pseudo-Thellier approach. *Geophys. Res. Lett.* 22, 2865–2868. doi:10.1029/95GL03166.
- Zijderveld, J. D. A. (1967). Demagnetization of rocks: Analysis of results, in *Methods in Palaeomagnetism*, edited by D. W. Collinson et al., pp. 254–296, Elsevier, Amsterdam.

#### AGRADECIMENTOS







## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS DO PLIO-Holoceno NO TESTEMUNHO SA5-0033 DA BACIA DE SERGIPE-ALAGOAS

SANDER, V.H.<sup>1</sup>; CANDIDO, M.<sup>1</sup>; ALVES, C.F.<sup>2</sup>; BRUNO, M.D.R.<sup>1</sup>; FAUTH, G.<sup>1</sup>

Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS<sup>1</sup> (Victória Herder Sander.  
[victoriaherdersander@gmail.com](mailto:victoriaherdersander@gmail.com)); Universidade Federal do Rio de Janeiro<sup>2</sup>

A riqueza e abundância de nanofósseis calcários em rochas e sedimentos marinhos, juntamente com sua ampla distribuição geográfica e rápida evolução, faz com que sejam amplamente utilizados em estudos bioestratigráficos e paleoceanográficos. Estes organismos sofrem influência de uma série de variáveis, como disponibilidade de luz e nutrientes, oxigenação, salinidade, profundidade e da dinâmica marinha e costeira. Estas condições, respeitando as características e preferências ambientais de cada espécie, os tornam ótimos indicadores das condições superficiais do oceano. Na costa brasileira, uma das principais correntes de águas superficiais é a Corrente do Brasil (CB), com águas quentes que se deslocam próximas a plataforma. A CB está associada ao Giro Subtropical do Atlântico Sul e provém do ramo sul da Corrente Sul Equatorial, que se bifurca em torno de 10°S na proximidade da Bacia Sergipe-Alagoas. Importante contribuição para a dinâmica costeira e distribuição de nutrientes na área também é a ressurgência (limitada entre 10°S e 25°S), associada a ventos de NE. O delta do rio São Francisco é outra variável que deve ser considerada, uma vez que sua descarga gera alterações físico-químicas nas águas costeiras por meio de mudanças na salinidade, pH, turbidez e nutrientes. O presente trabalho tem como objetivo identificar os nanofósseis calcários recuperados na Bacia Sergipe-Alagoas por meio de cinco amostras, coletadas no intervalo entre 60-100 cm do piston core SA5-0033, obtido pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). Este poço compreende uma seção sedimentar de um metro, subdividida em três fácies sedimentares, sendo da base para o topo: lama carbonática contendo 20% de bioclastos (entre 90-100 cm), marga com bioclastos (entre 10-90 cm) e lama carbonática (topo). As amostras foram preparadas utilizando o método de decantação aleatória, considerado padrão para análises de nanofósseis calcários, no qual foram realizadas as seguintes adaptações: uso de cola Norland e aplicação de 4 minutos na etapa de decantação. Foram recuperados uma rica e diversificada associação de nanofósseis calcários, com um total de 34 espécies ao longo do intervalo estudado, 22 espécies de cocolitoforídeos e 12 espécies relacionadas às ascídias, braarudosphaeras, discoasteres e dinoflagelados calcários. As amostras da base da seção (100 e 90 cm) apresentam baixa preservação, a maioria dos fósseis recuperados apresentam elevados graus de recristalização. Em relação a dissolução, este processo é mais evidente nas thoracosphaeras que são relacionadas aos dinoflagelados calcários. Bioestratigraficamente, destacam-se as ocorrências de discoasteres, um grupo extinto no Plioceno. Foram observados três espécimes mal preservados na amostra localizada a 90 cm e um indivíduo na amostra localizada a 70 cm, de modo preliminar é possível reconhecer *Discoaster cf. brouweri*, *Discoaster cf. asymmetricus* e *Discoaster cf. pansulus*. Nas próximas etapas deste estudo pretendem-se verificar as oscilações na composição da assembleia e revisar a influência de eventos geológicos e paleoceanográficos que podem ter influenciado nestas oscilações fossilíferas. [IODP/CAPES 8888.091703/2014-01].

Palavras-chave: *Piston core* SA5 – 0033. Bacia Sergipe-Alagoas. Nanofósseis calcários.

#### INTRODUÇÃO

A riqueza e abundância de nanofósseis calcários em rochas e sedimentos marinhos, juntamente com sua ampla distribuição geográfica e rápida evolução, faz com que esse grupo de microfósseis seja amplamente utilizado em estudos bioestratigráficos e paleoceanográficos. Estes organismos sofrem influência de uma série de variáveis, como disponibilidade de luz e nutrientes, oxigenação, salinidade, profundidade e da dinâmica marinha e costeira. Essas condições, respeitando as características e preferências ambientais de cada espécie, os tornam ótimos indicadores das condições superficiais do oceano.

Na região costeira da Baía de Sergipe-Alagoas, uma das principais correntes de águas superficiais é a Corrente do Brasil (CB), com águas quentes e pobres em nutrientes, que se deslocam próximas a plataforma. A CB está associada ao Giro Subtropical do Atlântico Sul e provém do ramo sul da Corrente Sul Equatorial, que se bifurca em torno de 10°S, nas proximidades da Baía de Sergipe-Alagoas. Em contraste, a ressurgência existente nessa região, associada a ventos de NE, causa ascensão de águas frias e ricas em nutrientes, alterando a composição das águas costeiras. Outra variável importante presente na baía é o delta do rio São Francisco, cuja descarga gera alterações físico-químicas nas águas costeiras por meio de mudanças na salinidade, pH, turbidez e nutrientes.

O presente trabalho tem como objetivo identificar os nanofósseis calcários recuperados no *piston core* SA5-0033, perfurado na Baía de Sergipe-Alagoas (Figura 1), a fim de subsidiar futuras interpretações paleoambientais.



Figura 1 Localização da perfuração SA5-0033 em que estão sendo estudados os nanofósseis calcários.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O poço foi perfurado pela Agência Nacional de Petróleo (ANP), em uma lâmina d'água de cerca de 1.6000 m. A seção sedimentar recuperada possui 1 m (Figura 2), que pode ser subdividida em três fácies sedimentares, sendo da base para o topo: lama carbonática contendo 20% de bioclastos (entre 90-100 cm), margam com bioclastos (entre 10-90 cm) e lama carbonática (topo).

As amostras foram preparadas utilizando o método do decantamento aleatória (Antunes, 1997), considerado padrão para análises de nanofósseis calcários, no qual foram realizadas as seguintes adaptações: uso de cola *Norland* e aplicação de 4 minutos na etapa de decantação (Fluxograma 1).

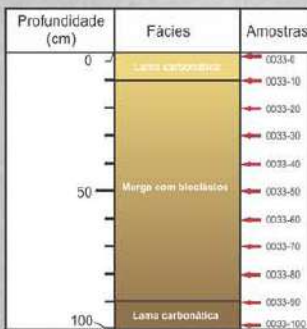
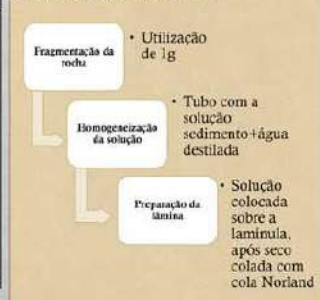


Figura 2 Perfil do poço SA5-0033. As setas em vermelho indicam as amostras estudadas.

Fluxograma 1. Etapas do método de Decantamento Aleatória, segundo Antunes (1997).



#### RESULTADOS

Foram recuperados uma rica e diversificada associação de nanofósseis calcários, com um total de 34 espécies ao longo do intervalo estudado, 22 espécies de cololitorídeos e 12 espécies relacionadas às ascídias, braurudosphaeras, discoasteres e dinoflagelados calcários (Figura 3). Tratando-se da preservação dos nanofósseis analisados, seguiu-se os critérios de Roth & Thierstein (1972) e Roth (1983) que descrevem índices de dissolução e recristalização segundo critérios visuais.

As amostras da base da seção (100 e 90 cm) apresentam baixa preservação, onde a maioria dos fósseis recuperados apresentam elevados graus de recristalização. Em relação à dissolução, este processo é mais evidente nas *thoracosphaeras* que são relacionadas aos dinoflagelados calcários.

Bioestratigraficamente, destacam-se as ocorrências de discoasteres, um grupo extinto no Pleistoceno. Foram observados três espécimes mal preservados na amostra localizada a 90 cm e um indivíduo em 70 cm, de modo preliminar é possível reconhecer *Discoaster cf. brouweri*, *Discoaster cf. asymmetricus* e *Discoaster cf. pansulus* (Figura 4).

Figura 3. Tabela de distribuição dos nanofósseis calcários encontrados no *piston core* SA5-0033.

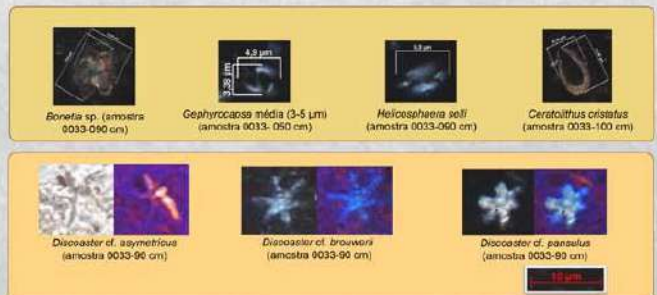


Figura 4. Principais espécies reconhecidas neste estudo.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo preliminar, observou-se a coocorrência dos gêneros *Gephyrocapsa* e *Discoaster*, os quais podem indicar deposição durante o Pleistoceno inferior (NN19), quando recuperados no mesmo intervalo (Okada 2000).

Nas próximas etapas desta pesquisa, pretende-se realizar mais estudos e análises das amostras, com o uso de MEV e a correlação entre os dados dos foraminíferos planctônicos estudados anteriormente (Luft-Souza, 2014). As oscilações na composição da associação de nanofósseis calcários e a influência de eventos geológicos e paleoceanográficos na região também serão investigadas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, R.L. Introdução ao estudo dos nanofósseis calcários. 1ª ed. Rio de Janeiro: Instituto de Geociências - UFRJ, 115p, 1997.
- LUFT-SOUSA, F. Análise bioestratigráfica em foraminíferos planctônicos do Quaternário em dois testemunhos a pistão (SA5-031 e SA5-033) na Baía de Sergipe-Alagoas. Trabalho de conclusão de curso - Curso de Graduação em Engenharia Geológica - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.
- OKADA, H. 33. Neogene and Quaternary calcareous nanofossils from the Black Ridge, sites 994, 995 and 997. Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 2000.
- ROTH, P. H. & THIERSTEIN, H. 1972. Calcareous nanoplankton. Log 14 of the Deep Sea Drilling Project. In: D. E. Hayes, A. C. Funn (Eds.), Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Washington: U.S. Government, Printing Office, 14: 421-485.
- ROTH, P. H. 1983. Jurassic and Lower Cretaceous calcareous nanofossils in the Western North Atlantic (Site 534): biostratigraphy, preservation, and some observations on biogeography and paleoceanography. In: R. E. Shedden, F. M. Gradstein (Eds.) Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Washington: U.S. Government, Printing Office, 8: 587-621.

#### AGRADECIMENTOS

PROJETO: [IODP/CAPES 8888.091703/2014-01].





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### LATE CRETACEOUS (CONIACIAN–MAASTRICHTIAN) CALCAREOUS NANNOFOSSILS AND OSTRACODS FROM THE SÃO PAULO PLATEAU (DSDP SITE 356): ABUNDANCE, DIVERSITY, AND BIOSTRATIGRAPHIC IMPLICATIONS

SANTOS-FILHO, M.A.B.<sup>1</sup>; BRUNO, M.D.R.<sup>1</sup>; AUMOND, G.N.<sup>1</sup>; GUERRA, R.M.<sup>1</sup>;  
GOULART DA SILVA, M.<sup>1</sup>; BERGUE, C.T.<sup>2</sup>; FAUTH, G.<sup>1</sup>

Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>1</sup> (Marcos Antonio Batista dos Santos Filho, [marcosabsf@gmail.com](mailto:marcosabsf@gmail.com)); Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>2</sup>

Micropaleontological studies conducted in the drill cores of the Deep Sea Drilling Project (DSDP) in the 70s and 80s in the South Atlantic are considered important references, especially in sites such as the São Paulo Plateau. Petroliferous activity in Brazil have been developed in deep water Cretaceous deposits, making it necessary to reinterpret previously established biostratigraphic zonations for these areas. This work presents biostratigraphic considerations based on the study of calcareous nannofossils recovered in 66 smear-slides of rocks found in the basal section of the core drilled in the offshore site 356, DSDP Leg 39, performed by the DSDP, in the southeastern portion of the São Paulo Plateau. These samples were also prepared for ostracods, with the objective of calibrating the age of the species found with the calcareous nannofossils. A total of 140 nannofossil taxa and 34 ostracod species were identified. The nannofossil assemblages were diverse and abundant, with their preservation varying from moderate to good, as is dominated by *Watznaueria barnesiae*, *Micula staurophora*, *Prediscosphaera cretacea* and *Cribrosphaerella ehrenbergii*. The basal interval, between 701.8-542.3 meters below sea floor (mbsf), is dominated by *W. barnesiae*; the next interval, between 521.2-485.2 mbsf, there is a constant oscillation between samples dominated by *W. barnesiae* and *M. staurophora*; and the last interval, between 564.3-410.7 mbsf, is dominated by *M. staurophora*. The dominance of these two species is possibly related to a high degree of dissolution in the studied material, as their high abundance has been previously associated to dissolution. In contrast, ostracods were rare and poorly preserved, being easier to recover indistinct valve fragments instead of carapaces or valves. The most diverse genera were *Cytherella*, *Krithe*, and *Bythocypris*. Only a few ostracods were recovered between the depths of 676.3 and 547.2 mbsf. Diversity increases slightly after that, though it remains low, with only five or less individuals being found per sample until the depth of 418 mbsf, after which a few dozen individuals were recovered, with sample 410.7 mbsf, the most abundant, containing 30 specimens. Both ostracod and nannofossil species found show that there is a progressive increase in water depth towards the top of the drill core. Five calcareous nannofossils biozones were identified, ranging in age from the Late Turonian to the Late Maastrichtian, with the top of the section being of Danian age: UC 10, UC 11, UC 15 (c, d, e), UC19, and UC 20 (a, b, c, d). Two of the identified ostracod species have biostratigraphic value (*Dutoitella mimica* and *Phacorhabdotus subtridentus*), and reinforce the ages identified by the nannofossils. [IODP/CAPES 8888.091703/2014-01].

Palavras-chave: Late Cretaceous. Nannofossils. Ostracods. São Paulo Plateau.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 06 de novembro de 2019, Porto Alegre - RS

### LATE CRETACEOUS (CONIACIAN– MAASTRICHTIAN) CALCAREOUS NANNOFOSSILS AND OSTRACODS FROM THE SÃO PAULO PLATEAU (DSDP SITE 356): ABUNDANCE, DIVERSITY, AND BIOSTRATIGRAPHIC IMPLICATIONS

**Marcos Antonio Batista dos Santos-Filho, Mauro D. R. Bruno, Gustavo Nunes Aumond, Rodrigo M. Guerra, Michele Goulart da Silva, and Gerson Fauth.** Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), itt Fossil (Technological Institute of Micropaleontology), São Leopoldo, RS 93020-190, Brazil; marcosabsf@gmail.com, dbruno@unisinis.br, gaumond@unisinis.br, rmguerra@unisinis.br, migoulart@unisinis.br, gersonf@unisinis.br  
**Cristianini Trescastro Bergue.** Universidade Federal do Rio Grando do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brazil; ctbergue@gmail.com

#### INTRODUCTION

Micropaleontological studies conducted in the drill cores of the Deep Sea Drilling Project (DSDP) in the 70s and 80s in the South Atlantic are considered important references, especially in sites such as the São Paulo Plateau. As predicted by Caminatti et al. (2008), petroliferous activity in Brazil have been developed in deep water Cretaceous deposits, making it necessary to reinterpret previously established biostratigraphic zonation for these areas.

This work presents biostratigraphic considerations based on the study of calcareous nannofossils recovered in 66 smear-slides of rocks found in the basal section of the core drilled in the offshore site 356, DSDP Leg 39, performed by the DSDP, in the southeastern portion of the São Paulo Plateau. These samples were also prepared for ostracods, with the objective of calibrating the age of the species found with the calcareous nannofossils.



Fig. 1. Location of the São Paulo Plateau and Site 356.

#### MATERIALS AND METHODS

For the analysis of the calcareous nannofossils and ostracods, 66 samples were prepared through the smear slide method (Bown & Young, 1998). The biostratigraphic analysis was based in Burnett et al., (1998). Sample preparation for ostracods consisted in the traditional method for this group.

#### RESULTS AND CONCLUSIONS

A total of 140 nannofossil taxa and 34 ostracod species were identified. The nannofossil assemblages were diverse and abundant, with their preservation varying from moderate to good, as is dominated by *Watznaueria barnesiae*, *Micula stauropora*, *Prediscosphaera cretacea* and *Cribrosphaerella ehrenbergii*.

The basal interval, between 701.8-542.3 meters below sea floor (mbsf), is dominated by *W. barnesiae*; the next interval, between 521.2-485.2 mbsf, there is a constant oscillation between samples dominated by *W. barnesiae* and *M. stauropora*; and the last interval, between 564.3-410.7 mbsf, is dominated by *M. stauropora*. The dominance of these two species is possibly related to a high degree of dissolution in the studied material, as their high abundance has been previously associated to dissolution.

In contrast, ostracods were rare and poorly preserved, being easier to recover indistinct valve fragments instead of carapaces or valves. The most diverse genera were *Cytherella*, *Krithe*, and *Bythocypris*. Only a few ostracods were recovered between the depths of 676.3 and 547.2 mbsf. Diversity increases slightly after that, though it remains low, with only five or less individuals being found per sample until the depth of 418 mbsf, after which a few dozen individuals were recovered, with sample 410.7 mbsf, the most abundant, containing 30 specimens.

Both ostracod and nannofossil species found show that there is a progressive increase in water depth towards the top of the drill core. Following the zones proposed by Burnett et al. (1998), five calcareous nannofossil biozones were identified, ranging in age from the Late Turonian to the Late Maastrichtian, with the top of the section being of Danian age: UC 10, UC 11, UC 15 (c, d, e), UC19, and UC 20 (a, b, c, d). Two of the identified ostracod species have biostratigraphic value (*Dutoitella mimica* and *Phacorbabdotus subtridentatus*), and reinforce the ages identified by the nannofossils.

#### REFERENCES

BOWN, P. YOUNG, J. 1998. Introduction. In: BOWN, P. R. (Ed.). Calcareous Nannofossil biostratigraphy, Cambridge, 1998, p. 1-15.  
 BURNETT, J.A., GALLAGHER, L.T. & HAMPTON, M.J. 1990. Upper Cretaceous. In: P.R. Bown (ed.). Calcareous Nannofossil Biostratigraphy. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 132-195.  
 CARMINATI, M., WOLFF, B., GAMBOA, L.A.P. 2008. New exploratory frontiers in Brazil, 19th World Petroleum Congress, Madrid, Escarha, WPC Proceedings.  
 KOCHANN, K. G. D., LOPES, F. M., KRAH, G., AQUAR, E., FAUTH, G. 2014. Late Cretaceous-early Paleogene (Turonian?) to early Danian) planktic foraminifera from DSDP site 356: A biostratigraphic reappraisal. Revista Brasileira de Paleontologia, 17(2): 157-188.

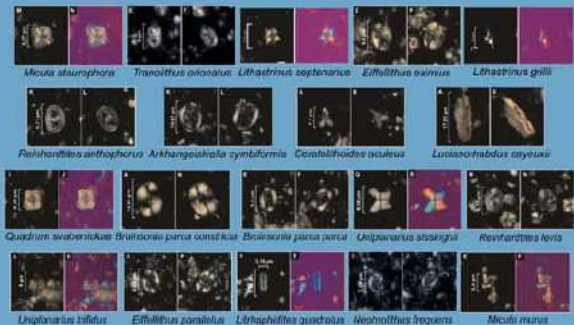


Fig. 2. Select nannofossil taxa found in samples from Site 356.

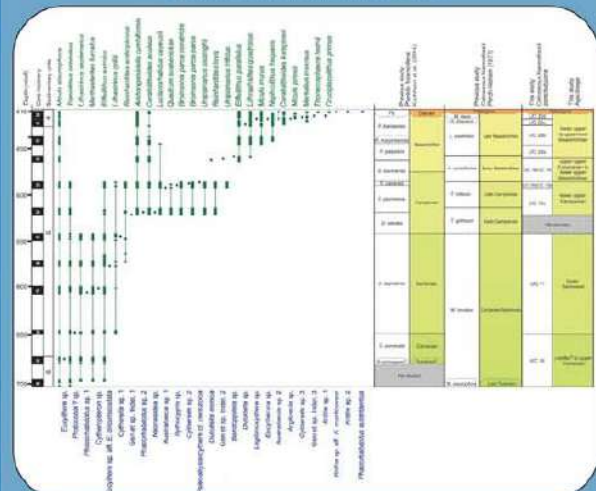


Fig. 3. Nannofossil (green) and ostracod (blue) distribution and biostratigraphy for Site 356. Calcareous nannofossil biostratigraphy is based on the zonation scheme UC by Burnett et al. (1998)

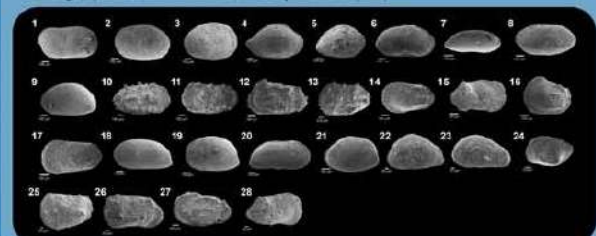


Fig. 4. Ostracodes encontrados no poço. 1 - *Cytherella* sp. 1; 2 - *Cytherella* sp. 2; 3 - *Cytherella* sp. 3; 4 - *Bardibipilata* sp. 5 - *Noenidea* sp. 6 - *Bythocypris* sp. 7 - *Argilloecia* sp. 8 - *Australocia* sp. 9 - *Australocia* sp. 2; 10 - *Dutoitella mimica* 11 - *Dutoitella* sp. 12 - *Palaobryosocypris* sp. cf. *P. centroica*; 13 - *Lagrinocypris* sp. 14 - *Phacorbabdotus subtridentatus* 15 - *Phacorbabdotus* sp. 1; 16 - *Phacorbabdotus* sp. 2; 17 - *Parvicosta?* sp.; 18 - *Krithe* sp. aff. *K. macklowae* mackro. 19 - *Krithe* sp. aff. *K. macklowae* barnesae; 20 - *Krithe* sp. 1; 21 - *Krithe* sp. 2; 22 - *Eocypris* sp. cf. *E. circumcostata*; 23 - *Eocypris* sp.; 24 - *Cytheroptera* sp.; 25 - *Eocythera* sp.; 26 - Gen. et. sp. indet. 1; 26 - Gen. et. sp. indet. 2; 27 - Gen. et. sp. indet. 3

#### ACKNOWLEDGMENT

[IODP/CAPES 8888.091703/2014-01].





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### SÍNTESE DA GÊNESE DA CADEIA VITÓRIA-TRINDADE, ATLÂNTICO SUL

SANTOS, A.C.; SANTOS, W.H.; GERALDES, M.C.; MOHRIAK, W.U.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Anderson Costa dos Santos, [andcostasantos@gmail.com](mailto:andcostasantos@gmail.com)/[andcostasantos@uerj.br](mailto:andcostasantos@uerj.br));

O atual trabalho apresenta os resultados da análise química dos minerais, de rocha total e da composição isotópica de Hf, Pb, Sr e Nd de seis montes submarinos localizados na porção *offshore* da região sudeste do Brasil (Vitória, Montague, Jaseur, Davis, Dogaressa e Colúmbia), da Ilha de Trindade e da ilha principal do Arquipélago de Martin Vaz. As rochas ígneas são associadas a intrusões geradas durante o Eoceno-Pleistoceno, conforme as datações pelo método  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ . São representadas por magmas sódicos de composição nefelinítica, majoritariamente, onde se observa um processo de evolução magmática por cristalização fracionada nas ilhas gerando fonolitos. A composição dos fenocristais de olivina nos montes submarinos estudados indica um desequilíbrio com o líquido ( $\text{Fe}/\text{Mg}_{\text{ol/liq}}$   $\text{KD} \sim 0,30 \pm 0,03$ ) associado a um processo de cristalização anterior a partir de um magma mais primitivo. Os núcleos verdes de piroxênio nos nefelinitos de Martin Vaz caracterizam-se por um fracionamento polibárico de natureza xenocrística. As diversas composições químicas dos clinopiroxênios corroboram um modelo de reposição de magmas primitivos na câmara magmática. As razões de  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  ( $\sim 0,7038$ ) e  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  ( $\sim 0,5128$ ) obtidas em rochas dos montes submarinos e das ilhas, assim como as razões isotópicas de Pb e Hf, indicam uma heterogeneidade das fontes ao longo da cadeia vulcânica. Observa-se a dominante presença do componente DMM e HIMU, e em menor quantidade a presença de EM1, EM2 e FOZO/C. O padrão de enriquecimento em elementos terras-raras e os resultados isotópicos revelam uma fonte mantélica empobrecida em relação ao BSE, evidenciando que o processo de metassomatismo da fonte é recente ( $\text{TDM}_{\text{Nd}}$  ca. 420-650 Ma). Modelos de fusão parcial não-modal (*Fractional Melting* e *Batch Melting*) sugerem que a fonte do magmatismo da cadeia Vitória-Trindade é um *mixing* entre o espinélio e o granada-lherzolito do manto superior (75-90 km). Essas rochas foram geradas entre 2,0-3,0 GPa, contendo proporções variadas em voláteis ( $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ ) e  $\text{TiO}_2$ , cuja variabilidade do grau de fusão parcial ( $F=0,02-0,07$ ) influenciou diretamente na composição química das lavas da Cadeia Vitória-Trindade, particularmente no que diz respeito às concentrações dos elementos incompatíveis.

Palavras-chave: Cadeia Vitória-Trindade. Ilhas e Montes Submarinos. Petrogênese Magmática. Nefelinitos.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### SÍNTESE DA GÊNESE DA CADEIA VITÓRIA-TRINDADE, ATLÂNTICO SUL

Anderson Costa dos Santos<sup>1</sup>, Werlem Holanda dos Santos<sup>1</sup>, Mauro César Geraldes<sup>1</sup>, Webster Ueipass Mohriak<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia (andcostasantos@gmail.com; werlemholanda@gmail.com; mauro.geraldes@gmail.com; webmohr@gmail.com)



### Introduction

The oceanic basins are dotted by seamounts, guyots and islands formed by the mantle plumes and oceanic lithosphere interaction. These plumes are responsible for several intraplate volcanic oceanic islands as the Emperor-Hawaii Chain in the Pacific Ocean. Such as occurred in the aforesaid chain 44 Myr ago, the Vitória-Trindade Ridge in the South Atlantic Ocean, that was generated by a mantle plume, shows three remarkable bends. One formed after 85 Ma and associated with the Trindade plume tail movement under the Archean São Francisco Craton and another one of about 52 Ma formed after the formation of the Abrolhos Bank in the Brazilian platform when the Trindade plume encountered a thinned lithosphere in the Brazilian coast revealing a chain of seamounts and islands of W-E direction. Located ca. 1200 km away from the Brazilian coast line at the Vitória (ES) parallel, its geology is an important preserved record of an alkaline Pleistocene volcanic activity, the youngest in the Brazilian territory. In this study, we present and discuss <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar data and whole-rock chemistry obtained from six and two samples, respectively in addition to data compiled from bibliography.

### Methods

Martin Vaz Island sampling was carried out using a helicopter with the support of the Brazilian Navy. During the field work volcanic structures were detailed in the Island and samples were collected for litho-geochemical analyses, Sr and Nd isotopes and geochronology. Analyzed samples were initially treated in the Sample Preparation Geological Laboratory of the Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LGPA-UERJ).

#### Geochemical analyses

We selected two fresh samples from Martin Vaz Island for whole-rock analyses and used unaltered grains of 200-300 µm-size. Make sure you separate each methods clearly.

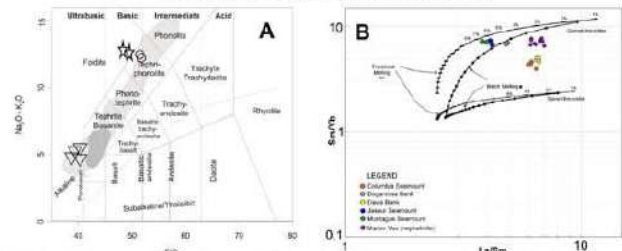
#### <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar analyses

Phenocrysts were removed as much as possible to insure a minimum level of excess <sup>40</sup>Ar\*, if present (Sharp & Renne, 2005). These grains were separated using a Frantz magnetic separator, and then carefully hand-picked under a binocular microscope. The selected groundmass grains were further leached in diluted HF for one minute and then thoroughly rinsed with distilled water in an ultrasonic cleaner. Samples were loaded into 6 large hole of 1.9 cm diameter and 0.3 cm depth aluminum disc.

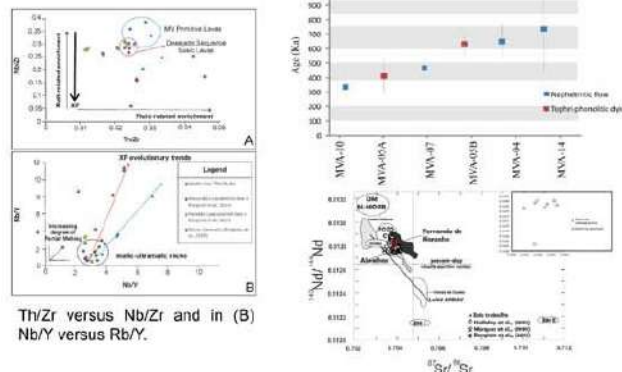
#### Sr and Nd isotopes

Two samples were analyzed for Sr-Nd isotopes at the Laboratório de Geocronologia e Isótopos Radiogênicos (LAGIR) from Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Analyses were performed using Thermal Ionization Mass Spectrometry (TIMS) on a TRITON instrument (for details on measurement procedures see Valeriano *et al.* 2003). Wet chemical methods were identical to those described by Heilbron *et al.* (2013). The isotopic ratios were normalized to <sup>146</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd = 0.7219; <sup>147</sup>Sm/<sup>152</sup>Sm = 0.5608 and <sup>88</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr = 8.3752. Repeated analyses on NBS-987 (NIST) (n=140) and JNdI-1 (n=214) (Tanaka *et al.* 2000) standard reference materials yielded mean <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr ratios of 0.710239 ± 0.000007 (2s) and <sup>143</sup>Nd/<sup>144</sup>Nd = 0.512100 ± 0.000006 (2s) (Valeriano *et al.* 2008, 2009; Neto *et al.* 2009). Analytical total procedure blanks during this study were less than 200 pg for Nd and less than 70 pg for Sm. Sr value for blank was not obtained.

### Results and Discussions



**A)** Total alkali versus silica diagram (LeBas, 1986) for new samples from Martin Vaz main island and compiled from Santos *et al.*, (2018a) Inverted triangles represent melanephelinitic samples; circles are tephri-phonolites from dykes and stars represent (tephri-) phonolites from necks. **B)** Rare-earth elements chemical modelling



**143Nd/<sup>144</sup>Nd versus <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr diagram for OIBs from the Atlantic Ocean. Inset diagram shows the variation of Rb/Sr versus <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr ratios for volcanic rocks from Martin Vaz and Trindade compiled from Santos *et al.*, (2018) and Bongiolo *et al.*, (2015), respectively.**

### Conclusions

The physical-chemistry aspects of both domains in the Trindade Plume track (onshore and offshore), the magmatic extension differences (onshore ca. 5.0 x 10<sup>4</sup> Km<sup>2</sup> and offshore ca. 2.25 x 10<sup>2</sup> Km<sup>2</sup> in individual volcanos-igneous provinces), the silica and magnesium content, besides e<sub>Nd</sub> signature, reflects the lithosphere thicknesses variation along the plume track besides Mantle Potential Temperature (T<sub>p</sub>; discussions in a upcoming manuscript) and impingement of plume head in the continental domain and plume tail in the oceanic domain, which conduit presents ca. 100 Km radius in correspondence with analogue models in Hawaii (ca. 300 Km), Afar and Reunion ca. 200 km and Eifel ca. 60 km (Schlömer, 2016 and references therein).

The geochronological control of the volcanic activity in the Martin Vaz Island in the last ~0.7 Ma that has been observed on the youngest formations of Trindade Island (e.g. Paredão and Morro Vermelho) indicating contemporaneity of two different magmatic systems (Figure 17) placing their origin to the shallow upper mantle in response to a mantle plume-lithosphere interaction.

### Acknowledgments





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RESPOSTA DA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA AO POSSÍVEL INCREMENTO DO FLUXO DE ÁGUA DOCE NO ATLÂNTICO NORTE

SILVA, R.F.S.; MENDES, D.; VITAL, H.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Raissa Francicleide Sousa da Silva, [raissafran@hotmail.com](mailto:raissafran@hotmail.com))

Este estudo teve como objetivo simular e avaliar a resposta da circulação termohalina global nos padrões oceânicos e atmosféricos ao possível incremento de água doce no Oceano Atlântico Norte (entre 50°N e 70°N) através da adição de 1 Sv ( $106 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ), com ênfase na circulação oceânica Equatorial. Além de variações na temperatura e salinidade, os processos de congelamento e derretimento da água do mar são responsáveis por aumentar ou diminuir a salinidade dos oceanos e, conseqüentemente, alteram a densidade da água. Estes processos que alteram a densidade do mar são essenciais para a circulação oceânica, que por sua vez poderão influenciar diretamente o tempo e o clima de determinadas regiões do Planeta Terra. A consequência deste processo é o surgimento da Circulação Termohalina Global (CTG), também denominada de Esteira Transportadora (do inglês Conveyor Belt) oceânica, que consiste no transporte de massas oceânicas associado a diferenças na densidade da água do mar em função de variações de temperatura e salinidade. Para realização do estudo foi feito um levantamento bibliográfico acerca do tema a ser tratado, posteriormente, foram utilizados dados provenientes de simulações numéricas conduzidas com o modelo acoplado SPEEDY-HYCOM, que em seguida utilizou-se o software Panoply, para geração de mapas sazonais, em que focou nas mudanças de variáveis de oceano como como cobertura de gelo e neve, cobertura de neve, evaporação sobre o gelo glacial, cobertura de gelo no oceano, precipitação e F1DT (que representa a refletividade da radiação solar sobre o gelo glacial), através de dados referentes à última era glacial e dados do tempo presente, afim de fazer um comparativo entre eles. Com os mapas sazonais gerados através de ambos os dados de idades distintas, o estudo resultou na identificação de mudanças abruptas desde a última era glacial até a idade atual, as variáveis permitiram identificar a influência do aquecimento global ao longo desse período, que com o derretimento das geleiras é provocado um incremento do fluxo de água doce em padrões oceânicos, resultando num enfraquecimento da CTG, pois a água profunda é intensamente sensível a mínimas variações de salinidade, o derretimento e congelamento altera a densidade, além de afetar no transporte de calor em águas profundas, o que comprova esse fato são os mapas sazonais apontarem desde a última era glacial, a diminuição da cobertura de gelo e neve, assim como um aumento na F1DT, por consequência do aquecimento global.

Palavras-chave: Circulação. Modelagem. Simulações. Glacial.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### RESPOSTA DA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA AO POSSÍVEL ENFRAQUECIMENTO DA CIRCULAÇÃO OCEÂNICA EQUATORIAL

SILVA, Raissa Francieleide Sousa da<sup>1</sup>; MENDES, David<sup>1</sup>; VITAL, Helenice<sup>1</sup>  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1</sup>



#### INTRODUÇÃO

Este estudo atende os objetivos da agenda 2030 de ação contra a mudança global do clima e vida na água. O objetivo da pesquisa consiste em simular e avaliar a resposta da circulação termohalina global nos padrões oceânicos e atmosféricos ao possível incremento de água doce no Oceano Atlântico Norte (entre 50°N e 70°N) através da adição de 1 Sv (106 mss<sup>-1</sup>) nos padrões de Rahmstorf (1995), com ênfase na circulação oceânica Equatorial. Além de variações na temperatura e salinidade, os processos de congelamento e derretimento da água do mar são responsáveis por aumentar ou diminuir a salinidade dos oceanos e, consequentemente, alterar a densidade da água. Estes processos que alteram a densidade do mar são essenciais para a circulação oceânica, que por sua vez poderão influenciar diretamente o tempo e o clima de determinadas regiões do Planeta Terra. Segundo Machado (2009), a consequência deste processo é o surgimento da Circulação Termohalina Global (CTG), que segundo Stewart (2007), é também denominada de Esteira Transportadora (do inglês Conveyor Belt) oceânica, e consiste no transporte de massas oceânicas associado a diferenças na densidade da água do mar em função de variações de temperatura e salinidade.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A princípio foi realizado um levantamento bibliográfico acerca do tema a ser tratado, posteriormente, foram utilizados dados de antes do Holoceno provenientes de simulações numéricas conduzidas com o modelo acoplado SPEEDY-HYCOM (figura 1), que em seguida utilizou-se o software Panoply para geração de mapas sazonais representativos de épocas de distinção climática, como verão e inverno, de variáveis do oceano como salinidade, temperatura da superfície do mar, cobertura de neve, cobertura de gelo e neve, e de gelo marinho como cobertura de gelo no oceano, variável F1DT (que representa a refletividade da radiação solar sobre o gelo glacial), e evaporação sobre o gelo glacial.

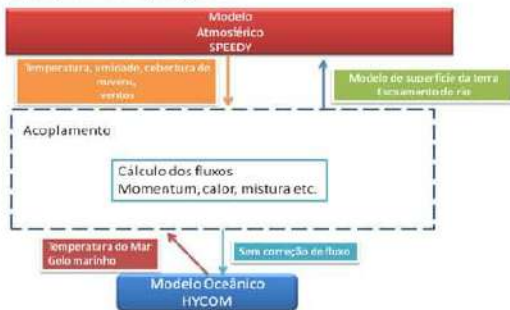


Figura 1. Esquema de acoplamento do SPEEDY (atmosférico) ao modelo HYCOM (oceânico).

#### RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa focou nas mudanças das temperaturas do ar e do mar, salinidade, gelo marinho e circulação atmosférica de dados provenientes de antes do holoceno. A investigação resumiu em resposta do enfraquecimento da CTG nas variáveis citadas anteriormente, e mostrou a influência do impacto que o aquecimento global pode causar, além da importância das estações do ano, que marcam diferenças abruptas, seja pela incidência solar, derretimento do gelo, expansão da neve, temperatura e de salinidade (figura 2).

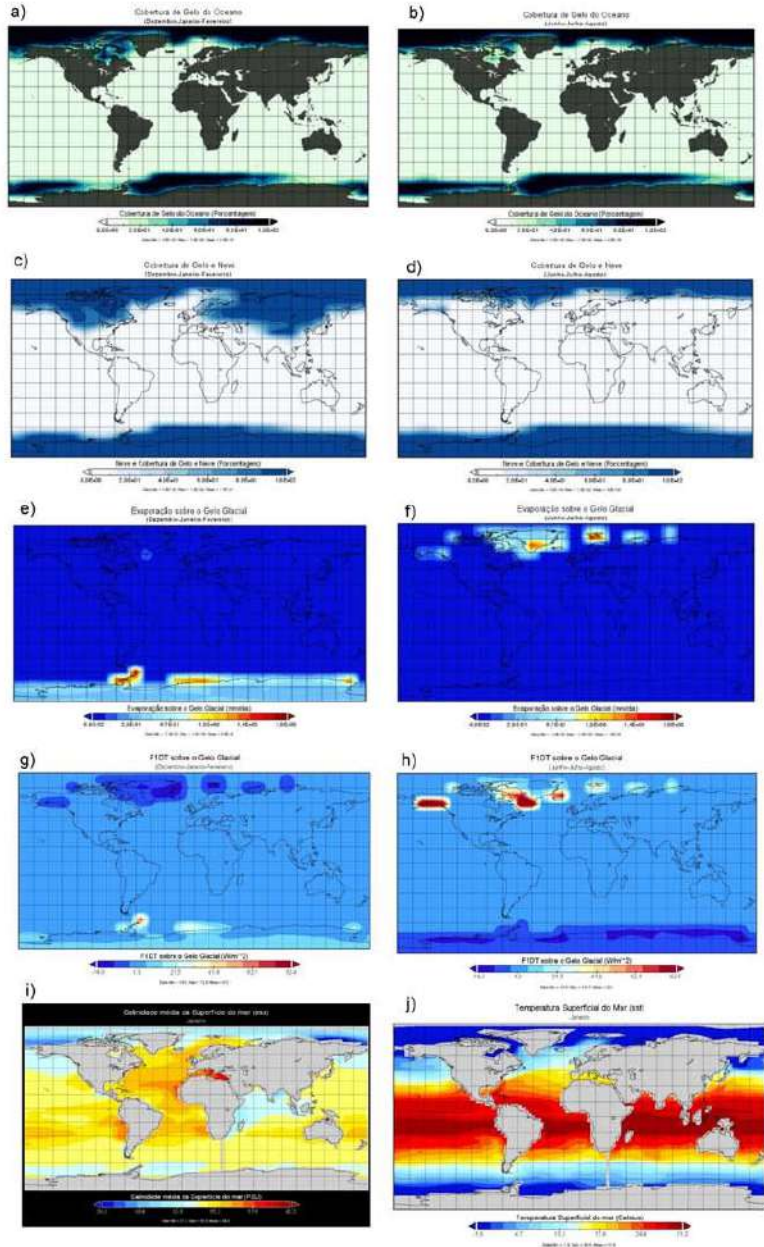


Figura 2. Mapas referentes de tempo anterior ao Holoceno em Dezembro-Janeiro-Fevereiro e Junho-Julho-Agosto, respectivamente: a) e b) Cobertura de gelo do oceano; c) e d) Cobertura de gelo e neve; e) e f) Evaporação sobre o gelo glacial; g) e h) F1DT sobre o gelo glacial. Sendo o i) Salinidade média da superfície do mar (sss) em Janeiro e j) Temperatura superficial do Mar (sst) em Janeiro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MACHADO, J. P. Resposta das circulações oceânica e atmosférica associada ao enfraquecimento da circulação termohalina global. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, Brasil, 2009.  
RAHMSTORF, S. Nature 378, 145-149, DOI 10.1038/378145a0, 1995.  
STEWART, R. H. Introduction to the Physical Oceanography, p. 353, 2007.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### O ÓTIMO CLIMÁTICO DO EOCENO MÉDIO NO MAR DE TÉTIS (BACIA ELAZIG, LESTE DA TURQUIA): UMA ABORDAGEM ESTATÍSTICA

SILVA, G. L. X.; JOVANE, L.

Universidade de São Paulo (Gabriel Lucas Silva; [gabriel.lucas.silva@usp.br](mailto:gabriel.lucas.silva@usp.br))

O Eoceno Médio (49-39 Ma) foi caracterizado por um constante resfriamento global interrompido por um breve e intenso evento de aquecimento em torno de 40 Ma conhecido como Ótimo Climático do Eoceno Médio (MECO). Este evento teve uma duração aproximada de 500 ka, sendo responsável por um aumento de 4 à 6°C na temperatura dos oceanos e uma elevação global na pressão parcial de CO<sub>2</sub>. Durante este mesmo período, o Mar de Tétis era responsável por estabelecer uma ligação entre o Oceano Índico e o Atlântico Equatorial, permitindo a circulação de águas entre os dois oceanos através da Subtropical Eocene Neotethys Current (STENT). Desta forma, este trabalho teve como foco estudar os registros geológicos formados no Mar de Tétis, obtidos ao longo do afloramento de Baskil (Bacia Elazığ, Leste da Turquia, 38° 36' 30.34" N, 38° 36' 03.46" L). Neste estudo utilizamos um conjunto de dados estratigráficos previamente coletados referentes à propriedades mineralógicas e geoquímicas, as quais refletem como as fontes detríticas, os regimes de intemperismo e o clima mudaram nesta área durante o Eoceno. Para a análise, aplicamos uma abordagem estatística com ênfase em análise de cluster, na qual utilizamos os algoritmos de partição PAM (*Partitioning Around Medoids*, proposto por Kaufman and Rousseeuw, 1990) e o FCM (*Fuzzy C-Means*, proposto por Bezdek et al., 1984). Os algoritmos de partição foram responsáveis por dividir nosso conjunto de dados de acordo com as similaridades e/ou flutuações existentes nos parâmetros mineralógicos e geoquímicos ao longo da seção. Os resultados obtidos indicam a existência de três grupos principais que refletem as condições climáticas e oceanográficas da região durante 42 - 37 Ma. O primeiro grupo está concentrado entre 41.5 - 40.5 e 39 - 38 Ma, sendo um reflexo da tendência de resfriamento do Eoceno, com condições climáticas frias e de intemperismo físico predominante. Já o segundo trata-se de um reflexo do MECO, concentrado em torno de 40 Ma, onde as condições climáticas quentes e intemperismo químico eram predominantes. O terceiro grupo indica um período de transição pós-MECO, entre as condições climáticas de aquecimento e a tendência de resfriamento do Eoceno, concentrado por volta de 39.5 Ma. Por fim, os agrupamentos também evidenciam a possível existência de eventos de aquecimento similares ao MECO ainda não identificados, por volta de 41.8 Ma e 37.5 Ma.

Palavras-chave: Paleoceanografia. Paleoclimatologia. Análise de cluster. MECO.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS



### O Ótimo Climático do Eoceno Médio no Mar de Tétis (Bacia Elazig, Leste da Turquia): uma abordagem estatística

SILVA, G. L. X.<sup>1</sup>; JOVANE, L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

gabriel.lucas.silva@usp.br



#### INTRODUÇÃO

O Eoceno Médio (49-39 Ma) foi caracterizado por um constante resfriamento global interrompido por um breve e intenso evento de aquecimento ~ 40 Ma conhecido como Ótimo Climático do Eoceno Médio (MECO). Este evento teve uma duração aproximada de 500 ka, sendo responsável por um aumento de 4 a 6°C na temperatura dos oceanos e uma elevação global na pressão parcial de CO<sub>2</sub> (Sluijs et al., 2013). Durante este mesmo período, o Mar de Tétis era responsável por estabelecer uma ligação entre o Oceano Índico e o Atlântico Equatorial, permitindo a circulação de águas entre os dois oceanos através da *Subtropical Eocene Neotethys Current (STENT)*. Desta forma, este trabalho teve como foco estudar os registros geológicos formados no Mar de Tétis, obtidos ao longo do afloramento de Baskil (Bacia Elazig, Leste da Turquia, 38° 36' 30.34" N, 38° 36' 03.46" L).

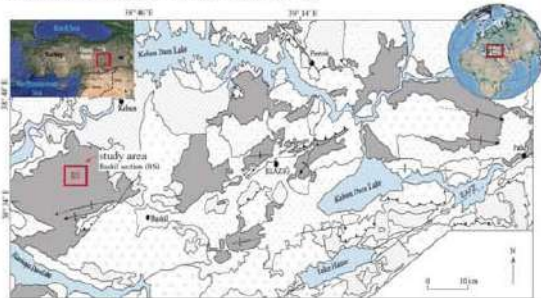


Figura 1: Mapa geológico da Bacia Elazig evidenciando os depósitos referentes ao Eoceno Médio (em cinza) e a seção de Baskil (BS, em vermelho). Retrado de Rego et al., 2018.

#### OBJETIVO

Identificar a influência do Ótimo Climático do Eoceno Médio (MECO) e a de diferentes processos climáticos, oceanográficos e/ou geológicos envolvidos na formação do afloramento de Baskil durante 42-37 Ma

#### METODOLOGIA

Para cumprir o objetivo proposto, utilizamos uma abordagem estatística com ênfase em análise de agrupamento (cluster). Desta forma, desenvolvemos métodos computacionais baseados em algoritmos de partição, capazes de gerar padrões de agrupamento de acordo com a similaridade de elementos existentes em nosso pacote de dados. Os dois algoritmos de agrupamento principais utilizados neste estudo tratam-se do PAM (*Partitioning Around Medoids*), proposto por Kaufman & Rousseeuw (1990), e do FCM (*Fuzzy C-Means*), proposto por Bezdek et al. (1984). Os dados aqui analisados foram previamente obtidos pelo estudo publicado por Rego et al. (2018), no qual constam registros geoquímicos e mineralógicos que serviram como base para realização deste estudo

#### RESULTADOS

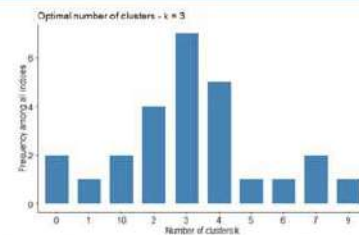


Figura 2: Número ótimo de clusters encontrados para nosso conjunto de dados, de acordo com o pacote NbClust.

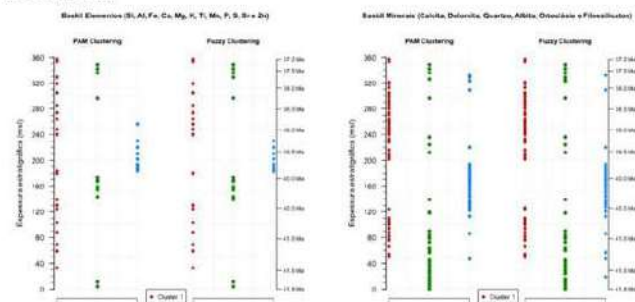


Figura 3: Agrupamento (clustering) dos parâmetros geoquímicos e mineralógicos, obtidos através dos algoritmos PAM e FCM.

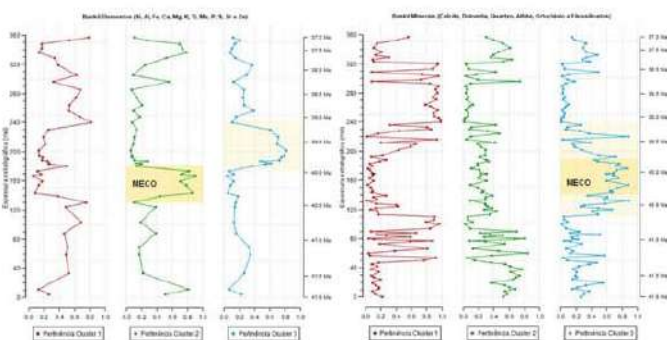


Figura 4: Níveis de pertinência dos clusters encontrados para os parâmetros geoquímicos e mineralógicos, obtidos através do algoritmo FCM.

#### CONCLUSÕES

- Identificamos a existência de três clusters principais, possibilitando inferir a ação de três condições climáticas/oceanográficas distintas sobre o intervalo estudado. Tais condições aparentam ser similares as discutidas por Rego et al. (2018).
- **Agrupamento geoquímico:** (1) Clima frio e intemperismo predominante físico; (2) Aquecimento (MECO) e intemperismo predominante químico; (3) Intervalo de transição (possível aumento da produtividade primária)
- **Agrupamento mineralógico:** (1) Clima frio e intemperismo predominante físico; (2) Reflexo de intervalos de aquecimento menos significativos (?); (3) Aquecimento (MECO) e intemperismo predominante químico
- De acordo com os agrupamentos, outros eventos de aquecimento similares ao MECO podem ter ocorrido por volta de 41.5 Ma e 37.5 Ma.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bezdek, J. C., Ehrlich, R., & Full, W. (1984). FCM: The fuzzy c-means clustering algorithm. *Computers & Geosciences*, 10(2-3), 191-203.
- Kaufman, L., & Rousseeuw, P. J. (1990). Partitioning around medoids (program pam). *Finding groups in data: an introduction to cluster analysis*, 344, 68-125.
- Rego, E. S., Jovane, L., Hein, J. R., Sant'Anna, L. G., Giorgioni, M., Rodelli, D., & Özcan, E. (2018). Mineralogical evidence for warm and dry climatic conditions in the Neo-Tethys (eastern Turkey) during the middle Eocene. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, 501, 45-57.
- Sluijs, A., Zeebe, R. E., Bijl, P. K., & Bohaty, S. M. (2013). A middle Eocene carbon cycle conundrum. *Nature Geoscience*, 6(9), 429.

#### AGRADECIMENTOS

Proc.: 2018/11885-7  
**FAPESP**



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### OSTRACODES (CRUSTACEA: OSTRACODA) QUATERNÁRIOS BATÍBICOS DA BACIA DE CAMAMU, MARGEM CONTINENTAL NORDESTE DO BRASIL

BERGUE, C.T.; COIMBRA, J.C.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Cristianini Trescastro Bergue, [ctbergue@gmail.com](mailto:ctbergue@gmail.com))

O estudo dos ostracodes batílicos (= águas profundas) na margem continental brasileira tem proporcionado importantes contribuições à paleoceanografia. Essa linha de pesquisa, contudo, encontra-se restrita a bacias das regiões sul e central, não havendo dados publicados referentes às regiões norte e nordeste. No presente trabalho, portanto, são estudadas assembleias do talude continental da Bacia de Camamu provenientes do testemunho CMU 14 (14°24'S; 38°49'12"W, isóbata de 965 m). As 59 amostras analisadas foram preparadas através de lavagem em peneira de malha 0,063 mm, secas em estufa e triadas sob estereomicroscópio. Os espécimes obtidos foram examinados sob microscopia óptica e eletrônica de varredura para identificação taxonômica. Registrou-se 106 espécies, das quais 41 foram previamente descritas. Quanto à distribuição geográfica, as espécies presentes são aqui agrupadas em três categorias: (i) espécies de ampla distribuição (registradas em mais de uma região oceânica), (ii) espécies de distribuição atlântica (cujos registros prévios restringem-se ao Oceano Atlântico), e (iii) espécies de distribuição restrita (ocorrência conhecida é restrita à margem continental brasileira). Exemplos de espécies de ampla distribuição geográfica são *Jonesia cuneata*, *Cytheropteron perlaria*, *Krithe trinidadensis* e *Krithe dolichodeira*, com registros nos oceanos Atlântico, Índico e Pacífico. Espécies atlânticas incluem *Bythopussella brandtae*, *Bythocypris affinis*, *Saida ionia* e *Macropyxis cronini*. O grupo de espécies de distribuição restrita, por sua vez, é representado por táxons como *Cytherella santosensis*, *Microcythere dubia* e *Microcythere acuminata*. Quatro espécies são propostas como novas: *Cytherella* sp. nov., *Bythoceratina* sp. nov., *Pontocypris* sp. nov. e *Australoecia* sp. nov., cuja ocorrência conhecida até o momento restringe-se à margem continental brasileira. *Cytheropteron* (15 spp.), *Krithe* (13 spp.) e *Pseudocythere* (sete spp.) são os gêneros com maior diversidade. O padrão de ocorrência das espécies ao longo das amostras revela táxons Lázaro, bem como outros restritos a determinados intervalos do testemunho. Este padrão é atribuído a influência das mudanças hidrológicas ocorridas na região batial da Bacia de Camamu durante o Último Máximo Glacial, deglacial e o Holoceno. Os dados obtidos até o momento indicam a possibilidade de elaboração de um zoneamento climático baseado em ostracodes bentônicos, relacionando a ocorrência das espécies e os estágios isotópicos marinhos estabelecidos com foraminíferos planctônicos [IODP/CAPES 38/2014 - Auxílio nº 0581/2015].

Palavras-chave: Paleoceanografia. Oceano Atlântico. Micropaleontologia. Massas d'água.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **ESTUDO DA ESTRUTURA DE FORMAÇÃO RECENTE DE LAMINAÇÕES DE FERRO (Fe) E MANGANÊS (Mn) EM CORAIS DO *TROPIC SEAMOUNT* (ATLÂNTICO NORTE) E DA ELEVÇÃO DO RIO GRANDE (ATLÂNTICO SUL)**

MERCÊS, C.; MILLO, C.

Universidade de São Paulo (Camila das Mercês Silva; [camila.merces.silva@usp.br](mailto:camila.merces.silva@usp.br))

Crostras polimetálicas são depósitos minerais marinhos formados por precipitação química de óxidos de ferro (Fe) e manganês (Mn), particularmente no topo de montanhas submarinas de origem vulcânica (*Seamounts*). As crostras constituem um registro de variações geoquímicas que permitem reconstituir as condições químicas do oceano na época de formação. Em 2016, durante o cruzeiro oceanográfico JC142 no *Tropic Seamount* (Atlântico Norte) e em 2018 no cruzeiro oceanográfico DY094 na Elevação do Rio Grande (Atlântico Sul), foram coletadas amostras de corais cuja superfície apresenta formação de crostras de Fe e Mn. Esse tipo de acontecimento apresenta um aspecto interessante já que os corais podem ser datados com o método do radiocarbono, permitindo obter informações sobre a idade e a taxa de formação das crostras. As laminações de Fe e Mn e os corais (constituídos por carbonato de cálcio) possuem composições químicas completamente diferentes. Isto possibilita identificar o contato entre os dois mediante espectroscopia de Raios-X por dispersão de energia (EDS), o que pode nos auxiliar a obter informações sobre o mecanismo de formação das laminações. Neste trabalho, apresentamos dados de EDS que evidenciam formação de crostras de Fe-Mn por substituição química do carbonato de cálcio constituinte os corais. Datação por radiocarbono do substrato coralino sugere que as crostras de Fe-Mn se formaram nos últimos 8 mil anos.

Palavras-chave: Laminações de Fe e Mn. Coral. *Tropic Seamount*. Elevação do Rio Grande.

#### INTRODUÇÃO

Crostras e laminações polimetálicas são depósitos minerais marinhos formados por precipitação química de óxidos de ferro (Fe) e manganês (Mn), particularmente no topo de montanhas submarinas de origem vulcânica. Em 2016, durante o cruzeiro oceanográfico JC142 no *Tropic Seamount* (Atlântico Norte) (arquipélago das Ilhas Canárias - 23°55' N, 20°45' W) e em 2018 no cruzeiro oceanográfico DY094 na Elevação do Rio Grande (ERG) (Atlântico Sul) (entre 28°S e 34°S e 28°W e 40°W), foram coletadas amostras de corais cuja superfície apresenta formação de laminações de Fe e Mn. Esse tipo de acontecimento apresenta um aspecto interessante já que os corais podem ser datados com o método do radiocarbono, permitindo obter informações sobre a idade e a taxa de formação das laminações. Os corais (constituídos por carbonato de cálcio - CaCO<sub>3</sub>) e as laminações de Fe e Mn possuem composições químicas completamente diferentes. Isto possibilita identificar o contato entre os dois mediante espectroscopia de Raios-X por dispersão de energia (EDS), o que pode nos auxiliar a obter informações sobre o mecanismo de formação das laminações.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras do *Tropic Seamount* 1 (JC142\_113\_003) (Figura 1) e 2 (JC142\_094\_032) (Figura 2) e da ERG 3 (DY094\_032\_G002) (Figura 3) foram inicialmente fotografadas em tamanho original com máquina digital. É importante destacar que a amostra 2 foi coletada viva, tornando possível, assim, estimar uma taxa de formação da laminação com base na diferença entre a idade do topo do coral vivo (tempo atual) e a idade da sua base (datada com radiocarbono).



Figura 1. Amostra 1 de coral com laminações de Fe e Mn (em preto).



Figura 2. Amostra 2 de coral com laminações de Fe e Mn (em preto).



Figura 3. Amostra 3 de coral com laminações de Fe e Mn (em preto).

Em seguida, as amostras foram cortadas em serra de fio diamantado e posteriormente fotografadas com microscópio óptico (Figuras 4, 5 e 6). Por fim, elas foram coladas em *stubs* (Figura 4b) e recobertas com carbono pulverizado para análise no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) (Druffel-Rodriguez et al, 2012).



Figura 4. a) fragmento da amostra 1 b) colada no stub.



Figura 5. Fragmento da amostra 2



Figura 6. Fragmento da amostra 3

#### RESULTADOS

No MEV, é possível observar a estrutura superficial, com foco no contato entre o coral e a laminação de Fe e Mn (figuras 7 e 8). É aparente a fragmentação característica formada na laminação. Além disso, vê-se em detalhe o contato da laminação com o coral.

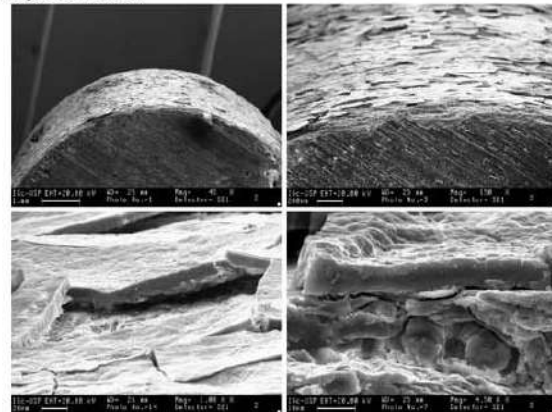


Figura 7. Micrografias da superfície da amostra 1 com fragmentação da laminação de Fe e Mn.

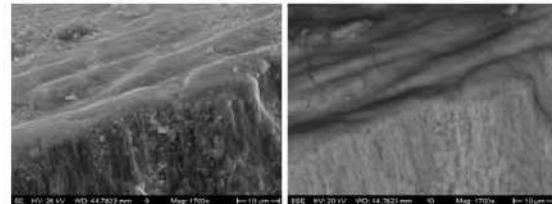


Figura 8. Micrografias da superfície da amostra 3 com fragmentação da laminação de Fe e Mn.

Com o mapeamento de composição química (Ca, Fe e Mn) quantificada por cor, com o uso de espectroscopia de raios X por dispersão de energia (EDS), percebe-se uma clara diferença entre o coral e laminação (Figura 9).



Figura 9. Da esquerda para a direita, presença de Ca em amarelo, Fe em vermelho e Mn em verde.

#### CONCLUSÕES

As imagens do MEV não evidenciaram diferenças estruturais entre as superfícies externas dos corais e as bases das laminações de Fe e Mn formadas em contato direto, o que sugere que as laminações se formaram por um processo de substituição química do CaCO<sub>3</sub> dos corais. O fragmento do coral coletado vivo foi datado por radiocarbono com o *Accelerator Mass Spectrometry* (AMS) no Laboratório *Beta Analytics*, Miami, USA. A faixa de idade calibrada (base de dados MARINE13) do substrato coralino sugere que as laminações de Fe e Mn se formaram nos últimos 8 mil anos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Druffel-Rodriguez, K. C.; Vetter, D.; Griffin, S.; Druffel, E. R. M.; Dunbar, R. B.; Mucciaroni, D. A.; Zidkowskij, L. A.; Sanchez-Cabeza, J. Radiocarbon and stable isotopes in *Palmira* corals during the past century. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 82: 154-162 (2012).



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### APPLICATION OF INORGANIC MARKERS AND FORAMINIFERES IN PALEOCEANOGRAPHIC STUDIES

NOUCOUCOUK, A.A.<sup>1</sup>; ABREU NETO, J.C.DE<sup>2</sup>; FREIRE, G.S.S.<sup>2</sup>; MENOR, E.A.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Ceará (Agathe Arrissa Noucoucouk; [noucoucouk@gmail.com](mailto:noucoucouk@gmail.com));  
Univeesidade Federal de Pernambuco<sup>2</sup>

Recovery of past oceanographic variations is relevant for understanding global climate change and future climate forecasts. Thus, the present work aims to evaluate the application of sedimentary inorganic markers in paleoceanography and paleoclimatic studies. The study was carried out at 106.3 km from the coastline of Trairi-CE where 151.5 cm of length of a drill core was collected at a depth of approximately 2,125 km. Particle size analysis, CaCO<sub>3</sub> content, organic matter and organic carbon content, Ti/Ca ratio, Fe/Ca ratio, Sr/Ca ratio and plankton/benthic ratio were performed. We found that the core has different colors along its entire length with the presence of foraminifera and pteropod carapaces. It was composed of muddy sediment and classified as bioclastic, due to the high calcium carbonate content (100%). On the other hand, the middle part of the core was classified as biosilicyclic with a proportion of 69.08% of calcium carbonate content. This result indicates a larger supply of continental materials, could be caused by a marine regression, where most of the platform was exposed that leading entrance and transport of continental sediments in the ocean. At this section of the core, organic matter and carbon content were higher, as well as the Ti/Ca, Sr/Ca and Fe/Ca ratios, confirming the significant continental influence at the 79-82 cm level in the sediment. The most and less common biotic components were respectively planktonic and benthic foraminifera. Moreover, the planktonic/benthic ratio (averages 99.38%), was found at 79-82 cm level of core, based on the previous analysis data. The increase of observed continental influence in the middle part of the core could be related to the decreasing sea level during the glacial periods, which may correspond to the isotopic stage 2 of the last glaciation.

Keywords: Carbon content. Continental contribution. Glaciation.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### APPLICATION OF INORGANIC MARKERS AND FORAMINIFERES IN PALEOCEANOGRAPHIC STUDIES

Agathe Arrissa Noucoucouk<sup>1</sup>; João Capistrano de Abreu Neto<sup>2</sup>; George Satander Sá Freire<sup>3</sup>

1 [noucoucouk@gmail.com](mailto:noucoucouk@gmail.com) Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE  
2 Departamento de Geologia – DEGEO, Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE  
3 Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE

#### INTRODUÇÃO

Variações sedimentológicas em ambientes marinhos profundos são essenciais para compreensão de mudanças climáticas globais, e para previsões climáticas futuras. Assim, esse trabalho tem como objetivo estudar as variações paleoceanográficas recentes utilizando marcadores geoquímicos e foraminíferos.

O estudo foi realizado por meio do testemunho de sondagem ANP 1011 (Figura 1) de 151,5 cm de comprimento, coletado a 106,3 km da linha de costa do município de Trairi-CE a uma profundidade de aproximadamente 2.125 m.

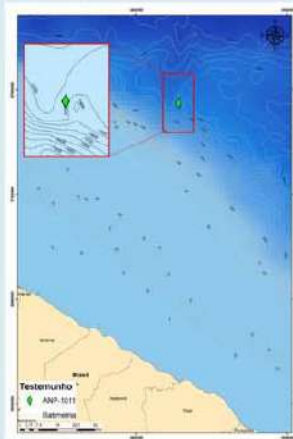


Figura 1 – Localização da área de estudo. Fonte: Autores, 2019.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O testemunho de sondagem ANP 1011 foi coletado pela ANP nas coordenadas 39°02'32" e 2°S13'03" pelo navio Fugro Odyssey, na campanha entre os dias 30 de Junho e 21 de Julho de 2011 e posteriormente cedido ao LGMA da UFC.

As atividades de laboratório tiveram início com a coleta de 8 amostras do testemunho, nas quais foram realizadas análises granulométricas, teor de CaCO<sub>3</sub>, teor de MO e CO, razões Ti/Ca, Fe/Ca, Sr/Ca e P/B. Por fim, utilizou-se de softwares como Sedlog 2.0, ArcGis 10.3, ANASED 5.0 e Corel Draw X3 para a integração e interpretação dos dados.

#### RESULTADOS

##### Descrição Macroscópica e Análise Granulométrica

O testemunho (Figura 2) é composto por sedimento lamoso de estrutura homogênea com coloração variada, onde pode-se observar o predomínio da cor *pale yellowish brown*. A média dos teores de areia é de 15,04%, onde seus valores então compreendidos entre 6,13% até 24,17%; A média dos teores de lama é de 84,82%, com seus teores exibindo uma variação desde 75,59% até 93,79% (Figura 3).

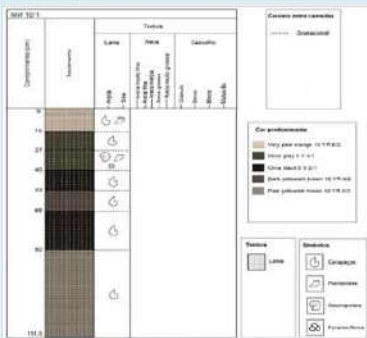


Figura 2 – Representação e descrição do testemunho ANP 1011. Fonte: Autores, 2019.

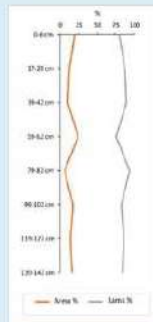


Figura 3 – Variação areia e lama no testemunho ANP 1011. Fonte: Autores, 2019.

##### Teores de Carbonato de Cálcio

O testemunho apresenta uma porcentagem média de 96,13% de CaCO<sub>3</sub>, variando de 69,08% a 100%, na qual o nível de 79–82 cm registra o menor valor (Figura 4A). O conteúdo carbonático dos sedimentos de oceano profundo depende das condições climáticas nas quais foram depositados (Suess, 1956). Desse modo, a taxa de deposição do carbonato aumenta durante os períodos interglaciais e reduz durante os glaciais.

##### Teores de Carbono Orgânico e Matéria Orgânica

Os teores de matéria orgânica variam de 0,9% a 2,1% com média de 1,4%, sendo o maior destes encontrado no nível 39–42 cm (Figura 4B). Os teores de carbono orgânico mudam de acordo com os de matéria orgânica (Figura 4B). Maiores concentrações de matéria orgânica estão associadas a áreas com baixa movimentação junto ao fundo e ao maior teor de sedimentos finos (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Portanto observou-se que os dados de carbono orgânico e matéria orgânica são mais controlados pela presença de lamas do que pela profundidade.

##### Razões Ti/Ca, Fe/Ca e Sr/Ca

Os valores das razões Fe/Ca, Ti/Ca, e Sr/Ca variaram entre 1,8 e 0,187 e entre 0,16 e 0,014 e de 0,024 a 0,015 respectivamente (Figura 4 C,D,E), onde os maiores teores se encontram no intervalo 79–82 cm. O aumento episódico dos marcadores terrígenos pode ter sido causado por mudanças climáticas nas áreas costeiras do nordeste do Brasil (RAO *et al.*, 1993).

##### Razão Planctônico/ Bentônico (P/B)

A razão P/B (Figura 4F) apresenta uma média de 96,81%, com um mínimo de 92,38% e um máximo de 99,13%. Observa-se uma queda da razão P/B no nível 79–82 cm. O aumento da biomassa da comunidade bentônica pode ser considerado uma resposta ao aumento do fluxo de matéria orgânica vindo da zona eufótica (LUTZE & COULBOURN, 1983).

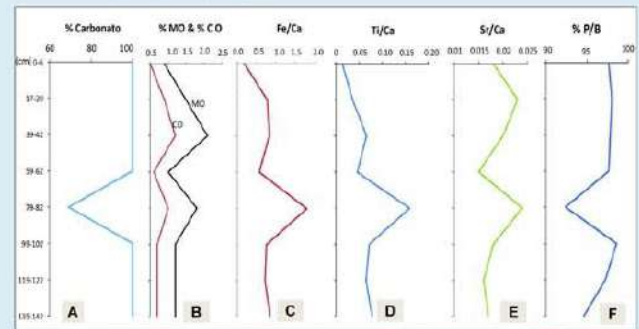


Figura 4 – A) Teores de CaCO<sub>3</sub>; B) Teores de matéria orgânica e carbono orgânico; C) Razão Fe/Ca; D) Razão Ti/Ca; E) Razão Sr/Ca; F) Razão planctônicos/bentônicos. Fonte: Autores, 2019

#### CONCLUSÕES

Os dados de marcadores sedimentológicos utilizados neste estudo estão correlacionados positivamente entre si e revelam a influência direta de sedimentos de fontes terrestres no talude continental inferior de Trairi. As razões dos elementos Ti/Ca, Fe/Ca e Sr/Ca indicam, como outros proxies geoquímicos e biológicos, um sinal de rebaixamento do nível do mar onde a plataforma ficou exposta facilitando a entrada de sedimentos continentais diretamente para a bacia oceânica.

#### REFERÊNCIAS

- LUTZE, G.F. COULBOURN, W.T. Recent benthic foraminifera from the continental margin of northwest Africa: community structure and distribution. *Marine Micropaleontology*, v. 8 (5), p. 361-401, 1983.
- OLIVEIRA, T.S.; BARCELLOS, R.L.; SCHETTINI, C. A.F.; GAMARGO, P.B. Processo sedimentar atual e distribuição da matéria orgânica em um complexo estuário tropical Recife, PE, Brasil. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 14, n. 3, p. 399-411, 2014.
- RAO, V. B.; DE LIMA, M. C.; and FRANCHITO, S.-H. Seasonal and interannual variations of rainfall over eastern Northeast Brazil. *Journal of Climate* 6, 1754–1763, 1993.
- Suess, H. E. 1956. *Absolut Chronology of the Last Glaciation*. Science, V. 123, p. 355-357.

#### AGRADECIMENTOS





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO DA GRANULOMETRIA E MATÉRIA ORGÂNICA DOS SEDIMENTOS DOS MONTES ALPHA CRUCIS

UDENAL, R.; MAHIQUES, M. M.

Universidade de São Paulo (Rodrigo Augusto Udenal, [rodrigoudenal@usp.br](mailto:rodrigoudenal@usp.br))

Montes carbonáticos são estruturas geológicas provenientes da precipitação autigênica de carbonato produzido através do escape de gás, geralmente metano, de uma área de exsudação fria. Este trabalho tem como objetivo a granulométrica e a química de uma região de montes carbonáticos do embaiamento de São Paulo a fim de descrever o substrato desta área através de análises geoquímicas e sedimentológicas. Em expedição oceanográfica realizada em janeiro de 2019 revelou-se, através de aquisição de dados geofísicos por batimetria e sísmica de alta resolução no talude superior da região da Bacia de Santos, a presença de uma estrutura circular de aproximadamente 17x11 km de extensão formada por um complexo de dezenas de estruturas de montes carbonáticos com alturas maiores que 100 m, nomeada por “Montes Alpha Crucis”. É a primeira vez que uma estrutura desta magnitude é encontrada na margem continental do Atlântico Sul. Amostras de sedimento foram obtidas por subamostragem de testemunhos em boxcores lançados sobre os montes carbonáticos. O material recuperado foi então processado para remoção da matéria orgânica e da fração carbonática através do ataque por peróxido de hidrogênio e ácido clorídrico respectivamente. O sedimento tratado foi, então, peneirado para separação das frações areia/lama das quais a fração lama foi então analisada no equipamento Malvern Mastersizer para obtenção da distribuição granulométrica. A partir das curvas de distribuição granulométrica foi possível fazer inferências sobre a natureza da fração terrígena dos sedimentos depositados. Das oito amostras coletadas seis puderam ser recuperadas em testemunhadores com tamanhos superiores a 27cm e duas tiveram apenas as suas frações superficiais amostradas devido às condições do substrato. As amostras de recuperação de topo foram analisadas e obtidas as suas curvas granulométricas. Até o momento os testemunhos tiveram os seus 10 primeiros centímetros analisados. A partir da fração terrígena analisada dos testemunhos é possível investigar a gênese do grão assim como as mudanças no regime de deposição ao longo do tempo na área de mounds carbonáticos. De acordo com os gráficos gerados a partir das análises estatísticas notou-se a predominância de perfis agudos quanto à composição de lama entre 4 e 6 $\Phi$  o que indica um sedimento de bem a moderadamente selecionado, apenas duas amostras se mostraram bimodais (indicando uma multiplicidade de fontes para o sedimento) o que demonstra que a área amostral é alimentada majoritariamente por uma única fonte terrígena com pequenas intrusões de outras fontes devido à sazonalidade do regime dinâmico deposicional ao qual os Montes Alpha Crucis estão submetidos. De acordo com as concentrações de matéria orgânica total presente no sedimento assim como os teores de carbonato de cálcio nota-se a presença de organismos produtores primários e concretores de regiões recifais de mar profundo em atividade intensa devido ao grande fluxo de escape de gases provenientes das exsudações frias derivadas das falhas presentes no assoalho. Tais características indicam, até o momento, um sedimento, assim como toda esta região de montes, profundamente influenciado pelo regime de falhas provenientes das atividades tectônicas no Embaiamento de Santos e determinantes para a criação deste ambiente de mar profundo.

Palavras-chave: Caracterização. Montes carbonáticos. Sedimento. Matéria orgânica.





## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### CARACTERIZAÇÃO DA GRANULOMETRIA E MATÉRIA ORGÂNICA DOS SEDIMENTOS DOS MONTES ALPHA CRUCIS

UDENAL, R.<sup>1</sup> MAHIQUES, M. M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP)

\*Este trabalho está relacionado ao projeto de Pesquisa e Desenvolvimento em andamento registrado como ANP 21012-0 - Avaliação da Biologia e Geoquímica de Exsudações de Óleo e Gás na Costa Sudeste do Brasil (IO-USP/Shell Brasil/ANP), patrocinado pela Shell Brasil através do "Compromisso de Investimentos com Pesquisa e Desenvolvimento."



#### INTRODUÇÃO

Montes carbonáticos são estruturas geológicas provenientes da precipitação autígenica de carbonato produzido através do escape de gás, geralmente metano, de uma área de exsudação fria. (Hovland, M. & Risk, M. 2003)

Em expedição oceanográfica realizada em janeiro de 2019 revelou-se, através de aquisição de dados geofísicos por batimetria e sísmica de alta resolução no talude superior da região da Bacia de Santos, a presença de uma estrutura circular de aproximadamente 17x11 km de extensão formada por um complexo de dezenas de estruturas de montes carbonáticos com alturas maiores que 100 m, nomeada por "Montes Alpha Crucis". É a primeira vez que uma estrutura desta magnitude é encontrada na margem continental do Atlântico Sul.

Este trabalho tem como objetivo a granulométrica e a química de uma região de montes carbonáticos do embaiamento de São Paulo a fim de descrever o substrato desta área através de análises geoquímicas e sedimentológicas.

#### RESULTADOS

A partir das análises estatísticas notou-se a predominância de perfis agudos quanto à composição de lama entre 4 e 6 $\phi$  o que indica um sedimento de bem a moderadamente selecionado, apenas duas amostras se mostraram bimodais (indicando uma multiplicidade de fontes para o sedimento) o que demonstra que a área amostrada é alimentada majoritariamente por uma única fonte terrígena com pequenas intrusões de outras fontes devido à sazonalidade do regime dinâmico deposicional ao qual os Montes Alpha Crucis estão submetidos, segundo os critérios descritivos abordados em Mahiques, 2004 e Gyllencreutz, 2010.

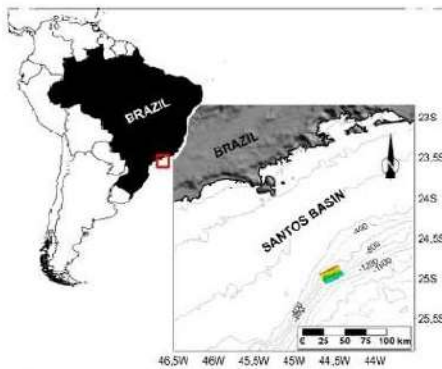


Figura 1. Mapa da Bacia de Santos com a área de estudos em destaque.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras de sedimento foram obtidas por subamostragem de testemunhos em boxcores lançados sobre os montes carbonáticos em 8 pontos de coleta ao longo da cadeia de mounds.

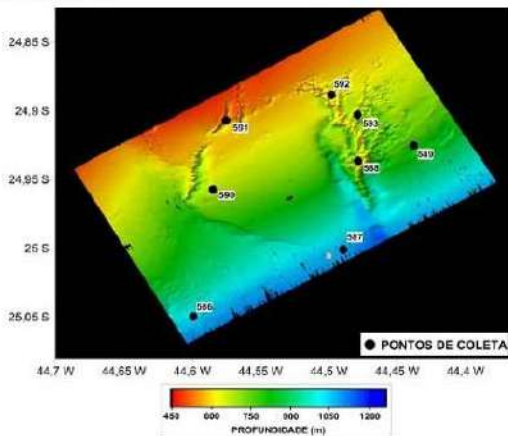


Figura 2. Área de estudos com expressão de relevo e indicação dos pontos de coleta.

Das oito amostras coletadas seis puderam ser recuperadas em testemunhadores com tamanhos superiores a 27cm e duas tiveram apenas as suas frações superficiais amostradas devido às condições do substrato. As amostras de recuperação de topo foram analisadas e obtidas as suas curvas granulométricas.

De cada testemunho foi então retirada uma alíquota de 10cm<sup>3</sup> para remoção da matéria orgânica e da fração carbonática através do ataque por peróxido de hidrogênio e ácido clorídrico respectivamente. O sedimento tratado foi peneirado a úmido para separação das frações areia/lama das quais a fração lama foi então analisada no equipamento Malvern Mastersizer para obtenção da distribuição granulométrica. Os teores de carbonato de cálcio e matéria orgânica foram obtidos por subtração do peso após cada etapa de remoção da análise.

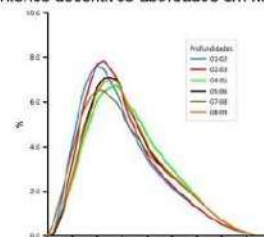


Figura 3. Curvas granulométricas da estação 586.

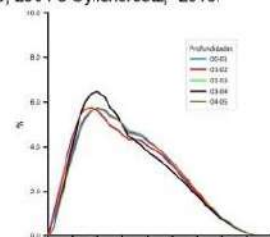


Figura 4. Curvas granulométricas da estação 587.

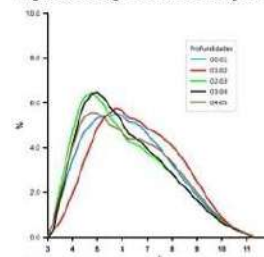


Figura 5. Curvas granulométricas da estação 588.

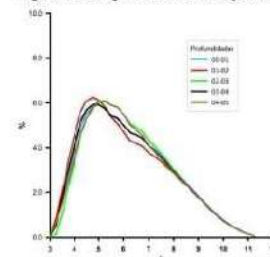


Figura 6. Curvas granulométricas da estação 589.

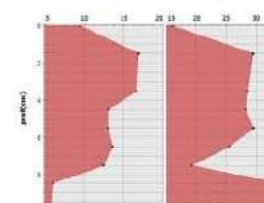


Figura 7. Concentração de matéria orgânica e Carbonato de cálcio da estação 590.

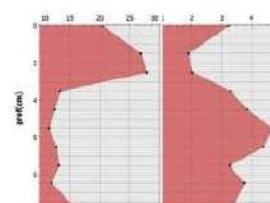


Figura 8. Concentração de matéria orgânica e Carbonato de cálcio da estação 592.

De acordo com Hovland, 1997, segundo as concentrações de matéria orgânica total presente no sedimento assim como os teores de carbonato de cálcio, nota-se a presença de organismos produtores primários e concretores de regiões recifais de mar profundo em atividade intensa devido ao grande fluxo de escape de gases provenientes das exsudações frias derivadas das falhas presentes no assoalho.

#### CONCLUSÕES

O projeto continua em andamento e os dados estão sendo gerados e processados, porém já é possível descrever a porção superficial do substrato assim como fazer inferências quanto as forçantes e gênese do processo sedimentar envolvido na deposição de partículas terrígenas na região dos Montes Alpha Crucis.

Os dados granulométricos unidos aos de matéria orgânica total e de carbono orgânico total tem se mostrado extremamente satisfatórios quanto ao seu potencial em fornecer informações necessárias para a caracterização de um ambiente de sedimentação marinho.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- de Mahiques, M. M. et al. Hydrodynamically driven patterns of recent sedimentation in the shelf and upper slope off Southeast Brazil Continental Shelf Research 24, 1685-1697, doi:10.1016/j.csr.2004.05.013 (2004)
- Gyllencreutz, R., Mahiques, M. M., Alves, D. V. P., & Wainer, J. K. C. Mid- to late-Holocene paleoceanographic changes on the southern Brazilian shelf based on grain size records. The Holocene, 20(6), 863-875, doi: 10.1177/0959683610355936 (2010)
- Hovland, M. & Risk, M. Do Norwegian deep-water coral reefs rely on seeping fluids? Marine Geology 198, 83-96, doi:10.1016/S0025-3227(03)00096-3 (2003)
- Hovland, M. & Thomsen, E. Cold-water corals - are they hydrocarbon seep related? Marine Geology 137, 159-164, doi:10.1016/S0025-3227(96)00086-2 (1997)
- Viana, A. R. et al. Hydrology, morphology and sedimentology of the Campos continental margin, offshore Brazil. Sedimentary Geology 115, 133-157, doi:10.1016/S0037-0738(97)00090-0 (1998)
- Jauer, C. D., & Budkewitsch, P. Old marine seismic and new satellite radar data: Petroleum exploration of north west Labrador Sea, Canada. Marine and Petroleum Geology 27, 1379-1394, doi:10.1016/j.marpetgeo.2010.03.003 (2010).



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### VARIAÇÕES NA PRODUÇÃO E INTENSIDADE DA MASSA DE ÁGUA ICELAND-SCOTLAND OVERFLOW WATER (ISOW) NO INÍCIO DO PLEISTOCENO A PARTIR DA CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DO TESTEMUNHO DSDP LEG 94 HOLE 611

LEONE, S.; JOVANE, L.

Universidade de São Paulo (Stephanie Leone de Almeida Pecchiai Saldanha, [stephanie-leone@outlook.com](mailto:stephanie-leone@outlook.com))

A transição Plioceno/Pleistoceno ocorreu há 2,58 milhões de anos e marca o início do período Quaternário. Esta época é caracterizada pela intensificação da glaciação do Hemisfério Norte e pelo aumento da variabilidade climática causada pela obliquidade. Estas alterações climáticas afetaram a taxa de produção das massas de água geradas no Hemisfério Norte. As massas de água que são geradas nos polos do planeta são de extrema importância para o funcionamento da célula de revolvimento meridional do Atlântico (AMOC, em sua sigla em inglês), principal mecanismo responsável pela distribuição de calor entre os hemisférios. Essas massas de água levam águas mais densas e frias dos polos para o Equador por meio de correntes de contorno profundas, capazes também de mobilizar e carregar sedimentos em grandes profundidades. O testemunho DSDP Leg 94 Site 611 foi retirado de Gardar Drift, um flanco de Reykjanes Ridge, em uma lâmina de água de 3203 metros, sob influência principalmente da massa de água Iceland-Scotland Overflow Water (ISOW). Neste trabalho, foram realizadas análises granulométricas, morfométricas e de carbonato de cálcio, além de análise da susceptibilidade magnética, curvas de histerese e magnetização remanescente isotérmica (IRM) de 6 frações granulométricas. Estas foram definidas para melhor compreender como a taxa de formação da ISOW foi alterada durante os diferentes intervalos glaciais e interglaciais no início do Pleistoceno. Segundo as análises realizadas, os materiais magnéticos encontrados são basaltos provenientes da Islândia. Os grãos magnéticos de todas as frações podem ser considerados finos. O maior valor de susceptibilidade magnética foi encontrado na argila, fração predominante. Portanto, as propriedades magnéticas das amostras dependem do tamanho dos grãos que as compõem. Foi verificado um aumento da média granulométrica, assim como do desvio padrão e incidência de *ice rafted debris* (IRD) e diminuição do arredondamento e esfericidade nos períodos glaciais. Nestes períodos, há intensificação do intemperismo físico, gerando grãos maiores e menos arredondados e esféricos. A capacidade e a competência do transporte de sedimentos para a região aumentam, tanto devido à maior incidência de icebergs, como à intensificação da produção de massas de água como a ISOW. O carbonato de cálcio teve uma redução nos períodos glaciais, pelo aumento de sua dissolução em águas mais frias. A partir de dados sedimentológicos do testemunho, conclui-se que não houve alteração da proveniência dos sedimentos magnéticos e da massa de água que tem maior influência no local. Nos períodos glaciais, identificou-se uma intensificação da taxa de produção da ISOW, gerando um aumento da competência da corrente de contorno profunda. Por outro lado, nos períodos interglaciais, a produção da ISOW foi reduzida.

Palavras-chaves: Pleistoceno. ISOW. Hemisfério Norte. Magnetismo.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### VARIAÇÕES NA PRODUÇÃO E INTENSIDADE DA MASSA DE ÁGUA ICELAND-SCOTLAND OVERFLOW WATER (ISOW) NO INÍCIO DO PLEISTOCENO

Leone, S<sup>1</sup>, e Jovane, L<sup>2</sup>

Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo<sup>1,2</sup>



#### INTRODUÇÃO

A transição Plioceno/Pleistoceno ocorreu há 2,58 milhões de anos e marca o início do Quaternário. Esta é marcada pela intensificação da glaciação do Hemisfério Norte (iGHN), que alterou a taxa de formação de massas de água densas. Estudos sobre as propriedades magnéticas das diferentes frações granulométricas tem contribuído para o entendimento da evolução da circulação oceânica profunda.



Fig. 1: Mapa da localização do testemunho DSDP Leg 94 Site 611A. As correntes em cinza são correntes de fundo, já as linhas pretas pontilhadas são correntes de superfície (Blake-Mizen et al., 2019).

Para este trabalho, foi utilizado amostras do testemunho DSDP Leg 94 Site 611, sob influência da massa de água Iceland-Scotland Overflow Water (ISOW). Este estudo visa entender como o tamanho e formato dos grãos depositados mudaram durante a iGHN, assim como a variação de propriedades magnéticas das frações granulométricas de acordo com a variação da taxa de produção das massas de água e as possíveis fontes desses materiais magnéticos.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizadas análises granulométricas por difração a laser e morfometrias, material orgânica (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e CaCO<sub>3</sub> (HCl 10%). Também foram realizadas análises da susceptibilidade magnética (AGICO), curvas de histerese e magnetização remanescente isotérmica (IRM) (VSM, Micromag 390) de 6 frações granulométricas. Para separar estas, foi utilizada peneira para maiores que 63 µm, e os menores foram separados por pipetagem, baseada na Lei de Stokes.

#### RESULTADOS

Predominância da fração argila (54,6% a 78,8%), com média granulométrica variando de 9,49 φ a 11,66 φ, e o maior tamanho de grão encontrado foi areia grossa. Pequena variação no arredondamento e esfericidade.

Maior média de susceptibilidade magnética é encontrada na fração argila, e a menor na areia. A média da razão Mr/Ms varia de 0,244 (areia) a 0,263 (argila), ou seja, grãos magnéticos finos. O desvio padrão dessa razão é muito maior para a areia quando comparado as outras frações.

#### DISCUSSÃO

Os materiais magnéticos encontrados em todo trecho analisado são essencialmente basaltos provenientes da Islândia, de acordo com a média da razão Mr/Ms encontrada por Hatfield (2013) (0,26). Sendo assim, a proveniência dos sedimentos magnéticos e da massa de água que tem maior influência no local não foram alterados nesse intervalo de tempo. Valores extremos de poucas amostras indicam a presença de IRD, provavelmente de outros lugares, como a Groelândia.

Durante os períodos glaciais, foi observado um aumento da média granulométrica, assim como do desvio padrão e incidência de *ice rafted debris* (IRD) e diminuição do arredondamento e da esfericidade e da quantidade de CaCO<sub>3</sub>. Nesses períodos, há intensificação do intemperismo físico, gerando grãos maiores e menos regulares. O CaCO<sub>3</sub> diminui pelo aumento de sua dissolução em águas mais frias. A capacidade e a competência do transporte para a região aumentam, tanto devido a maior incidência de icebergs, assim como pela intensificação da produção de massas de água como ISOW. A maior susceptibilidade magnética é encontrado na argila, fração predominante. Ou seja, há grande correlação entre a resposta da suscetibilidade magnética e o tamanho dos grãos físicos. Os grãos magnéticos são considerados finos, para todas as frações granulométricas estudadas.

#### CONCLUSÃO

A partir de dados sedimentológicos do testemunho, conclui-se que não houve alteração da proveniência dos sedimentos magnéticos e da massa de água que tem maior influência no local. Nos períodos glaciais, identificou-se uma intensificação da taxa de produção da ISOW, gerando um aumento da competência da corrente de contorno profunda. Por outro lado, nos períodos interglaciais, a produção da ISOW foi reduzida. Há uma tendência da intensificação da ISOW ser cada vez maior nos períodos glaciais após o início do Pleistoceno.

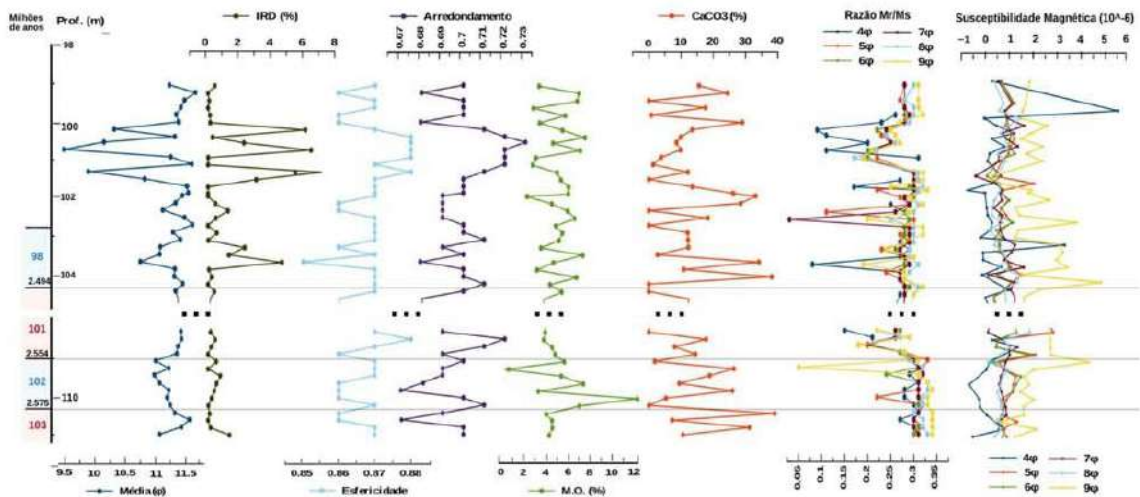


Fig. 2: Resultados das análises granulométricas, morfométricas, da variação da matéria orgânica e carbonato de cálcio do bulk das amostras coletadas no trecho de 98 a 112 metros do testemunho DSDP Leg 94 Site 611. Resultados da razão Mr/Ms e a susceptibilidade magnética nas seis diferentes frações granulométricas das amostras coletadas no trecho de 98 a 112 metros do testemunho DSDP Leg 94 Site 611.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hatfield, R. G., Stoner, J. S., Carlson, A. E., Reyes, A. V., Housen, B. A., 2013. Source as a controlling factor on the quality and interpretation of sediment magnetic records from the northern north Atlantic. *Earth and Planetary Science Letters* 368, 69–77.
- Blake-Mizen, K., Hatfield, R. G., Stoner, J. S., Carlson, A. E., Xuan, C., Walczak, M., Lawrence, K. T., Channell, J. E., Bailey, I., 2019. Southern greenland glaciation and western boundary undercurrent evolution recorded on erik drift during the late Pliocene intensification of northern hemisphere glaciation. *Quaternary Science Reviews* 209, 40–51.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PRESENCE OF BIOGENIC MAGNETITE IN FERROMANGANESE NODULE

HASSAN, M. B.; JOVANE, L.; RODELLI, D.; BENITES, M.

Universidade de São Paulo-SP (Muhammad Bin Hassan, [muhammadbinhassan6@gmail.com](mailto:muhammadbinhassan6@gmail.com))

Biogenic magnetic minerals are produced inside intracellular membrane (magnetosome), by prokaryotic microorganisms called Magnetotactic Bacteria (MTB). Magnetosomes help the magnetotactic bacteria to orient themselves in geomagnetic field towards their preferred microaerophilic environment. After burial in the sediments, magnetic remains of magnetotactic bacteria known as magnetofossils, provide paleomagnetic and paleoenvironmental information. Paleomagnetic study of ferromanganese nodule sample JC120-104B collected from Clarion-Clipperton Zone (CCZ) in Pacific Ocean indicates the presence of biogenic magnetite. The Nodule sample shows distinctive alternating layers of Manganese and Iron per  $\mu$ -XRF (micro X-ray Fluorescence) data. Rock Magnetic Properties follow the Mn rich layers of nodule sample which is related to the favourable condition for magnetite biomineralization in Oxic-Suboxic Transition Zone (OSTZ). Magnetofossil fingerprints were detected in all layers of the nodule sample irrespective of the relative geochemical composition. Principal Component analysis (PCA) of First Order Reversal Curves (FORCs), decomposition of IRM curves and Transmission Electron Microscopy were used as the main tool for the characterization of these magnetosomes. Further investigations on magnetofossil fingerprints may lead to the better understanding of paleoenvironmental conditions involved in the formation and growth of deep sea ferromanganese nodules.

Palavras-chave: Ferromanganese nodule. Biogenic Magnetite. Rock Magnetic Properties. Oxic-Suboxic Transition Zone (OSTZ).

#### INTRODUCTION

Magnetotactic bacteria (MTB) use magnetosomes to move and align their entire body along magnetic fields in search of suitable environmental conditions by a process called magnetotaxis. The presence of MTB in sediments as magnetofossils has been reported as a proxy for the reconstruction of past climate due to their relation with the concentration of organic matter and high-productivity climatic events. The Pacific Manganese Nodule Province is renowned among researchers due to different polymetallic nodules rich in manganese (Mn), iron (Fe), cobalt (Co), copper (Cu) and nickel (Ni). In this work, we explored the presence of biogenic magnetite in a deep sea ferromanganese nodule sample from Clarion-Clipperton Zone (CCZ). We show that ferromanganese nodules contain magnetofossil fingerprints. Moreover, the magnetic properties such as magnetic saturation, coercivity and remanence of Mn-rich layers of the nodule sample are higher than the Fe-rich layers, which are the result of dominant diagenetic precipitation where the metals come from the Oxid-Suboxic Transition Zone (OSTZ).



Fig.1: (A) Map showing Clarion Clipperton Zone, red star indicates the location of Fe-Mn nodule sample JC120-104B; (B) Ferromanganese nodule sample embedded in the resin. L-L' line shows the  $\mu$ -XRF (micro-X Ray Fluorescence) analysis profile, while A-A' line shows the location of sub-samples (about 2mm cubes) collected for rock magnetic studies.

#### MATERIALS AND METHODS

**Rock Magnetic Studies:** 8 sub-samples of about 2 mm cubes were collected from the resin fitted sample. (Fig.1: B). To identify magnetic minerals, their domain state(s), and magnetic interactions among magnetic particles, we obtained hysteresis cycles, First Order Reversal Curves (FORCs), thermomagnetic curves and Isothermal Remanent Magnetization (IRM) acquisition curves at room temperature for each sub-sample (A-H) using an alternating gradient magnetometer (AGM MicroMag™ 2900) at the Centro Oceanográfico de Registros Estratigráficos (CORE) of the Instituto Oceanográfico de the Universidade de São Paulo (IOUSP).

**Transmission electron microscopy:** 10 g nodule sample was gently crushed, powdered and passed through the sieve of 150  $\mu$ m. The sample was mixed with acetate buffer (pH 4.0) according to Strehlau et al., (2014). Samples were maintained under constant agitation at 20°C overnight. Magnetic concentration using a magnet and washing steps with MilliQ were performed before sample deposition in formvar-carbon coated grids. Samples were observed on an FEI Tecnai Spirit (FEI Company) at 120 kV.

#### RESULTS

The magnetic properties such as magnetic saturation, magnetic coercivity and magnetic remanence increased with the increase in Mn content (Fig.2: A).

The thermomagnetic heating curves both of two distinctive layers (Mn and Fe-rich) demonstrated the presence of magnetite as both exactly fall at 565 °C (Fig.3: B).

Overall, the FORC diagrams (Fig.2: B) show a horizontal ridge beginning at 4 mT with the maximum peaks above 50 mT on the Hc axis. The vertical spread along the Hu axis which is indicative of magnetostatic interactions, is only a few mT for almost all FORCs. These specifications indicate that the FORC diagrams of all the 8 sub-samples of the ferromanganese nodule showed coercivity and interaction ranges just identical to the FORCs of a non-interacting single domain (SD) magnetite which have been directly linked with the crystallographic state of the magnetosomes produced by MTB.

**Isothermal remanent magnetization (IRM) acquisition curves:** The lowest  $B^{1/2}$  values were interpreted as coarse-grained detrital magnetite components. Two intermediate coercivity components having  $B^{1/2}$  values ranging from 15 to 50 mT and relatively low dispersion values were dominant in all sub-samples (Fig.2: C). These different intermediate-coercivity components were interpreted as biogenic soft (BS) and biogenic hard (BH), as described by Egli (2004) and Yamazaki (2008), which probably correspond to different morphologies of biogenic magnetite namely cubic and elongated crystal forms.

The magnetite crystal structures seen under TEM were similar to cubic as well as elongated biogenic magnetite-magnetosomes (Pósfal et al., 2013), considering both shape and size (Fig.3: A).

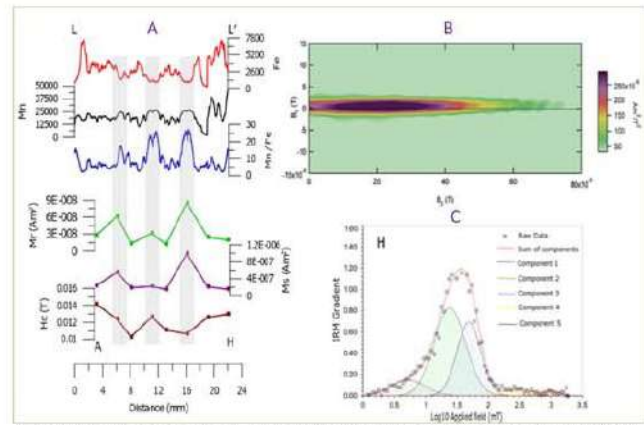


Fig.2: (A) Geochemical and rock magnetic data; Upper three curves are geochemical data in counts along profile L-L' shown in Fig.1 (B), lower three curves are rock magnetic data i.e. Magnetic Coercivity (Hc), Magnetic Saturation (Ms) and Magnetic Remanence (Mr) along A to H as shown in Fig.1 (B); (B) FORC of a subsample 'H'; (C) IRM acquisition curve of subsample 'H'.

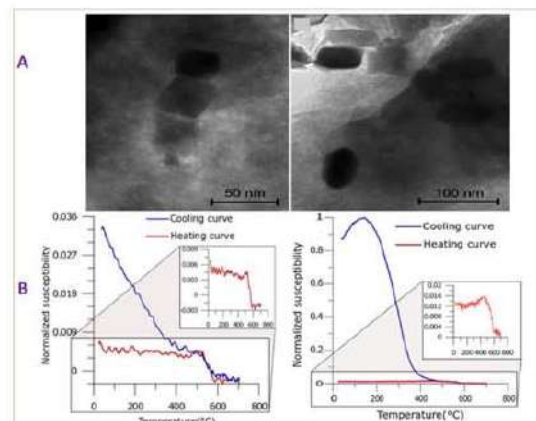


Fig.3: (A) Transmission electron microscopy (TEM) images of nanoparticles similar in size and shape to magnetosomes; (B) Thermomagnetic curves; Normalized magnetic susceptibility between 0 and 1 vs temperature obtained for; Left: Mn-rich sub sample "B", Right: Fe-rich subsample "C".

#### CONCLUSIONS

Mn-rich layers are consistent with higher magnetic properties in the nodule sample collected from the Clarion Clipperton Zone. Magnetic properties increased with the increase in Mn content due to the presence of magnetofossil which is structurally and chemically pure biogenic magnetite. The Mn-rich layers are the outcome of diagenetic precipitation in oxid-suboxic transition zone while magnetite biomineralization is also favoured in the areas where oxygen supply is limited. First Order Reversal Curve (FORC) diagrams, Isothermal Remanent Magnetization (IRM) acquisition curves and Transmission Electron Microscopy (TEM) testify to the identification of biogenic magnetite, which is the main magnetic carrier in the nodule sample. The presence of biogenic magnetite that is, in turn, a result of microbial activity in ferromanganese nodules, can be a leading pathway for future research to understand the formation and growth of ferromanganese nodules.

#### REFERENCES

- Benites, M., Milo, C., Hein, J., Nath, B., Murton, B., Galante, D., & Jovane, L. (2019). Integrated Geochemical and Morphological Data Provide Insights into the Genesis of Ferromanganese Nodules. *Minerals*, 9(11), 448. <https://doi.org/10.3390/min9110448>
- Osaka, H., Nakasato, Y., & Usui, A. (2018). Characterization of marine ferromanganese crust from the Pacific using residues of selective chemical leaching: identification of fossil magnetotactic bacteria with FE-SEM and rock magnetic methods. *Earth Planets and Space*, 70(1), 165.

THIS RESEARCH IS SUPPORTED BY FAPESP UNDER PROJECT # 2017/04921-0.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL COM BASE EM DADOS GEOQUÍMICOS DO INTERVALO APTIANO-ALBIANO NO POÇO SER-03 DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS

BOM, M.H.H.<sup>1</sup>; KOCHHANN, K.G.D.<sup>1</sup>; FAUTH, G.<sup>1</sup>; LIMA, F.H.O.<sup>2</sup>

Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>1</sup> (Marlone Heliara Hünig Bom, [marloneb@unisinobr](mailto:marloneb@unisinobr));  
PETROBRAS/CENPES/PDGEO/BPA<sup>2</sup>

As plataformas carbonáticas da Formação Riachuelo estão associadas ao início de subsidência tectônica, inseridas na megassequência pós-rifte ou marinha da Bacia Sergipe-Alagoas. Esses pacotes carbonáticos apresentam informações essenciais para a compreensão da evolução da abertura do Oceano Atlântico Sul. Visando o aperfeiçoamento desses estudos, análises de geoquímica inorgânica foram realizadas em 200 m de rochas sedimentares oriundos do poço SER-03, localizado ao noroeste de Aracaju. A técnica utilizada para tais análises foi a fluorescência de raios-x, que permitiu, de forma não destrutiva, quantificar razões multielementares. Os resultados das análises demonstram que a base da sucessão sedimentar (200 - 175 m) representa deposição sob condições anóxicas (razão V/Cr > 4,25), que coincidem com acentuada entrada de nutrientes, levada produtividade primária. Entre 175 e 18 m de profundidade é observado um aumento no nível de oxigenação e alternâncias na razão Zr/Rb, indicando, conseqüentemente, mudanças na granulometria dos sedimentos, provavelmente associadas a alterações no nível do mar. Essas oscilações também ocorrem nos índices de intensidade de intemperismo, sendo mais acentuadas na razão K/Rb, sugerindo alternância entre condições climáticas de maior pluviosidade e de aridez.

Palavras-chave: Paleoambiente. Geoquímica. Aptiano-Albiano. Bacia Sergipe-Alagoas.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### INTERPRETAÇÃO PALEOAMBIENTAL COM BASE EM DADOS GEOQUÍMICOS DO INTERVALO APTIANO-ALBIANO NO POÇO SER-03 DA BACIA SERGIPE-ALAGOAS

BOM, M.H.H.<sup>1</sup>; KOCHHANN, K.G.D.<sup>1</sup>; FAUTH, G.<sup>1</sup>; LIMA, F.H.O.<sup>2</sup>

Instituto Tecnológico de Micropaleontologia, It Fossil- UNISINOS<sup>1</sup> (Marlene Heliara Hünig Bom, [marleneb@unisinov.br](mailto:marleneb@unisinov.br)); PETROBRAS/CENPES/PDGeo/BPA<sup>2</sup>



### INTRODUÇÃO

As plataformas carbonáticas da Formação Riachuelo estão associadas ao início de subsidência tectônica, inseridas na megassequência pós-rifte ou marinha. Esses pacotes carbonáticos apresentam informações essenciais para a compreensão da evolução da abertura do Atlântico. Estudos geoquímicos podem ser utilizados para aprimorar o modelo de evolução paleoambiental do Cretáceo na Bacia de Sergipe-Alagoas. Sendo assim, essa pesquisa tem por objetivo realizar a interpretação paleoambiental, com base em dados geoquímicos do poço SER-03, coletado ao noroeste de Aracaju (Figura 1).

### MATERIAIS E MÉTODOS

Cerca de 10,0 g de cada amostra (n=200) foram fragmentadas para as análises via fluorescência de raios x (Epsilon 1 - PanAnalytical) e analisador de carbono e enxofre (LECO SC 144-DR). As medidas de carbono total (CT), enxofre total (S) foram realizadas através da combustão instantânea de 0,26 g de cada amostra após a adição do catalisador pentóxido de vanádio. O teor de carbono orgânico total (COT) foi medido em amostras previamente descarboxiladas com HCl 6 N seguida de lavagem para a eliminação dos íons cloretos (Cl<sup>-</sup>) até pH 5 ou 6. O conteúdo de carbonato de cálcio foi calculado utilizando a razão estequiométrica (CaCO<sub>3</sub> (%) = CT (%) - COT (%) x 8,33; Stax e Stein, 1995). A metodologia empregada nas análises de fluorescência de raios x consistiu na técnica do pó solto, no qual as concentrações obtidas nas formas monoelementares foram reportadas em contagens por segundo (cps). As amostras pulverizadas (cerca de 5g) foram medidas nas condições: 10 kV (150 µA, sem filtro) para Al, Mg, Si; 12 kV (400 µA, filtro de Al-50) para Ca, K, Ti e V; 20 kV (250 µA, filtro de Al-200) para Co, Cr Fe e Mn; 50 kV (100 µA, filtro de Ti) para Ba e Rb.

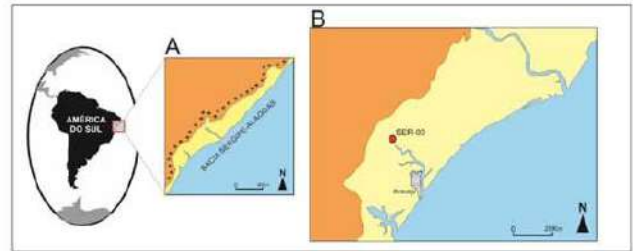


Figura 1. Área de localização do testemunho SER-03.

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das análises demonstram que o poço SER-03 apresenta sedimentos ricos em matéria orgânica e acentuado conteúdo sulfúrico, resultado do processo de formação de pirita, caracterizando o ambiente como marinho (Figura 2).

A base da sucessão sedimentar é representada por condições anóxicas (razão V/Cr > 4,25) (Leventhal, 1995 e He et al., 2016), que coincidem com acentuada entrada de nutrientes e elevada produtividade primária (elevado log(Ba/Fe); e.g., Hull e Norris, 2011). Um aumento de oxigenação é observado ao longo do perfil (razão V/Cr < 4,25). A variação da razão log(Zr/Rb), indica variações na granulometria dos sedimentos, provavelmente associadas a alterações no nível do mar e/ou de intensidade de aporte sedimentar. Oscilações verificadas na razão Zr/Rb também são observadas nos índices de intensidade de intemperismo, representado pela razão K/Ti+Fe+Al+Si, sugerindo alternância entre condições climáticas de maior pluviosidade e de aridez. As variações refletidas na quantidade de ílita (argilomineral rico em potássio e dominante em climas áridos), associado ao somatório de material clástico terrestre, pode ser aplicado como um indicativo de variações de intensidade de intemperismo.

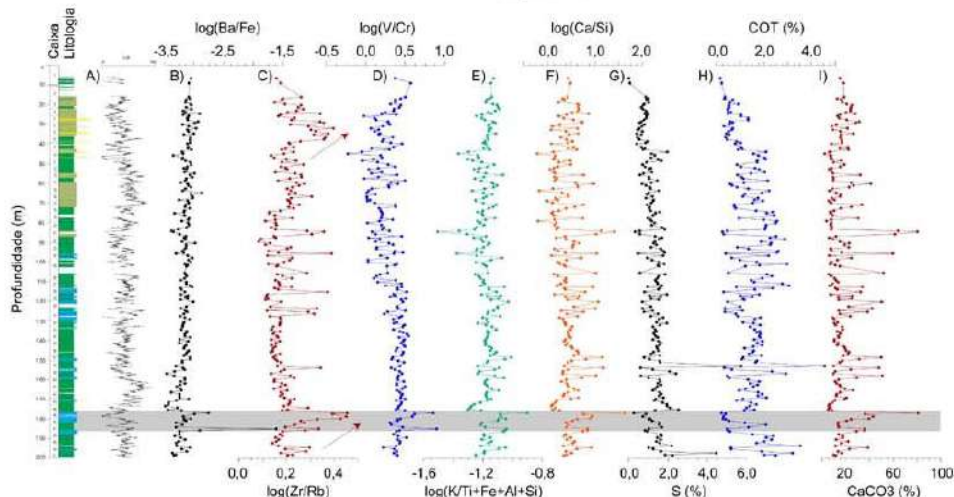


Figura 2. Registros geoquímicos ao longo do poço SER-03.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- He, C., Ji, L., Wu, Y., Su, A., Zhang, M., 2016. Characteristics of hydrothermal sedimentation process in the Yanchang Formation, south Ordos Basin China: Evidence from element geochemistry. *Sedimentary Geology* 345, 33-41.
- Hull, P.M., Norris, R.D., 2011. Diverse patterns of the ocean export productivity change across the Cretaceous-Paleogene boundary: New insights from biogenic barium. *Paleoceanography* 26, 1-10.
- Leventhal, J.S., 1995. Carbon-sulfur plots to show diagenetic and epigenetic sulfidation in sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 59 (6), 1207-1211.
- Stax, R.; Stein, R. 1995. Data report: organic carbon and carbonates records from Detroit seamount and Patton-Murray seamount: results from sites 882 and 887 (north Pacific Transect). *Proc. Ocean Drill. Program Sci. Results*, 145:645-655.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### IDENTIFICAÇÃO DE TERRAÇOS NA ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE, OESTE DO ATLÂNTICO SUL

SILVA, R.S.; JOVANE, L.

Universidade de São Paulo (Raylla Souza Silva, [raylla.silva@usp](mailto:raylla.silva@usp))

Localizada no oeste do Oceano Atlântico Sul, a Elevação do Rio Grande, tem sido de grande destaque devido a suas crostas ferromagnesíferas que possuem grandes quantidades de cobalto, por exemplo. Sua origem é incerta, porém sabe-se que está associada à ruptura continental durante a formação do Atlântico Sul, na cordilheira meso-oceânica, e a atividades vulcânicas somadas à posterior subsidência. Também é comprovado que a Elevação já passou por períodos de exposição à atmosfera e, com base nisso, a presença de terraços marinhos foi investigada neste trabalho, já que a condição subaérea pode ter permitido que a Elevação fosse atingida por ondas, responsáveis pela erosão e formação desse tipo de terraços. Para a interpretação geomorfológica e a descrição de terraços na região, foi realizada aquisição batimétrica com ecobatímetro multifeixe durante um Cruzeiro do projeto *Marine ferromanganese deposits – a major resource of E-tech elements (Marine E-Tech)*, entre janeiro e fevereiro de 2018, no Navio Oceanográfico *Alpha Crucis*, cujo dados brutos foram processados e mapas de profundidade, imagens tridimensionais e perfis batimétricos da região foram gerados e analisados com base em estudos e publicações anteriores. Até então, os dados revelaram a influência de correntes de fundo na geomorfologia recente da Elevação do Rio Grande, com a presença de terraços erosivos, fossas e *sediment waves*, especialmente nas áreas a oeste, mais próximas ao Canal de Vema.

Palavras-chave: Batimetria. Corrente de fundo. Geomorfologia. Terraços.



#### INTRODUÇÃO

A Elevação do Rio Grande (Fig.1), formada há cerca de 97 Ma., é parte do sistema de seamounts Rio Grande - Walvis. Sua origem é incerta, com teorias que variam de relação com hot spot [1] à frações continentais resultantes da separação América do Sul-África [2]. Sabe-se que porções da Elevação já teve períodos de exposição à atmosfera [3], sendo possível a existência de terraços marinhos na região.

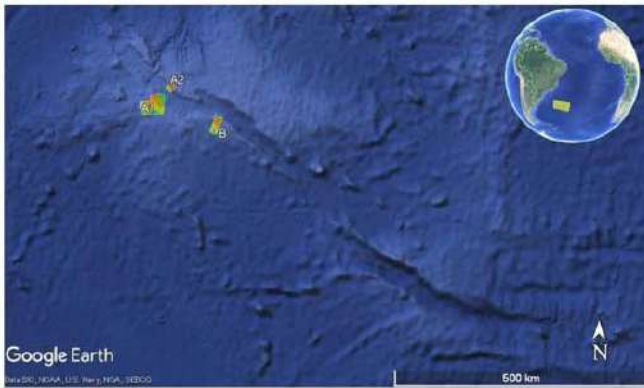


Figura 1. Áreas A1, A2 e B posicionadas sobre a Elevação do Rio Grande, gerado e modificado do Google Earth Pro.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Terraço, em geral, é definido por uma superfície horizontal, ou quase, limitada por dois declives no mesmo sentido, podendo ser originado de diversas formas [4]

Terraços marinhos são formados a partir de antigas plataformas de abrasão que foram submetidas a diferentes níveis relativos do mar [5], enquanto, terraços erosivos são formados pelo poder erosivo das correntes de fundo [6].

Para esse estudo geomorfológico, foram utilizados dados batimétricos coletados por um ecobatímetro multifeixe em três áreas da Elevação do Rio Grande (A1, A2 e B), no início de 2018, pelo projeto *Marine E-tech*. Esses dados foram processados nos softwares PDS 2000, onde também foram geradas imagens tridimensionais e perfis batimétricos, e os mapas batimétricos e geomorfológicos foram gerados no QGIS, já a identificação e classificação dos terraços e determinação das direções das correntes de fundo foram discutidas com base informações contidas em trabalhos e publicações anteriores.

#### RESULTADOS

Com os dados batimétricos, foram gerados os mapas (Figs. 2 e 3) e os perfis dos terraços identificados, onde foram encontrados canais, provavelmente erosivos, geralmente localizados após as escarpas dos terraços, enquanto na área A1 estas estruturas são mais proeminentes (Fig. 4), na A2 estas são mais suaves (Fig. 5). Dentre as demais estruturas encontradas, estão os cânions, escorregamentos, depósitos e ondas de sedimentação, sendo este um indicador de presença de correntes de fundo [7].

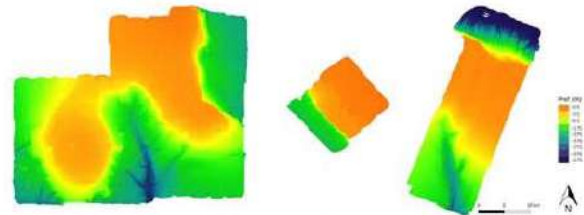


Figura 2. Mapas batimétricos das áreas A1, A2 e B, respectivamente.

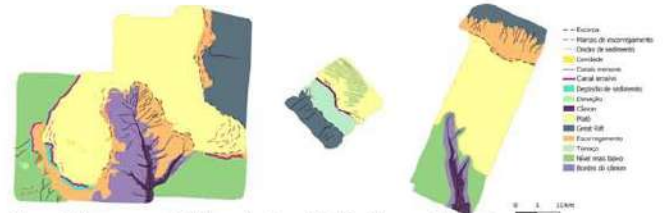


Figura 3. Mapas geomorfológicos das áreas A1, A2 e B, respectivamente.

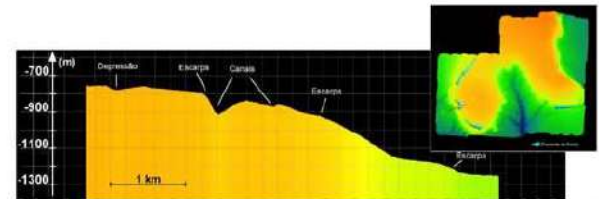


Figura 4. Perfil batimétrico A1-4 da área A1, com exagero vertical de 2,3 vezes e, à direita, direção das correntes de fundo propostas.

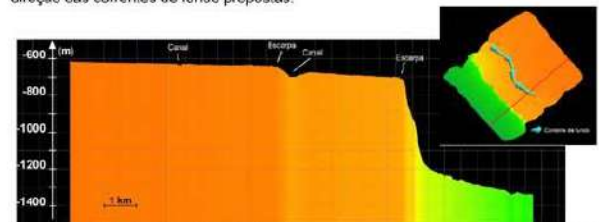


Figura 5. Perfil batimétrico A2-1 da área A2, com exagero vertical de 5,75 vezes e, à direita, direção das correntes de fundo propostas.

#### CONCLUSÕES

Apesar de o estudo ter se iniciado em busca de terraços marinhos, não é possível, com esses dados, inferir o regime de subsidência das áreas estudadas e sua exposição à ação de ondas. A presença de morfologia erosiva, como os canais com depósitos de sedimentos à frente, e os *sediment waves* indicam presença de correntes de fundo na região, possibilitando que esses se tratem de terraços erosivos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Camba, L.A.P. e Rabinowitz, P.D., 1984. The evolution of the Rio Grande Rise in the southwest Atlantic Ocean. *Marine Geology*, 58: 35-58.; [2] Francheteau, J. e Le Pichon, X., 1972. Marginal fracture zones as structural framework of continental margins in South Atlantic Ocean. *Bull. The American Assoc. Petroleum Geologists*, 56: 891-1007.; [3] Barker, P.F., 1983. Tectonic evolution and subsidence history of the Rio Grande Rise. *Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C, 72: 953-976; [4] Guerra, A.T. e Guerra, A.J.T., 2008. *Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico*. 6ª Edição. Bertrand Brasil. [5] Davis Jr, R.A. e Fitzgerald, D.M., 2004. *Beaches and coasts*. 1a Edição. Blackwell Science Ltd.; [6] Hernández-Molina, F.J., Liave, E. e Stow, D.A.V., 2008. Continental Slope Contourites. *Developments in Sedimentology*, 60: 379-408; [7] Putans, V., 2013. *Sediment Waves*. Hydro International. Disponível em: <<https://www.hydro-international.com/content/article/sediment-waves>>. Acesso em: mai. 2019.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **NANOFÓSSEIS CALCÁRIOS DA PASSAGEM EOCENO-OLIGOCENO NA BACIA DE MANTELLE, AUSTRÁLIA (IODP EXP 369): RESULTADOS PRELIMINARES**

GUERRA, R.M.<sup>1</sup>; WATKINS, D.<sup>2</sup>

Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>1</sup> (Rodrigo do Monte Guerra, [rmg Guerra@unisin os.br](mailto:rmg Guerra@unisin os.br));  
University of Nebraska<sup>2</sup>

Durante a Expedição 369 do *International Ocean Discovery Program* (IODP), na Bacia de Mantelle (SW Austrália), foi recuperada uma interessante seção com cerca de 57 metros de argilito gradando para nannofossil ooze da transição Eoceno-Oligoceno. Este estudo apresenta resultados preliminares com base em nanofósseis calcários, com resolução amostral de cerca de 30 cm, totalizando 149 amostras. A análise possibilitou o reconhecimento de 105 espécies características do Eoceno Superior (Zona CP15a) até o Oligoceno Inferior (Zona CP19a). Com base em análise quantitativa, com pelo menos 400 exemplares contados por amostra, algumas espécies foram agrupadas de acordo com suas preferências paleoceanográficas. Tendo em vista as variações nas abundâncias destes grupos de espécies ao longo da seção, juntamente com dados de isótopos de oxigênio e carbono, foi possível caracterizar o esfriamento progressivo vinculado à transição entre as condições “*greenhouse*” do Eoceno para as condições “*icehouse*” do Oligoceno. Utilizando dados geoquímicos, como a razão elementar Ba/Ti dos sedimentos, comparados a alterações nas ocorrências de determinadas espécies de nanofósseis calcários, foi possível sugerir maior produtividade primária durante o Oligoceno, possivelmente relacionada a uma alta disponibilidade de nutrientes. [IODP/CAPES 8888.091703/2014-01]

Palavras-chave: Eoceno-Oligoceno. Nanofósseis Calcários. Paleoceanografia.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EFEITOS DO EVENTO DE EXTINÇÃO K-PG SOBRE A INTENSIDADE DE PREDÇÃO EM OSTRACODES MARINHOS DA ARGENTINA

CEOLIN, D<sup>1</sup>; VILLEGAS-MARTÍN, J<sup>1</sup>; FAUTH, G<sup>1</sup>. KLOMPIKER, A.A.<sup>2</sup>

Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>1</sup> (Daiane Ceolin; [daiaceolin@unisin.br](mailto:daiaceolin@unisin.br)); University of California, Berkeley, USA<sup>2</sup>

O limite Cretáceo-Paleógeno é um dos eventos de extinção mais estudado e que marca o final do período Cretáceo. Este evento (~66 Ma) extinguiu aproximadamente 75% das espécies (terrestres e marinhas). O estresse ambiental desencadeou o desaparecimento de muitos predadores e presas especialmente no ambiente marinho. Estudos que abordam esta interação e seus efeitos em sucessões sedimentares relacionados ao evento são relativamente escassos e restritos principalmente a moluscos. Especificamente para ostracodes, estudos de predação em depósitos do Cretáceo e Paleógeno foram realizados em seções isoladas, o que dificulta uma interpretação mais acurada da influência deste evento na interação entre predadores e estes microcrustáceos. Neste trabalho é avaliada a origem das perfurações nos ostracodes e o efeito do K-Pg na intensidade de predação antes e após o evento na seção marinha Cerro Azul (Formação Jagüel), Bacia de Neuquén, Argentina. Além disso, estes dados são comparados com os estudos prévios de intensidade de predação sobre ostracodes em depósitos do Maastrichtiano e Daniano de outras regiões. Neste contexto, 9602 espécimes (243 espécies) de ostracodes (valvas e carapaças) adultos e dos últimos estágios ontogenéticos são estudados, dos quais 1594 espécimes correspondem a estratos maastrichtianos e 7918 a estratos danianos. As perfurações são identificadas como *Oichnus paraboloides* (parabólicas) e *Oichnus simplex* (cilíndricas) e podem representar a atividade predatória de gastrópodes carnívoros juvenis naticídeos e muricídeos respectivamente, com predomínio de predação por naticídeos. O estudo demonstra que somente 2.4% dos ostracodes da seção de Cerro Azul foram predados, sugerindo que estes foram presas ocasionais. Para o Maastrichtiano a intensidade de predação variou de 0.5 a 16.6% por gênero e de 0.6 a 16.0% por espécie. No entanto para o Daniano a intensidade de predação variou de 0.5 a 6.5% por gênero e de 0.5 a 26.9% por espécie. Estas diferenças observadas entre os gêneros e as espécies sugerem algum tipo de preferência de predação antes e após o limite. Entretanto, esta preferência não parece ter relação com a abundância relativa por espécies (0.19-9.85%) no material estudado. Além disso, os ostracodes ornamentados foram preferencialmente mais predados (2.6%) quando comparado aos lisos (1.6%), e estes também são os mais abundantes nos estratos K-Pg da Formação Jagüel. A maior intensidade de predação no Daniano pode ser atribuída aos distúrbios ecológicos advindos do evento de extinção. Estes distúrbios poderiam ter limitado a disponibilidade de alimento para estes predadores, tornando os ostracodes, que antes poderiam ser uma fonte de alimento ocasional, um recurso alimentar mais consumido por estes carnívoros no Daniano. Comparando com os dados do Maastrichtiano e Daniano de outros depósitos, isto parece ser uma tendência. No entanto estudos mais detalhados serão feitos neste material para corroborar estas hipóteses.

Palavras-chave: Ostracodes. Predação. K-Pg. Argentina.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### EFEITOS DO EVENTO DE EXTINÇÃO K-PG SOBRE A INTENSIDADE DE PREDACÃO EM OSTRACODES MARINHOS DA ARGENTINA

CEOLIN<sup>1</sup>, D.; VILLEGAS-MARTÍN, J.; FAUTH, G. KLOMPMAKER<sup>2</sup>, A.A.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Micropaleontologia – it Fossil, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Unisinos, 950, Cristo Rei, São Leopoldo, RS; <sup>2</sup>Daiane Ceolin, e-mail: daiacecclin@unisinos.br

<sup>2</sup>Department of Integrative Biology & Museum of Paleontology, University of California, Berkeley, 1005 Valley Life Sciences Building #3140, Berkeley, CA 94720, USA<sup>2</sup>.



#### INTRODUÇÃO

O limite Cretáceo-Paleógeno é um dos eventos de extinção que marca o final do período Cretáceo (~66 Ma) e extinguiu aproximadamente 75% das espécies (terrestres e marinhas). O estresse ambiental desencadeou o desaparecimento de muitos predadores e presas no ambiente marinho. Estudos que abordam esta interação e seus efeitos em sucessões sedimentares relacionados ao evento, são relativamente escassos. Em ostracodes, estudos de predação em depósitos do Cretáceo e Paleógeno foram realizados em seções isoladas, o que dificulta uma interpretação mais acurada da influência deste evento na interação entre predadores e estes microcrustáceos. Neste trabalho é avaliada a origem das perfurações nos ostracodes e o efeito do K-Pg na intensidade de predação antes e após o evento na seção marinha Cerro Azul (Formação Jagüel), Bacia de Neuquén, Argentina (Fig. 1). Além disso, estes dados são comparados com os estudos prévios de intensidade de predação sobre ostracodes em depósitos do Maastrichtiano e Daniano de outras regiões.

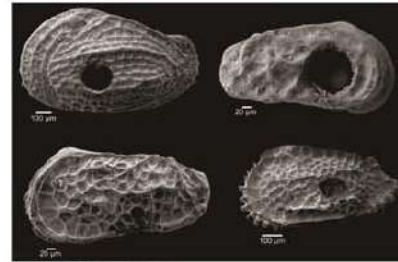
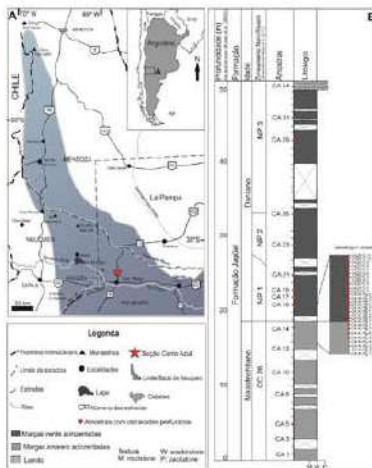


Figura 3. *Oichnus simplex*.



Família Muriceidae (traços do tipo *Oichnus simplex*).



#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram estudados 9602 espécimes (243 espécies) de ostracodes (valvas e carapaças) adultos e dos últimos estágios ontogenéticos, dos quais 1594 espécimes correspondem a estratos maastrichtianos e 7918 a estratos danianos (Fig.1). Para a Ichnotaxonomia das perfurações foi utilizado Bromley (1981, 1993) e Wisshak et al. (2015).

Figura 1. Mapa de localização da Bacia de Neuquén e a seção estudada (Modificado de Del Rio et al., 2011 e Musso et al., 2012).

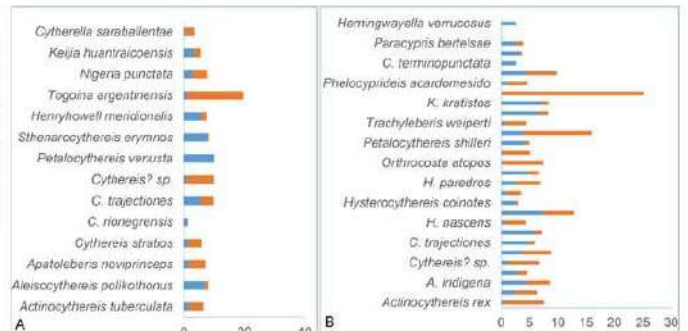


Figura 4. Abundância relativa (%) (azul) vs. Percentagem de predação (laranja) no Maastrichtiano (A) e Daniano (B).

#### RESULTADOS E DISCUSSÕES

As perfurações são identificadas como *Oichnus paraboloides* (parabólicas) (Fig. 2) e *Oichnus simplex* (cilíndricas) (Fig. 3) e podem representar a atividade predatória de gastrópodos carnívoros juvenis naticídeos e muriceídeos respectivamente, com predomínio de predação por naticídeos. O estudo demonstra que somente 2,4% dos ostracodes da seção de Cerro Azul foram predados, sugerindo que estes foram presas ocasionais.



Figura 2. *Oichnus paraboloides*.

Família Naticidae (traços do tipo *Oichnus paraboloides*).

Para o Maastrichtiano a intensidade de predação variou de 0.5-16.6% por gênero e de 0.6-16.0% por espécie (Fig. 4a). No entanto para o Daniano a intensidade de predação variou de 0.5-6.5% por gênero e de 0.5-26.9% por espécie (Fig. 4b). Estas diferenças observadas entre os gêneros e as espécies sugerem algum tipo de preferência de predação antes e após o limite. Entretanto, esta preferência não parece ter relação com a abundância relativa por espécies (0.19-9.85%) no material estudado. Além disso, os ostracodes ornamentados foram preferencialmente mais predados (2.6%) quando comparado aos lisos (1.6%), e estes também são os mais abundantes nos estratos K-Pg da Formação Jagüel.

Idado	País	Unidade estratigráfica	Percentagem predação (%)	# Espécimes nos predacos	Total espécimes	Referências
Albiano medio	USA	Formação Walnut	1.4	98	6842	Maddocks (1988)
Cenomaniano	USA	Formação Del Rio	0.6	11	1708	Maddocks (1988)
Santoniano superior	Israel	Limburgina mierenensis assemblage zone (S-3)	7.7	112	1446	Reyment et al. (1987)
Campaniano inferior-médio	USA	Grupos Austin e Lower Taylor	0.9	162	18099	Maddocks (1988)
Campaniano superior	USA	Grupo Taylor	0.6	64	9953	Maddocks (1988)
Maastrichtiano	USA	Grupo Navarro	2.3	220	9673	Maddocks (1988)
Daniano	USA	Grupo Midway	3.6	467	12868	Maddocks (1988)
Daniano	Argentina	Formação Jagüel	2.6	192	7445	Villegas-Martín et al., 2019
Daniano	Argentina	Formação Roca	1.2	19	1580	Villegas-Martín et al., 2019
Paleoceno	Nigeria	Imo Shale	2.1	69	3364	Reyment et al. (1987)

Tabela 1: Percentagens de perfurações em assembléias de ostracodes para o Cretáceo e Paleógeno (Modificado de Villegas-Martín et al., 2019).

#### CONCLUSÕES

A maior intensidade de predação no Daniano pode ser atribuída aos distúrbios ecológicos advindos do evento de extinção. Estes distúrbios poderiam ter limitado a disponibilidade de alimento para estes predadores, tornando os ostracodes, que antes poderiam ser uma fonte de alimento ocasional, um recurso alimentar mais consumido por estes carnívoros no Daniano. Comparando com os dados do Maastrichtiano e Daniano de outros depósitos (Tab. 1), isto parece ser uma tendência. No entanto estudos mais detalhados serão feitos para corroborar estas hipóteses.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bromley, R. G. 1981. Concepts in ichnology illustrated by small round holes in shells. *Acta Geologica Hispanica*, 16, 55-64.  
 Del Rio, C., Concheyro, A. e Martínez, S. 2011. The Maastrichtian-Danian at General Roca (Patagonia, Argentina): a reappraisal of the chronostratigraphy and biostratigraphy of a type locality. *Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie, Abhandlungen*, 259, 129-155.  
 Musso, T., Concheyro, A. e Palfner, G. 2012. Mineralogía de arcillos y naticólitos calcáreos de las formaciones Jagüel y Roca en el sector oriental del Lago Pellegrini, Cuenca Neuquina, República Argentina. *Andean Geology*, 39, 511-540.  
 Villegas-Martín, J., Ceolin, D., Fauth, G. and Klompaker, A. A. 2019. A small but occasional meal: predatory drill holes in Paleocene ostracods from Argentina and methods to infer predation intensity. *Palaentology*, 62 (5): 731-755.  
 Wisshak, M., Kirch, A., Bertling, M., Kraust, D., Nielsen, J. K., Jagt, J. W. M., Neumann, C. e Nielsen, K. S. S. 2015. In defence of an iconic ichnogenus – *Oichnus* Bromley, 1981. *Annales Societas Geologorum Poloniae*, 95, 445-451.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ESTUDO PALINOLÓGICO NO MIOCENO AO NORTE DA AMÉRICA DO SUL EM PERFURAÇÕES PROVENIENTES DO DSDP

LEANDRO, L.M. ; FAUTH, G. ; SANTOS, A.

Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Lilian Maia Leandro; [lilian.maialeandro@gmail.com](mailto:lilian.maialeandro@gmail.com))

A análise palinológica de três furos do DSDP (Leg 15 Site 153; Leg 34 Site 321 e Leg 39 Site 354) localizados ao Norte da América do Sul, permitiram identificar a ocorrência de cisto de dinoflagelados miocênicos. No testemunho Leg 15 Site 153, localizado no Caribe Venezuelano, foram identificados 47 táxons que consistem em 31 goniaulacóides (autotróficos) e 16 peridinióides (heterotróficos). No Mioceno médio (408,90 a 301 m) deste poço são caracterizados pela dominância de goniaulacóides, enquanto que no intervalo do Mioceno superior (219 a 204 m) o grupo goniaulacóides é substituído por peridinióides. Neste poço também foram encontrados palinoforaminíferos, escolecondontes, esporos e grão de pólen. A análise do testemunho Leg 34 Site 321, localizada na costa Peruana, foram identificados os cistos de dinoflagelados: *Nematosphaeropsis* sp., *Impagidinium striatum* e *Tectatodinium* sp., além de escolecondontes, palinoforaminíferos e grão de pólen. O estudo do testemunho Leg 39 Site 354, localizado no Alto do Ceará, ocorrem apenas cistos de dinoflagelados cosmopolitas como *Spiniferites* e *Operculodinium*, e alguns palinomorfos como grão de pólen e esporos. Em geral, a ocorrência de palinomorfos durante o Mioceno é relativamente baixa para os testemunhos estudados, sendo o DSDP Leg 15 Site 153 com maior conteúdoossilífero, no qual pode ser justificado pela restrição marítima intermitente e relacionados aos eventos geotectônicos e paleoceanográficos do fechamento do Istmo do Panamá e a formação de grandes ilhas durante este período. [CAPES 88887.091703 / 2014-01].

Palavras-chaves: Cisto de dinoflagelados. Mar do caribe. Paleogeografia. Perú.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### ESTUDO PALINOLÓGICO NO MIOCENO AO NORTE DA AMÉRICA DO SUL EM PERFURAÇÕES PROVENIENTES DO DSDP

LILIAN M. LEANDRO <sup>1\*</sup>, GERSON FAUTH <sup>1</sup>, ALESSANDRA SANTOS <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Micropaleontologia (It Fossil), Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), Av. Unisinos, 950, CEP: 93022-750, São Leopoldo, RS, Brazil. email: lilian.maia.leandro@gmail.com



#### INTRODUÇÃO

A América do Sul foi marcada por intensos movimentos das placas tectônicas, que resultaram na formação de grandes ilhas no Caribe, elevação das Cordilheiras dos Andes e o início do fechamento do Istmo do Panamá durante o Mioceno (Iturralde-Vinent & MacPhee, 1999). O objetivo da análise palinológica de três furos do DSDP localizados ao Norte da América do Sul, é recuperar cistos de dinoflagelado miocênicos.

No Leg 39 Site 354, a ocorrência de palinómorfos é rara, recuperando dinocistos cosmopolitas como, *Spiniferites* e *Operculodinium*, grãos de pólen e esporos (Fig. 2 B).

Na análise do testemunho Leg 34 Site 321 foram identificados cistos de dinoflagelados: *Nematosphaeropsis* sp., *Impagidinium striolatum* e *Tectatodinium* sp., além de escolecondontes, palinoforaminíferos e grão de pólen (Fig. 2 C).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram estudados três poços do Deep Sea Drilling DSDP (Leg 15 Site 153, Venezuela; Leg 34 Site 321, Peru; e Leg 39 Site 354, no Alto do Ceará, Brasil), totalizando 208 amostras. A idade miocênica é indicada nos poços do DSDP baseado em dinocistos calibrados com zonas de foraminíferos planctônicos e nanofóssil calcários.

O material foi processado através de agentes físicos e químicos padrão para palinologia (Adaptado de Uesugui, 1979). Todas as análises de preparação e leitura de lâmina, foram realizadas no Instituto Tecnológico de Micropaleontologia (It Fossil), UNISINOS.

#### RESULTADOS

No Leg 15 Site 153 foram identificados 47 taxa de cistos de dinoflagelado que consistem em 31 gonialacóides (autotróficos) e 16 peridinióides (heterotróficos) (Fig. 1). O Mioceno médio (406,90 a 301 m) deste poço é caracterizado pela dominância de gonialacóides, enquanto que no intervalo do Mioceno superior (219 a 204 m), este grupo é substituído por peridinióides. Outros palinómorfos são registrados, porém em menor abundância relativa, como, palinoforaminíferos, escolecondontes, esporos e grão de pólen (Fig. 2 A).

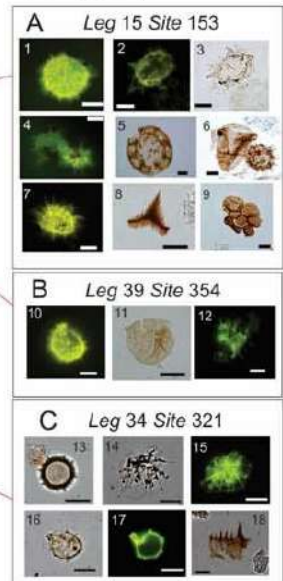


Figura 2. Mapa de localização dos poços estudados e palinómorfos marinhos: A) 1. *Operculodinium centrocarpum*, 2 - 3. *Hystriocholpoma* sp.; 4. *Spiniferites* sp.; 5. *Tuberculodinium vancampae*; 6. *Trinovantedinium variabile*; 7. *Lingulodinium machaerophorum*; 8. Escolecondonte; 9. Palinoforaminífero; B) 10. *Operculodinium* sp.; 11. Palinomorfo; 12. *Spiniferites* sp.; C) 13. *Impagidinium* sp.; 14 - 15. *Nematosphaeropsis labyrinthus*; 16 - 17. *Impagidinium* sp.; 18. Escolecondonte.

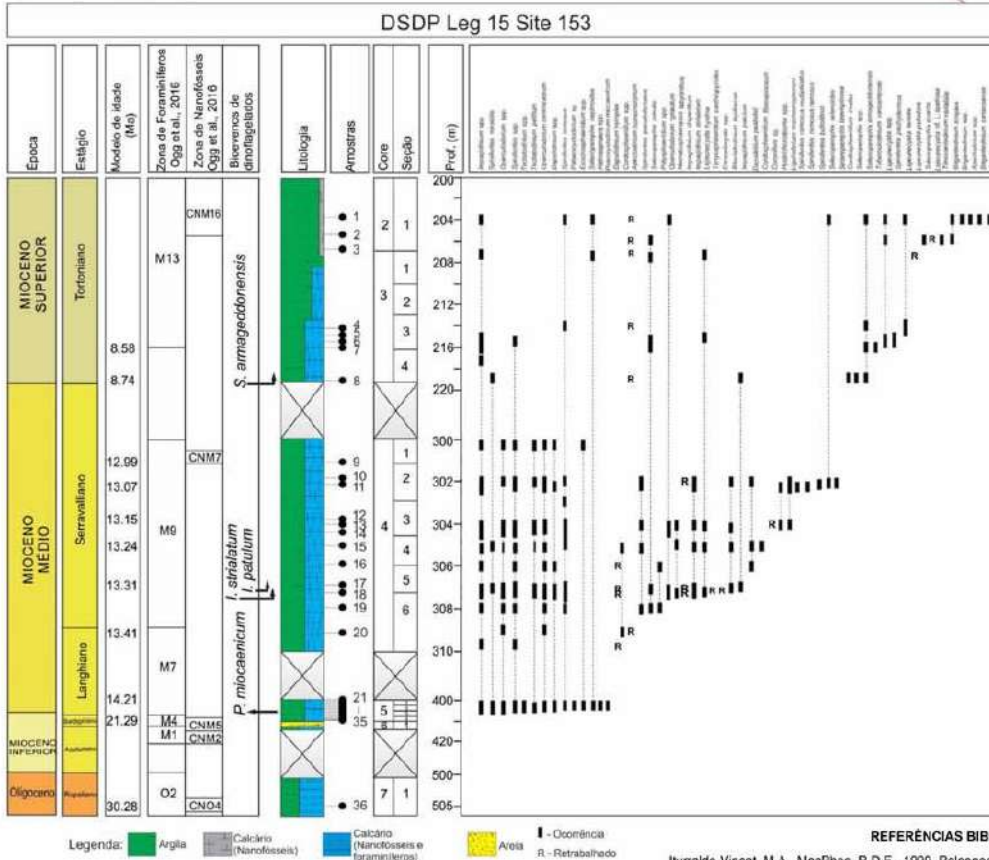


Figura 1. Distribuição estratigráfica dos dinocistos DSDP Leg 15 Site 153.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O DSDP Leg 15 Site 153 apresentou grande potencial palinológico, principalmente cistos de dinoflagelado. Essas ocorrências ao longo do testemunho estão condicionadas a restrição marinha relacionada aos eventos geotectônicos e paleoceanográficos provenientes do fechamento do Istmo do Panamá e a formação de grandes ilhas durante este período.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Iturralde-Vinent M.A., MacPhee, R.D.E., 1995. Paleogeography of the Caribbean region: implications for Cenozoic biogeography. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. 238: 1-95.  
Uesugui, N., 1979. Palinologia: técnicas de tratamento de amostras. Boletim Técnico 885 Petrobrás, 22, 229-240.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE PROPRIEDADES SEDIMENTOLÓGICAS COM ATRIBUTOS FÍSICOS DA PLATAFORMA NOROESTE DA AUSTRÁLIA (EXPEDIÇÃO IODP 356)**

MUNIZ, A.L.<sup>1</sup>; AYRES NETO, A.<sup>1</sup>; FRANCO, D.R.<sup>2</sup>

Universidade Federal Fluminense<sup>1</sup> (Ana Luiza Muniz Lima, [anamuniz@id.uff.br](mailto:anamuniz@id.uff.br)); Observatório Nacional<sup>2</sup>

A Plataforma Noroeste da Austrália tornou-se alvo de importantes estudos oceanográficos e geológicos devido a sua relação com processos fundamentais de circulação oceânica global, e por prover uma razoável preservação estratigráfica registrando a complexa evolução geológica da região. A Expedição 356 do International Ocean Discovery Program (IODP) realizada nessa plataforma teve como principal objetivo obter registros para os últimos 5 Ma a fim de amostrar o histórico dos carbonatos, da subsidência e do clima. Para este trabalho utilizou-se dados de um dos setes sítios de amostragem, U1462 (19° 49.2801' S, 115° 42.6091' E), obtidos ao longo da Expedição 356. O presente estudo investiga a relação entre propriedades sedimentológicas com atributos físicos dos sedimentos marinhos da região, tais como a resistência à compressão, densidade gama, densidade de grãos, porosidade, razão de vazios, radiação gama natural, velocidade da onda P, espectro de refletância e colorimetria, condutividade térmica, resistência ao cisalhamento, carbono inorgânico, carbono orgânico, carbonato de cálcio, carbono total e impedância acústica. Visando compreender como as variações climáticas influenciam essas características dos sedimentos, foram realizadas análises dos coeficientes de correlação estatística ( $R^2$ ), tendo como os principais resultados preliminares, uma correlação positiva entre a impedância acústica e as variáveis, resistência ao cisalhamento, condutividade térmica e densidade gama. Mas a impedância acústica apresentou um alto coeficiente de correlação negativo com a porosidade, o carbono inorgânico, carbonato de cálcio e o carbono total. Também, foi observado uma correlação positiva entre a porosidade e o carbono orgânico, inorgânico, total e o carbonato de cálcio, porém a porosidade apresentou uma boa correlação inversa para a velocidade da onda P, a condutividade térmica e a impedância acústica.

Palavras-chave: Sedimentos. Geotecnia. Geofísica marinha.

### AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE PROPRIEDADES SEDIMENTOLÓGICAS COM ATRIBUTOS FÍSICOS DA PLATAFORMA NOROESTE DA AUSTRÁLIA (EXPEDIÇÃO IODP 356).

MUNIZ, A.L.<sup>1</sup>; AYRES NETO, A.<sup>1</sup>; FRANCO, D.R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE

<sup>2</sup> OBSERVATORIO NACIONAL



#### INTRODUÇÃO

A Plataforma Noroeste da Austrália tornou-se um importantes alvo de estudos paleoceanográficos e geológicos devido a sua relação direta com processos fundamentais de circulação oceânica global, e também por prover uma razoável preservação estratigráfica registrando a complexa evolução geológica da região.

O presente trabalho utiliza dados de um dos setes sítios de amostragem, U1462 (19° 49.2801' S, 115° 42.6091' E), da Expedição 356 do International Ocean Discovery Program (IODP) realizada nesta plataforma, a fim investiga a relação entre propriedades sedimentológicas com atributos físicos dos sedimentos marinhos.

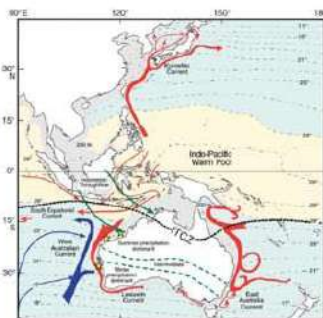


Figura 1. Aspectos oceanográficos da Plataforma Noroeste Australiana. Modificado de GALLAGHER et al. (2017).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados para analisar a relação entre as propriedades sedimentológicas e atributos físicos dos sedimentos foram, a resistência à compressão, densidade gama, porosidade, radiação gama natural, velocidade da onda P, condutividade térmica, resistência ao cisalhamento, carbono inorgânico, carbono orgânico, carbonato de cálcio, carbono total e impedância acústica.

Visando compreender tais relações, foram realizadas análises dos coeficientes de correlação estatística ( $R^2$ ), método de Pearson, a partir de script desenvolvido no software livre Rstudio.

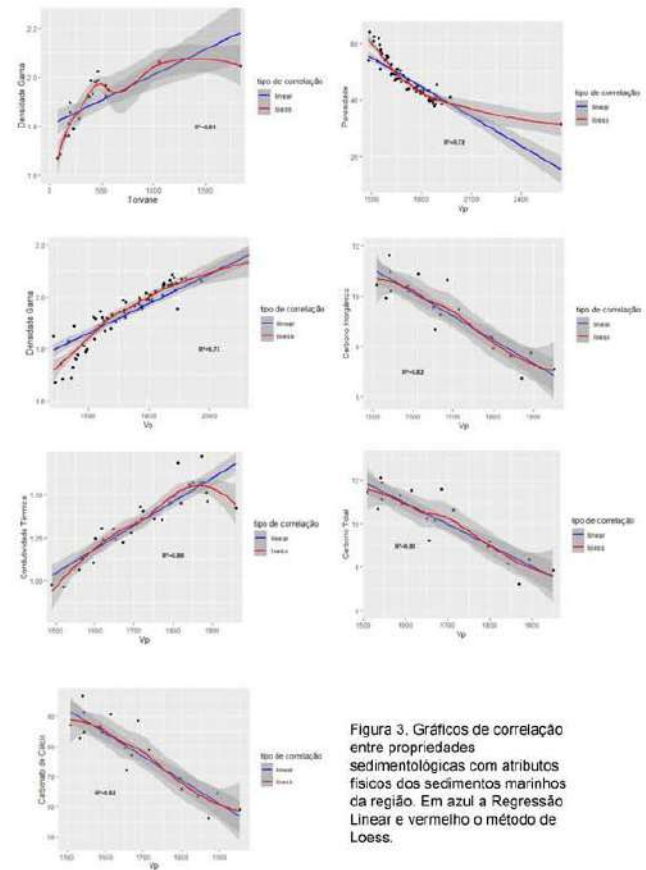


Figura 3. Gráficos de correlação entre propriedades sedimentológicas com atributos físicos dos sedimentos marinhos da região. Em azul a Regressão Linear e vermelho o método de Loess.

#### RESULTADOS E CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados, pode-se destacar a correlação da resistência à compressão com a densidade gama, porosidade e velocidade da onda P. Estas relações são justificadas pela compactação dada pela redução de espaços vazios, sejam de poros ou fraturas. Com isso, temos que quanto mais poroso for o sedimento menor será a resistência à compressão, e quanto mais denso, ou seja, menos poroso, maior será essa resistência. O sedimento mais poroso ocasiona uma maior concentração de água, portanto uma diminuição da velocidade da onda P.

Além disso, a diminuição da velocidade da onda P, dada por uma menor densidade e maior porosidade, ocasiona a diminuição da impedância acústica, explicando a correlação da impedância acústica com a porosidade ser negativa, e positiva com a resistência à compressão.

Também, observa-se uma forte correlação negativa entre a impedância acústica e o carbonato de cálcio e uma correlação positiva entre a impedância e a condutividade térmica. Esse comportamento pode ser explicado pelo aumento da porosidade, possivelmente associada a matéria orgânica, refletindo uma diminuição da velocidade da onda P.

Os próximos passos deste estudo é refinar as análises já existentes e dar continuidade aos estudos de outras correlações.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GALLAGHER, S.J., FULTHORPE, C.S., BOGUS, K., and the Expedition 356 Scientists, 2017. Indonesian Throughflow. Proceedings of the International Ocean Discovery Program, 356. College Station, TX (International Ocean Discovery Program).  
 AYRES NETO, A. 1998. Relationship between physical properties and sedimentological parameters of near surface sediments and their applicability in the solution of engineering and environmental problems. PhD Thesis, University of Kiel, Germany.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PALEOCEANOLOGIA DA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA

ALVES, D. P. V.; JOVANE, L.

Universidade de São Paulo (Daniel Alves; [daniel.alves@usp.br](mailto:daniel.alves@usp.br))

A Margem Equatorial Brasileira (MEB) está há cerca de 100 Ma posicionada em latitudes equatoriais, o que lhe permitiu registrar variações na oceanografia e no clima do Atlântico Equatorial e continente Sul-Americano. Estes registros estão presentes na coluna estratigráfica de suas bacias sedimentares. Na poção central da MEB, a Bacia do Ceará testemunhou as alterações de circulação, do clima e do aporte sedimentar continental e marinho desde o Cretáceo. Utilizando seções sísmicas que cobrem o talude, elevação continental e a planícies abissal, este trabalho reconstrói a história da paleoceanografia na MEB durante o Cenozoico. Foram analisadas linhas de sísmica multicanal e informações de poços de exploração petrolífera provenientes da Agência Nacional do Petróleo (ANP) e da Marinha do Brasil (pela DHN) para a construção de um modelo de evolução deposicional. Este modelo foi gerado a partir de diferentes softwares como OpendTect, IHS Kingdom e Seismic Unix, a partir da análise dos registros sísmicos e de técnicas de sismoestratigrafia, mapeamento de horizontes e amarração sísmica-poço. A partir de dados biocronoestratigráficos, foram definidos 5 horizontes sísmicos: H1, na base do Paleoceno; H2, no Eoceno médio; H3 no Mioceno inferior; H4, no Mioceno médio; e H5, no Mioceno superior. A partir dos dados sismoestratigráficos, foram construídos mapas de espessura e taxas de sedimentação. Estes mapas mostram que, durante o Paleógeno, com o Atlântico Equatorial aberto, a sedimentação passa a ter maior influência oceânica, desenvolvendo-se em um cenário clima quente e úmido herdado do Cretáceo, e controlada por uma circulação de superfície e de fundo ainda muito restritas. Durante o Neógeno e Quaternário, com o resfriamento gradativo do planeta, a AMOC (Célula de Revolvimento Meridional do Atlântico), com a Corrente Norte do Brasil e a Corrente de Contorno Oeste Profunda, passou a atuar efetivamente na MEB, remobilizando os sedimentos e erodindo os depósitos de águas profundas. Efeitos climáticos também podem ter influenciado a deposição na MEB, como a carga de sedimentos do Rio Amazonas, as variações do sistema de monções da América do Sul (SAMS) e da Zona de Convergência Intertropical. Para complementar este estudo, serão realizados 5 furos em um projeto do International Ocean Discovery Program (IODP). Os poços estão localizados em um transecto desde o talude das bacias do Ceará e Potiguar (há aproximadamente 80 km da offshore da cidade de Fortaleza, CE), passando pelo raso Platô do Ceará (~300 m de coluna d'água) até as águas profundas e ultra-profundas da planície abissal. A estratigrafia de alta resolução destes poços permitirá o estudo da relação entre  $pCO_2$ , mudanças climáticas e eustáticas por todo o Cenozoico. Espera-se que estes registros definam as respostas do ambiente deposicional a eventos como os ótimos climáticos do Eoceno e Mioceno, ou a transição entre Eoceno e Oligoceno – momentos importantes do clima global. Finalmente, espera-se quantificar a relação entre a temperatura,  $pCO_2$  e nível eustático, e também melhor compreender a evolução e variação da AMOC e do SAMS.

Palavras-chave: Margem Equatorial Brasileira. Paleoceanografia. IODP. Mudanças climáticas.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### PALEOCEANOGRAFIA DA MARGEM EQUATORIAL BRASILEIRA

Alves, D.<sup>1</sup> e Jovane, L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo;

daniel.alves@usp.br | jovane@usp.br



#### INTRODUÇÃO

A Margem Equatorial Brasileira (MEB, Fig. 1) é uma área de extrema importância para os estudos paleoceanográficos e paleoclimáticos do Atlântico Equatorial, e que ainda possui um vasto campo para pesquisa. A MEB está há cerca de 100 milhões de anos posicionada em latitudes equatoriais, o que lhe permitiu registrar em uma mesma posição as alterações climáticas e oceanográficas ocorridas durante o Cenozoico. Este trabalho visa aprimorar a compreensão desta importante região e, a partir de uma análise sísmoestratigráfica, fornecer uma interpretação paleoceanográfica para a evolução sedimentar das Bacias do Ceará e de Barreirinhas no Cenozoico. Nós identificamos dois sistemas deposicionais distintos durante o Paleógeno e durante o Neógeno, além de registros da atuação das correntes de fundo e superfície no Atlântico Equatorial, e de uma possível influência da pluma do Amazonas na Bacia de Barreirinhas.

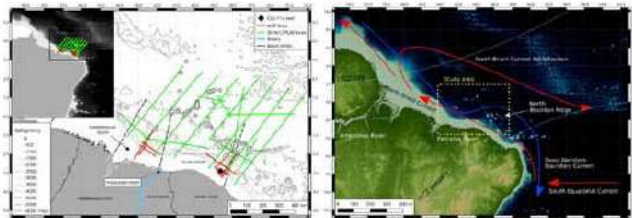


Figura 1. Margem Equatorial Brasileira, com as linhas de sísmicas, poço e principais características meteorológicas da região.

#### MÉTODOS E RESULTADOS

Foram analisadas 28 linhas de sísmica multicanal e informações do poço de exploração petrolífera CES-112 (Fig. 1), provenientes da Agência Nacional do Petróleo e da Marinha do Brasil para a construção de um modelo de evolução deposicional para as duas bacias. Este modelo foi criado com os softwares OpendTect, IHS Kingdom e Seismic Unix, a partir da análise dos registros sísmicos e de técnicas de sísmoestratigrafia (Vail et al., 1977), mapeamento de horizontes e amarração sísmica-poço.

Como resultados, identificaram-se cinco marcadores cronoestratigráficos, representando o topo do Maastrichtiano (H1), topo do Thanetiano (H2), base do Chattiano (H3), topo do Aquitânico (H4) e topo do Serravalliano (H5) (Fig. 3). A seguir, estes horizontes definiram duas fases distintas: o Paleógeno e o Neógeno e Quaternário. Após a conversão tempo-profundidade dos horizontes sísmicos, para as duas fases foram gerados mapas de isópacas e de taxas de sedimentação, calculadas a partir da espessura dos pacotes e consideradas constantes durante as duas fases.

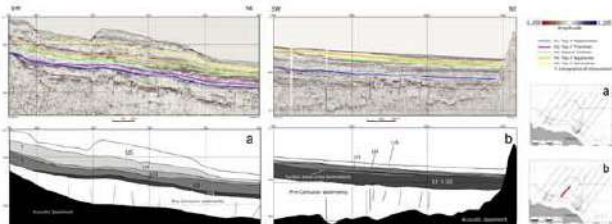


Figura 3. Seções sísmicas interpretadas na Bacia do Ceará (a) e Barreirinhas (b).

#### DISCUSSÃO

No Paleógeno, com o Atlântico Equatorial aberto, a sedimentação tem maior influência oceânica, desenvolvendo-se em um cenário clima quente e úmido herdado do Cretáceo (Hay, 2011), e controlada por uma circulação de superfície e de fundo ainda restritas. A Água Superior do Pacífico (ASP, Uenzelmann-Neben et al., 2017) fluía para SE (Fig. 4), carregando sedimentos em suspensão e proporcionando deposição mais acentuada junto à Cordilheira Norte Brasileira. Durante o Neógeno e Quaternário, com o resfriamento gradativo do planeta (Zachos et al., 2008), a AMOC (Célula de Revolvimento Meridional do Atlântico), com a Corrente Norte do Brasil (CNB) e a Corrente de Contorno Oeste Profunda (CCOP), passou a atuar efetivamente na MEB (Uenzelmann-Neben et al., 2017; Katz et al., 2011), remobilizando os sedimentos e erodindo os depósitos de águas profundas. Durante este período, foi também possível identificar o efeito das variações climáticas no aporte sedimentar nas bacias e na circulação, principalmente com enfraquecimento da CNB e da AMOC.

As taxas de sedimentação permitiram identificar períodos em que parte da pluma de sedimentos do Rio Amazonas pode ter atingido a Bacia de Barreirinhas, em períodos de enfraquecimento ou de retroflexão mais duradoura da CNB. Esta retroflexão é sazonal atualmente quando até 70% dos sedimentos podem ser transportados para SE (Lentz, 1995) e já identificaram-se períodos de retroflexão total ou mais duradoura no Quaternário (Chiessi et al., 2014; Zhang et al., 2011).

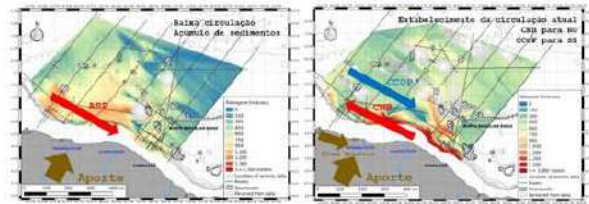
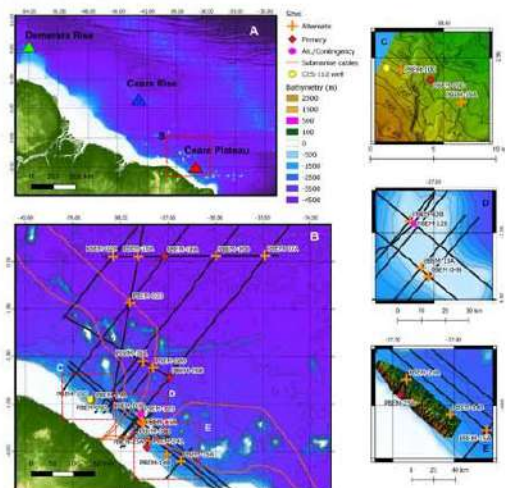


Figura 4. Mapas de isópacas para o Paleógeno (esquerda) e Neógeno (direita).

#### CONCLUSÕES

Foram identificados dois momentos deposicionais bastante distintos. O primeiro deles no Paleógeno, quando a circulação de superfície e de fundo como a atual ainda não havia se desenvolvido. Havia um transporte preferencial de sedimentos superficialmente para SE, seguindo a direção da ASP, com acúmulo de sedimentos junto à Cordilheira Norte Brasileira. No segundo período, no Neógeno e Quaternário, o fechamento do istmo do Panamá e a interrupção da ASP, assim como o início da atuação da CNB e da CCOP, fizeram com que dispersão dos sedimentos fosse bastante maior, diminuindo a deposição em águas profundas mas mantendo o acúmulo junto à cordilheira.

Para complementar este estudo, serão realizados 5 furos em um projeto do International Ocean Discovery Program (IODP). Os poços estão localizados em um transecto desde o talude das bacias do Ceará e Potiguar (há aproximadamente 80 km da offshore da cidade de Fortaleza, CE), passando pelo raso Platô do Ceará (~300 m de coluna d'água) até as águas profundas e ultra-profundas da planície abissal. A estratigrafia de alta resolução destes poços permitirá o estudo da relação entre pCO<sub>2</sub>, mudanças climáticas e eustáticas por todo o Cenozoico. Espera-se que estes registros definam as respostas do ambiente deposicional a eventos como os últimos climáticos do Eoceno e Mioceno, ou a transição entre Eoceno e Oligoceno – momentos importantes do clima global. Finalmente, espera-se quantificar a relação entre a temperatura, pCO<sub>2</sub> e nível eustático, e também melhor compreender a evolução e variação da AMOC e do SAMS.



#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chiessi, C.M. et al. 2014. Variability of the Brazil Current during the late Holocene. *Paleoceanogr. Paleoclimatol. Paleoecol.* 415, 28–36.
- Hay, W.W. 2011. Can humans force a return to a "Cretaceous" climate? *Sediment. Geol.* 235, 5–16.
- Katz, M.E. et al., 2011. Impact of Antarctic Circumpolar Current development on late Paleogene ocean structure. *Science* 332, 1076–1079.
- Lentz, S.J. 1995. Seasonal variations in the horizontal structure of the Amazon plume inferred. *J. Geophys. Res.* 100, 2391–2400.
- Uenzelmann-Neben, G. et al. 2017. Transition from the Cretaceous ocean to Cenozoic circulation. *Tectonophysics* 716, 225–240.
- Vail, P.R. et al. 1977. *Seismic stratigraphy. Memoir 36, Part 3. Relative changes of sea level from coastal uplap.* 63–81.
- Zachos, J.C. et al., 2008. An early Cenozoic perspective on greenhouse warming and carbon-cycle dynamics. *Nature* 451, 279–283.
- Zhang, D. et al. 2011. Multidecadal variability of the 19°N North Brazil Currents and its connection to the... *J. Geophys. Res.* 116, C04012.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DO ÓTIMO CLIMÁTICO DO EOCENO MÉDIO (MECO) NA SEÇÃO DE BASKIL, TURQUIA

SANTINI, G; JOVANE, L.

Universidade de São Paulo (Giovanna Santini Ruta Lopes, [giovanna.santini.lobes@usp.br](mailto:giovanna.santini.lobes@usp.br))

Este projeto buscou aplicar métodos de granulometria e morfometria para a caracterização do período do Eoceno Médio. Está inserido neste período, o evento Ótimo Climático do Eoceno Médio (*Middle Eocene Climatic Optimum*, MECO), que ocorreu a 40Ma, tendo duração de 500 ka. A área de estudo é na formação Kirkgeçit, ao leste da Turquia, onde encontram-se registros bem conservados do Eoceno, sendo que as amostras foram coletadas na seção de Baskil. Logo, além de estudar este evento, também foi realizada a caracterização da seção de Baskil, buscando entender os processos que ocorreram na época. O Eoceno Médio está inserido num período conhecido como *icehouse*, onde a tendência presente era de resfriamento da Terra e o MECO caracterizou-se como um evento climático quente, interrompendo a tendência climática do período. Esta variação no clima pode ser observada em análises isotópicas de foraminíferos bentônicos. Seu estudo auxilia na compreensão deste e dos demais eventos quentes do Cenozóico, especialmente no intervalo Eoceno-Oligoceno, onde as maiores temperaturas foram observadas. Estudos apontam que a ocorrência do MECO não foi devido a atividade vulcânica intensa, mas sim por variações oceanográficas, como o fechamento do Mar de Tétis, alterando a circulação oceânica e atmosférica, e consequentemente a temperatura. A caracterização da seção foi realizada com análises das frações terrígenas. As amostras passaram pelo processo de remoção de matéria orgânica e carbonato, que dificultaria a sua posterior análise no equipamento Bluewave-Microtrac. Apesar da sua retirada, o carbonato também foi utilizado para obtenção do teor de carbonato nas amostras, a fim de analisar a contribuição orgânica na seção. Além de interpretar os dados obtidos com esse projeto, correlacionar estes dados com estudos prévios realizados no mesmo afloramento, como argilominerais e isótopos, auxiliou para o melhor entendimento dos processos que ocorrem durante o Eoceno Médio.

Palavras-chave: MECO. Granulometria. Eoceno. Baskil.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### CARACTERIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DO ÓTIMO CLIMÁTICO DO EOCENO MÉDIO (MECO) NA SEÇÃO DE BASKIL, TURQUIA

LOPES, G. S. R.<sup>1</sup>; JOVANE, L.  
<sup>1</sup>Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo  
[giovanna.santini.lopes@usp.br](mailto:giovanna.santini.lopes@usp.br)



#### INTRODUÇÃO

O Ótimo Climático do Eoceno Médio (MECO) ocorreu há ~ 40 Ma e foi caracterizado como um evento climático quente, durante a tendência de resfriamento do Eoceno Médio (49-39 Ma). O estudo foi realizado no afloramento de Baskil (Bacia Elazig, Leste da Turquia, 38° 35' 30.34" N, 38° 35' 03.46" L) (Figura 1). Este afloramento tem registros geológicos formados no Mar de Tétis, que tinha uma importância global, visto que estabelecia uma conexão entre o Oceano Índico e o Oceano Atlântico Equatorial. O MECO durou aproximadamente 500 ka, e é marcado por um aumento na temperatura e da pressão parcial de CO<sub>2</sub> (Bohaty, 2003). Este trabalho teve como objetivo estudar a granulometria, matéria orgânica e carbonato presentes na seção de Baskil e quais informações sobre o MECO e a formação do afloramento que é possível obter. Além disso, relacionar com possíveis causas da ocorrência do MECO.

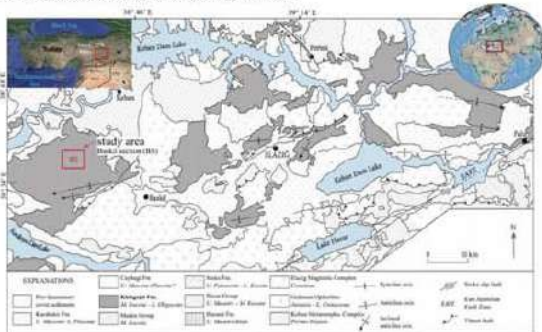


Figura 1. Mapa geológico da Bacia Elazig, sendo a seção de Baskil demarcada como BS, em vermelho. Retirado de Rego et al., 2018

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar a análise da fração terrígena, as amostras passaram por um tratamento prévio com: HCl 10% para retirada do carbonato e depois, H<sub>2</sub>O: 10% para retirada da matéria orgânica. Após essa fase, as amostras foram analisadas no equipamento MicroTrac-Bluewave (Figura 2) que atua com difração a laser. Com os resultados, foram realizadas as análises de granulometria e morfometria. Os valores, em porcentagem, da quantidade de carbonato e matéria orgânica foram obtidos a partir de cálculos dos pesos das amostras durante o processo.



Figura 2. Equipamento MicroTrac-Bluewave.  
 Fonte: <https://aemt.ust.hk>

#### RESULTADOS

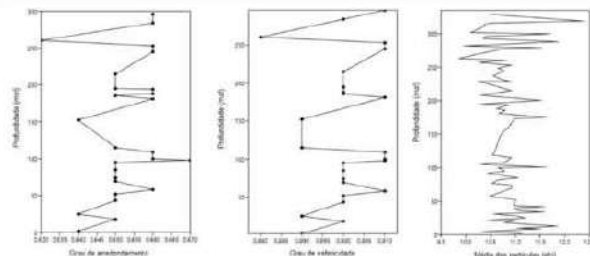


Figura 3a. Grau de arredondamento.

Figura 3b. Grau de esfericidade.

Figura 3c. Média do tamanho das partículas na escala  $\phi$ . Todos os dados foram calculados usando Folk & Ward (1957)

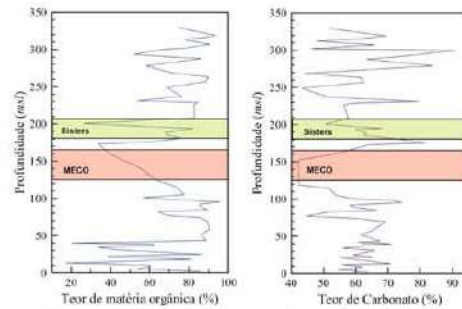


Figura 4a. Gráfico referente ao teor de matéria orgânica (linha azul).

Figura 4b. Gráfico referente ao teor de carbonato (linha roxa).

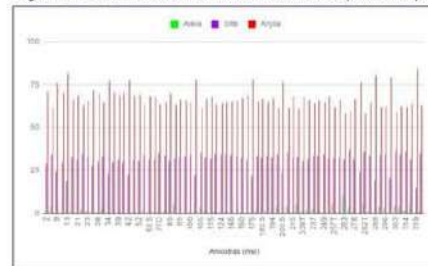


Figura 5. Representação gráfica das porcentagens de cada tamanho de sedimento (areia, silte e argila) nas amostras.

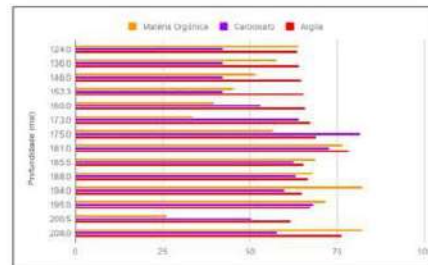


Figura 6. Representação gráfica dos teores de matéria orgânica, carbonato e argila para os intervalos do MECO e Pós-MECO.

#### CONCLUSÕES

Foi identificada a predominância de argila em todas as amostras e uma variação (~40%-80%) de carbonato ao longo da seção. Estas informações corroboram o histórico da região, que no passado estava submersa no Mar de Tétis e a sua conexão com os oceanos induziu o aporte de carbonato, consequentemente formando a plataforma carbonática. Durante o MECO, os teores de carbonato e matéria orgânica sofreram uma diminuição, condizente com as altas temperaturas e regressão do nível do mar, que expôs o fundo marinho a dissolução do carbonato e dificultou a produção e deposição de matéria orgânica. Em relação aos dados de morfometria, não há grande variação do grau de esfericidade e arredondamento, não sendo possível o estudo das partículas eólicas, visto que usualmente são de tamanhos maiores. Comparando com os dados de argila, nota-se a relação, visto que grãos mais finos estão mais suscetíveis à abrasão marinha do que eólica. A seção esteve submersa por um longo período de tempo (placa da Turquia) e iniciou a sua emergência ao longo da movimentação da placa turca em direção ao norte (Eurásia) até a criação do afloramento de Baskil.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bohaty, S. M. and Zachos, J. C. (2003). Significant southern ocean warming event in the late middle eocene. *Geology*, 31(11), 1017–1020.  
 Rego, E. S., Jovane, L., Hein, J., Sant'Anna, L. G., Giorgioni, M., Rodelli, D., and Özcan, E. (2018). Mineralogical evidence for warm and dry climatic conditions in the neo-tethys (eastern turkey) during the middle eocene. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 501:45–57.  
 Spofforth, D. J. A., Agnini, C., Pálinka, H., Rio, D., Fornaciari, E., Giusberti, L., ... & Muttoni, G. (2010). Organic carbon burial following the middle Eocene climatic optimum in the central western Tethys. *Palaeoceanography*, 25(3).



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PROCESSAMENTO SÍSMICO E ANÁLISE DE ATRIBUTOS EM DADOS MONOCANAL DE ALTA RESOLUÇÃO NA BACIA DE BRANSFIELD, ANTÁRTICA

CECILIO, A. B.; CUNHA, J.B.; AYRES NETO, A.; VIEIRA, R.

Universidade Federal Fluminense (Amanda Bourguignon Cecilio,  
[bourguignonamanda@gmail.com](mailto:bourguignonamanda@gmail.com))

A motivação deste trabalho é apresentar um melhor aproveitamento dos dados de sísmica monocanal de alta resolução, demonstrando seu potencial para embasamento de interpretações geológicas rasas. Nesse sentido, objetivou-se além do processamento das linhas, testar e avaliar a aplicabilidade da extração de atributos sísmicos das mesmas. As linhas sísmicas utilizadas foram adquiridas a partir de um sistema SBP (*Sub Bottom Profiler*), durante a XXXV OPERANTAR (Nov/2018). Para o processamento quanto para a extração dos atributos foram utilizados os pacotes *Seismic Unix* da *Colorado School of Mines* e a biblioteca *SBPPY* da *Rock Wedge Solutions*. O novo fluxo de processamento adotado envolveu correções no posicionamento dos refletores através de migração *Stolt* e *regularização*, além de correções na amplitude dos traços através da correção de divergência esférica e normalização RMS. Há melhora na qualidade da imagem sísmica após o processamento, porém os resultados das estatísticas das linhas mostram que os espaçamentos entre os tiros de SBP são muito irregulares, isso nos levou a propor a regularização dos tiros como etapa de processamento. Os atributos foram extraídos nas linhas antes e depois do processamento, atuando como controle para o processamento. O atributo envelope, como era esperado, foi o que apresentou os melhores resultados dentre os atributos avaliados. Os demais atributos não apresentaram resultados sensíveis o suficiente para que pudessem contribuir com a interpretação. Isso pode ter ocorrido porque esses atributos foram pensados para sistemas de aquisição multicanal. São necessários mais estudos que envolvam a extração e adaptação de atributos de dados monocanal, além da criação de atributos específicos para este tipo de dado.

Palavras-chave: Sísmica de alta resolução. Atributos sísmicos. Estreito de Bransfield. Processamento sísmico.

### PROCESSAMENTO SÍSMICO E ANÁLISE DE ATRIBUTOS EM DADOS MONOCANAL DE ALTA RESOLUÇÃO NA BACIA DE BRANSFIELD, ANTÁRTICA

CECILIO, A. B.<sup>1</sup>; CUNHA, J. B.<sup>1</sup>; AYRES NETO, A.<sup>1</sup>; VIEIRA, R.<sup>1</sup>

Universidade Federal Fluminense<sup>1</sup> (Amanda Bourguignon Cecilio, [bourguignonamanda@gmail.com](mailto:bourguignonamanda@gmail.com))



#### INTRODUÇÃO

Os dados de sísmica monocal de alta resolução são utilizados em diversas aplicações no que diz respeito ao planejamento das atividades humanas nos ambientes *offshore*. A motivação deste trabalho foi expandir o aproveitamento desse tipo de dado e a melhoria contínua da sua interpretação, garantindo a utilização em trabalhos que busquem sua correlação com dados geotécnicos. Dessa forma, além do processamento das linhas também foi utilizada a análise de atributos sísmicos como ferramenta de controle do processamento. A área onde foram adquiridos os dados é região central do estreito de Bransfield, Antártica (*Central Bransfield Basin*), uma bacia separada das porções ocidental e oriental por feições morfológicas, que ocorrem aproximadamente alinhadas com as Ilhas Deception e Bridgeman, contando com uma cadeia linear de edifícios vulcânicos ao longo do eixo da bacia, onde a porção central atinge profundidades superiores a 2000m.

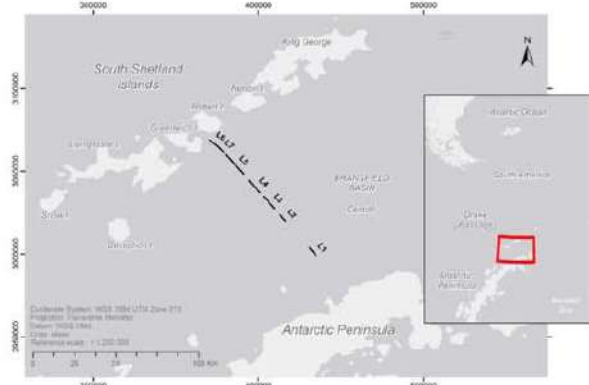


Figura 1. Mapa de localização do transecto composto pelos dados do trabalho.

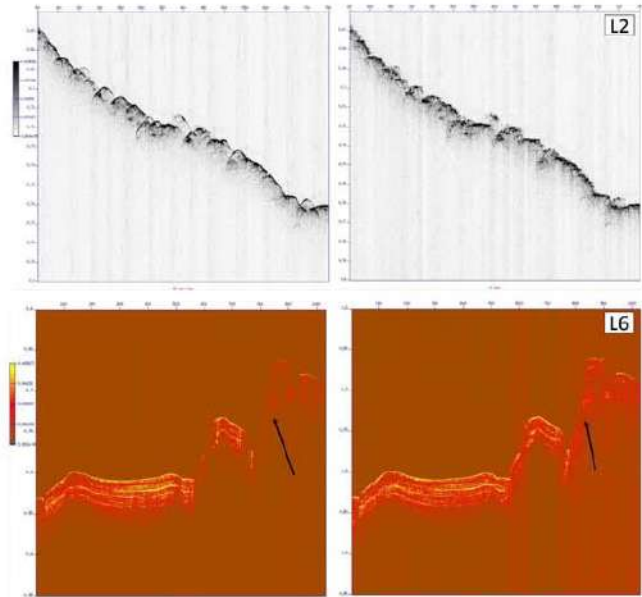


Figura 2. Trecho da linha L2 (superior) e linha L6 (inferior) com o atributo envelope extraído das suas versões pré e pós processamento.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

As sete linhas sísmicas de alta resolução utilizadas no trabalho (Figura 1) foram adquiridas a partir de um sistema SBP 120 (*Sub-Bottom Profiler*), operando na banda de frequência de 2,5 a 6,5 KHz, fabricado pela empresa *Kongsberg*, durante as expedições antárticas OPERANTAR XXXIII e XXXIV, a bordo do Navio Polar Almirante Maximiano pertencente a Marinha do Brasil.

O tratamento das linhas sísmicas foi realizado utilizando o pacote de softwares de código aberto *Seismic Unix* mantido pela *Colorado School of Mines* e a biblioteca *SBPPY* da *Rock Wedge Solutions*. O fluxo de processamento final adotado após uma série de testes incluiu correções no posicionamento dos refletores através do algoritmo de migração *Stolt*, além de correções na amplitude dos traços através de correção da divergência esférica e normalização RMS. Vale ressaltar que o enfoque foi dado a zona onde se encontra o leito marinho, uma vez que se objetiva utilizar os dados processados em estudos que busquem a correlação entre os atributos e parâmetros geológicos e geotécnicos de sedimentos marinhos superficiais.

Posteriormente a execução do trabalho, os mesmos dados foram carregados no software de processamento sísmico *RadExPro* com o intuito de testar um outro fluxo que envolveu, além de correções na amplitude, filtragem de ruído tipo *swell-noise* e migração.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

É possível notar melhoras na imagem sísmica antes e depois do processamento em todas as linhas. Com a migração, o efeito da difração da onda foi potencialmente minimizado como pode ser visto na Figura 2 (superior). No entanto, os resultados das estatísticas de controle das linhas mostraram que os espaçamentos dos tiros não eram constantes, o que pode indicar que o resultado dessa etapa de processamento não poderia ser satisfatório. A figura 2 (inferior) exibe um exemplo de como foi possível obter melhor resolução do fundo na linha L6.

Em relação aos atributos, como era esperado, o envelope foi o que apresentou os melhores resultados dentre todos, enquanto que os demais atributos extraídos (u Instantânea, Fase, Cosseno da fase e derivadas do envelope) apresentaram resultados insatisfatórios para quase todas as linhas.

Nos testes realizados no final do trabalho utilizando o software *RadExPro*, resultados consideravelmente melhores no processamento foram obtidos com relação ao ruído como pode ser visto na Figura 3.

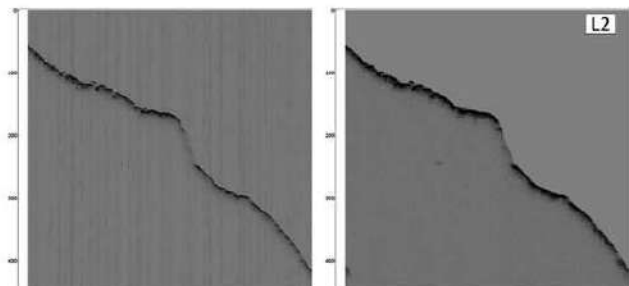


Figura 3. Linha L2 pré e pós processamento com um novo fluxo (*RadExPro*).

#### CONCLUSÕES

Uma vez que foram obtidos resultados insatisfatórios para quase todos os atributos, conclui-se que são necessários mais estudos que envolvam a extração de atributos de dados monocal, envolvendo possivelmente a criação de atributos específicos para esse tipo de dado. Quanto ao processamento, dada a alta profundidade e as condições ruins de navegação do levantamento, conclui-se que apesar das melhorias obtidas, outras etapas devam ser incluídas futuramente, como por exemplo uma regularização objetivando garantir a qualidade da migração, para que o mesmo fluxo de processamento seja utilizado em outros trabalhos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUNHA, J. B., AYRES NETO, A., Seismic inversion of an Antarctic Sampling using python sbppy and shallow high resolution seismic. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOFÍSICA, 16., 2019, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro: SBGF, 2019b.

CUNHA, J. B. Seismic Unix Routine for processing SBP Sub Bottom Profiling files, 2019a. Disponível em: <https://github.com/jbcunha/susbp>.

GRÁCIA, E. et al. Central and eastern Bransfield basins (Antarctica) from high-resolution swath-bathymetry data. *Antarctic Science*, v. 9, n. 2, p. 169-190, 32 1997.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### MODELO TEÓRICO PRELIMINAR DE RETRABALHAMENTO SELETIVO MORFOLOGICAMENTE REGULADO EM FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS DE MAR PROFUNDO

PETRÓ S.M.<sup>1</sup>; PIVEL, M.A.G.<sup>1</sup>; FREIRE, T.M.<sup>1</sup>; SUÁREZ-IBARRA, J.Y.<sup>1</sup>; NETTO, B.S.M.<sup>2</sup>; MACARIO, K.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Sandro Monticelli Petró, [sandro.m.petro@gmail.com](mailto:sandro.m.petro@gmail.com)); Universidade Federal Fluminense<sup>2</sup>

Os processos de transporte e remobilização de sedimentos de fundo marinho ocorrem devido à ação de fluxos gravitacionais (correntes de turbidez) e de fluxos originados por padrões de circulação oceânica de fundo. Tais correntes apresentam condições hidrodinâmicas bem definidas, porém a distinção entre os depósitos gerados não é clara e requer a integração de conhecimentos das condições de circulação com análises sísmicas e de fácies. Além dos sedimentos siliciclásticos (finos) e autigênicos, no talude das bacias marinhas ocorrem sedimentos biogênicos, principalmente de composição carbonática. Estes são dominados por foraminíferos planctônicos (pelágicos) e, secundariamente, por foraminíferos bentônicos. Mesmo após decantar no fundo oceânico, os sedimentos pelágicos podem ser submetidos a retrabalhamento. O presente trabalho propõe elaborar um modelo teórico para explicar a remobilização e o transporte seletivo de sedimentos pelágicos (foraminíferos), com o objetivo de auxiliar na compreensão dos processos de transporte de fundo oceânico, como as correntes de contorno. Para tal, foram utilizados foraminíferos holocênicos provenientes de três amostras do talude continental da Bacia de Pelotas. As espécies *Globorotalia menardii* e *Globigerinoides ruber* foram triadas de cada amostra e datadas por AMS <sup>14</sup>C separadamente, totalizando seis datações. Nos três casos, os resultados indicaram idades menores na espécie *G. menardii*, com uma diferença variando entre 0,26 e 1,04 mil anos. Esta defasagem de idades pode ser explicada por um retrabalhamento seletivo morfológicamente regulado, segundo o modelo aqui proposto. Por ser uma espécie de morfologia lenticular (baixa esfericidade), *G. menardii* é hidrodinamicamente menos suscetível ao transporte, podendo ser incorporada à zona de soterramento final mais rapidamente. Já a espécie *G. ruber*, cuja morfologia é globular (alta esfericidade) e com aberturas maiores, pode ser mais suscetível à remobilização. Futuros experimentos com simulação de transporte de carapaças de diferentes tamanhos e formatos pretendem modelar o transporte seletivo morfológicamente regulado. Se for comprovado este mecanismo de geração de diferença de idades em carapaças de sedimentos pelágicos, o estudo das variações nas idades obtidas em espécies lenticulares e globulares de foraminíferos planctônicos em uma mesma amostra poderá embasar a identificação e caracterização (e.g., intensidade) de correntes de fundo. Uma vez que sedimentos terrígenos de mar profundo apresentam uniformidade textural, de difícil identificação pelos métodos tradicionais, os pelágicos presentes poderão auxiliar na identificação do processo. [PNPD CAPES; IODP-CAPES processo 88887.091727/2014-01].

Palavras-chave: Sedimentação pelágica. Corrente geostrófica. Bacia de Pelotas.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS

### MODELO TEÓRICO PRELIMINAR DE RETRABALHAMENTO SELETIVO MORFOLOGICAMENTE REGULADO EM FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS DE MAR PROFUNDO

PETRÔ S.M.<sup>1</sup>; PIVEL, M.A.G.<sup>2</sup>; FREIRE, T.M.<sup>1</sup>; SUÁREZ-IBARRA, J.Y.<sup>1</sup>; NETTO, B.S.M.<sup>3</sup>; MACARIO, K.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Sandro Monticelli Petró, [sandro.m.petro@gmail.com](mailto:sandro.m.petro@gmail.com));

<sup>2</sup>Departamento de Paleontologia e Estratigrafia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul;

<sup>3</sup>Programa de Pós-Graduação em Geoquímica, Universidade Federal Fluminense;

<sup>4</sup>Instituto de Física, Universidade Federal Fluminense.

### INTRODUÇÃO

Os processos de transporte e remobilização de sedimentos de fundo marinho ocorrem devido à ação de fluxos gravitacionais (correntes de turbidez) e de fluxos originados por padrões de circulação oceânica de fundo. Tais correntes apresentam condições hidrodinâmicas bem definidas, porém a distinção entre os depósitos gerados não é clara e requer a integração de conhecimentos das condições de circulação com análises sísmicas e de fácies.

Além dos sedimentos siliciclásticos (finos) e autigênicos, no talude das bacias marinhas ocorrem sedimentos biogênicos, principalmente de composição carbonática. Estes são dominados por foraminíferos planctônicos (pelágicos) e, secundariamente, por foraminíferos bentônicos. Mesmo após decantar no fundo oceânico, os sedimentos pelágicos podem ser submetidos a retrabalhamento.

O presente trabalho propõe elaborar um modelo teórico para explicar a remobilização e o transporte seletivo de sedimentos pelágicos (foraminíferos), com o objetivo de auxiliar na compreensão dos processos de transporte de fundo oceânico, como as correntes de contorno.

### MATERIAIS E MÉTODOS

Para tal, foram utilizados foraminíferos holocênicos provenientes de três amostras do talude continental da Bacia de Pelotas (Figura 1). As espécies *Globorotalia menardii* e *Globigerinoides ruber* foram triadas de cada amostra e datadas por AMS 14C separadamente, totalizando seis datações.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos três casos, os resultados indicaram idades menores na espécie *G. menardii*, com uma diferença variando entre 0,26 e 1,04 mil anos. Esta defasagem de idades pode ser explicada por um retrabalhamento seletivo morfológicamente regulado, segundo o modelo aqui proposto. Por ser uma espécie de morfologia lenticular (baixa esfericidade), *G. menardii* é hidrodinamicamente menos suscetível ao transporte, podendo ser incorporada à zona de soterramento final mais rapidamente. Já a espécie *G. ruber*, cuja morfologia é globular (alta esfericidade) e com aberturas maiores, pode ser mais suscetível à remobilização. Futuros experimentos com simulação de transporte de carapaças de diferentes tamanhos e formatos pretendem modelar o transporte seletivo morfológicamente regulado. Se for comprovado este mecanismo de geração de diferença de idades em carapaças de sedimentos pelágicos, o estudo das variações nas idades obtidas em espécies lenticulares e globulares de foraminíferos planctônicos em uma mesma amostra poderá embasar a identificação e caracterização (e.g., intensidade) de correntes de fundo. Uma vez que sedimentos terrígenos de mar profundo apresentam uniformidade textural, de difícil identificação pelos métodos tradicionais, os pelágicos presentes poderão auxiliar na identificação do processo.

### AGRADECIMENTOS

- Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD CAPES)
- IODP-CAPES 88887.091727/2014-01
- E a todos vocês!



Figura 1. Mapa da proveniências do material estudado, no talude da Bacia de Pelotas.



Figura 2. Idades obtidas nas mesmas amostras para as espécies *Globorotalia menardii* e *Globigerinoides ruber*.

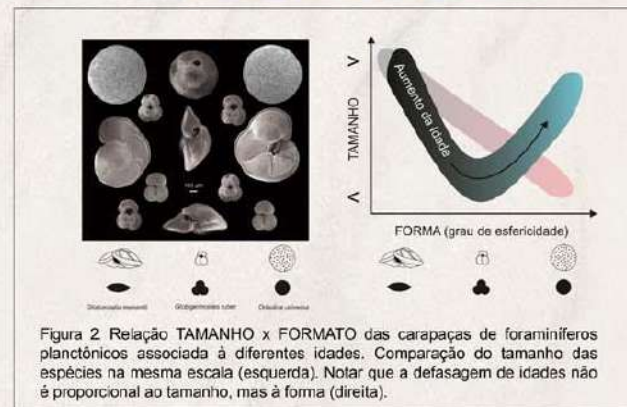


Figura 2. Relação TAMANHO x FORMATO das carapaças de foraminíferos planctônicos associada à diferentes idades. Comparação do tamanho das espécies na mesma escala (esquerda). Notar que a defasagem de idades não é proporcional ao tamanho, mas à forma (direita).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barker, S., Broecker, W., Clark, E., Hajdas, I., 2007. Radiocarbon age offsets of foraminifera resulting from differential dissolution and fragmentation within the sedimentary bioturbated zone. *Paleoceanography*, 22: PA2205, doi:10.1029/2006PA001354.
- Broecker, W., Clark, E., 2011. Radiocarbon-age differences among coexisting planktic foraminifera shells: The Barker Effect. *Paleoceanography*, 26: PA2222, doi:10.1029/2011PA002116.
- Rebesco, M., Hernández-Molina, F.J., Van Rooij, D., Wählín, A., 2014. Contourites and associated sediments controlled by deep-water circulation processes: State-of-the-art and future considerations. *Marine Geology*, 352: 111–154, doi:10.1016/j.margeo.2014.03.011.







## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO GEOQUÍMICA E MINERALÓGICA DE SEDIMENTOS QUATERNÁRIOS DA BACIA DE SANTOS E SEU SIGNIFICADO PALEOAMBIENTAL

DANTAS, R.C.; JOVANE, L.

Universidade de São Paulo (Rafaela Cardoso Dantas, [rcdantas@usp.br](mailto:rcdantas@usp.br))

A paleoceanografia detém um papel fundamental para a compreensão do sistema climático do Quaternário, que inclui variações climáticas representadas pelos estágios glaciais e interglaciais, bem como as oscilações relativas do nível do mar que os acompanham. No âmbito do setor sudoeste do Oceano Atlântico, os estudos paleoceanográficos ainda são pouco frequentes, particularmente os que tratam da análise mineralógica e de geoquímica de elementos maiores e traços. Muitos desses elementos, no entanto, estão associados a materiais terrígenos em sedimentos marinhos, especialmente em sedimentos que não são dominados por material biogênico, sendo assim importantes indicadores de variações no transporte e na deposição de sedimentos associados a mudanças climáticas no passado da Terra. No presente trabalho foi analisado um testemunho sedimentar coletado com amostrador do tipo *gravity core* no talude da Bacia de Santos, para a caracterização geoquímica elementar por fluorescência de raios-x, da mineralogia total por difração de raios-x e a análise da susceptibilidade magnética em diferentes frequências, objetivando a identificação de variações correlacionáveis com mudanças paleoambientais ao longo do Quaternário. Para avaliar o aporte de material detrítico na bacia, a mineralogia total e a susceptibilidade magnética foram utilizadas em conjunto com as razões elementares Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al, Fe/K e Al/Si, que indicam o aporte de sedimentos terrígenos de diferentes origens, diferentes graus de intemperismo e condições climáticas nas massas continentais adjacentes às bacias de deposição. Foram identificadas variações importantes nos parâmetros estudados que indicam oscilações e mudanças no sistema, tais como períodos de maior ou menor entrada de material terrígeno na bacia e condições mais úmidas ou mais secas na porção continental adjacente, influenciando o transporte e a deposição sedimentar. Tendo em vista a importância e necessidade de aprofundamento em estudos paleoceanográficos e paleoclimáticos do Oceano Atlântico Sudoeste, os resultados obtidos mostraram que existe uma clara correlação entre os indicadores estudados e que estes podem contribuir para a elucidação sobre mudanças paleoambientais no Período Quaternário, na Bacia de Santos.

Palavras-chaves: Paleoceanografia. Quaternário. Bacia de Santos. Oceano Atlântico Sudoeste.

#### INTRODUÇÃO

O Quaternário é um período geológico importante para a compreensão das mudanças climáticas do passado da Terra, que inclui variações climáticas representadas pelos estágios glaciais e interglaciais, bem como as oscilações relativas do nível do mar que os acompanham. No Oceano Atlântico Sudoeste, estudos mineralógicos e de geoquímica de elementos maiores e traços ainda são pouco frequentes, mas são de indiscutível importância, uma vez que são importantes indicadores de variações no transporte e na deposição de sedimentos associados a mudanças climáticas e também são úteis nos estudos de proveniência sedimentar.

Este trabalho visa estudar e avaliar se esses indicadores paleoambientais e a correlação entre eles podem contribuir para a elucidação sobre mudanças paleoambientais dentro do Período Quaternário, na Bacia de Santos (Fig.1A). Foram observadas variações importantes nas razões elementares e na susceptibilidade magnética, que marcam importantes mudanças no sistema deposicional, como uma menor ou maior entrada de material terrígeno na bacia oceânica e condições mais úmidas ou mais secas no continente adjacente.

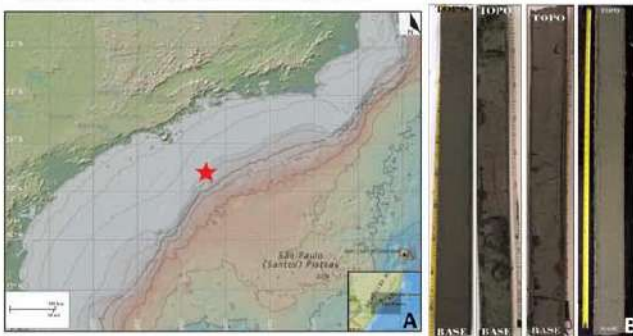


Figura 1. (A) Área de estudo com localização do ponto de coleta do testemunho GC03; (B) Fotografia do testemunho GC03 coletado no talude da Bacia de Santos.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foi coletado um testemunho de 4 metros com amostrador do tipo *gravity core* no talude da Bacia de Santos, a bordo do NOc. Alpha Crucis do IO-USP, em Fev/2018 (Fig.1B). Foram realizadas análises por Fluorescência de Raios-X (XRF) para elementos maiores e traço e por Espectrometria de Massa (ICP-MS) para elementos traço e terras raras (ETR) para cálculo das razões Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al, Fe/K e Al/Si e gráficos de padrão de comportamento dos ETR normalizados pelo Folheio Australiano Pós-Arqueano (PAAS).

Para a caracterização detalhada da mineralogia total foi utilizado o método de difração de raios-X (XRD) e para a curva de susceptibilidade magnética foi utilizado o Susceptômetro MFK1-FA Kappabridge nas frequências 976 Hz e 15616 Hz. Os parâmetros elementares, mineralógicos e magnéticos obtidos foram posteriormente correlacionados para identificação de variações ao longo do testemunho analisado.

#### RESULTADOS

##### Razões Elementares

A abundância de terrígenos pode ser estimada a partir das razões elementares, tais como Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al, Fe/K e Al/Si, que são as mais comumente usadas para reconstruções paleoclimáticas (Govin *et al.*, 2012) (Fig.2A). As razões Fe/Ca e Ti/Ca são utilizadas para rastrear mudanças em inputs de terrígenos de origem principalmente fluvial (Arz *et al.*, 1999), sendo os valores relativamente mais altos indicativos de uma robusta entrada de terrígenos na bacia oceânica.

Altos valores de Ti/Al indicam uma contribuição cada vez maior de material edílico na bacia oceânica em relação ao suprimento de material de suspensão fluvial. As razões Fe/K e Al/Si refletem a entrada de material terrígeno de zonas com diferentes graus de intemperismo químico, com os valores altos indicativos de entrada dominante de material derivado de regiões úmidas e valores baixos indicativos de entrada de material formado sob condições mais secas.

##### Elementos Terras Raras

É observado um enriquecimento em ETR intermediários em relação aos ETR leves e pesados (Fig.2B). Há uniformidade no padrão de comportamento dos ETR ao longo do testemunho que pode indicar que o material sedimentar é proveniente de uma fonte única. Ao longo do testemunho se observa anomalias negativas de Ce (<1), que indica condições paleoceanográficas oxidantes (Tostevin *et al.*, 2016), e também anomalias positivas de Eu (>1), que podem indicar assimilação ou acúmulo de feldspato.

##### Mineralogia

É evidenciada uma grande uniformidade mineralógica ao longo do testemunho GC03, com pequenas variações nas intensidades dos picos cristalográficos. Os minerais principais encontrados em amostras do topo foram igualmente identificados no meio e na base. Os principais picos cristalográficos encontrados e comuns a todas as amostras foram os relativos ao quartzo, calcita, caulinita, cristobalita e muscovita (Fig.3A).

##### Susceptibilidade Magnética

A susceptibilidade magnética permitiu a identificação de importantes picos de alta e baixa intensidade no testemunho, que podem indicar maior ou menor contribuição de material terrígeno na bacia oceânica, devido a variação na concentração de minerais magnéticos (Fig.3B).

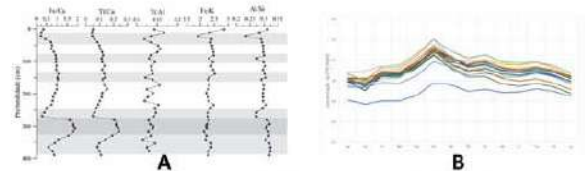


Figura 2. (A) Razões elementares Fe/Ca, Ti/Ca, Ti/Al, Fe/K e Al/Si em função da profundidade; (B) Padrão de comportamento dos Elementos Terras Raras normalizados ao PAAS.

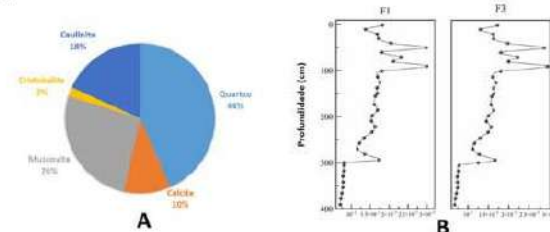


Figura 3. (A) Composição mineralógica média do testemunho GC03; (B) Curvas de Susceptibilidade Magnética em função da profundidade do testemunho GC03 para as frequências F1 (976 Hz) e F3 (15616 Hz).

#### CONCLUSÕES E ESTUDOS FUTUROS

Foram identificadas importantes variações em relação às razões elementares e a susceptibilidade magnética, como oscilações de picos de alta e baixa intensidade, que marcam importantes mudanças no sistema, como períodos de robusta ou fraca entrada de material terrígeno na bacia oceânica e também condições de maior ou menor umidade no continente adjacente. Tais mudanças têm influência direta sobre os processos sedimentares de transporte e deposição. A identificação temporal dessas variações observadas e a sua correspondência com estágios isotópicos marinhos (ciclos glaciais-interglaciais) serão realizadas pela datação bioestratigráfica e por radiocarbono.

O padrão de comportamento dos ETR ao longo do testemunho foi quase uniforme, apresentando anomalias negativas de Ce e anomalias positivas de Eu e enriquecimento de ETR intermediários (Eu, Gd) em relação aos demais. Uma análise mais detalhada dos padrões de ETR aliada às razões elementares pode ser um bom indicador de aporte terrígeno na bacia e elucidar questões sobre proveniência sedimentar. Além disso, a análise da fração argila também será realizada e é imprescindível para alcançar um melhor entendimento das variações e ciclos já observados até o momento.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arz, H., Pätzold, J., & Wefer, C. Climatic changes during the last deglaciation recorded in sediment cores from the northeastern Brazilian Continental Margin. *Geo-Marine Letters*, 19, pp. 209-218, 1999.
- Govin, A., Holzwarth, U., Heslop, D., Keeling, L., Zabel, M., Mulitz, S., ... Chiessi, C. Distribution of major elements in Atlantic surface 40 sediments (36°N-49°S): Imprint of terrigenous input and continental weathering. *Geochimistry Geophysics Geosystems*, 13, 2012.
- Tostevin, R., Shields, G.A., Tarbuck, G.M., He, T., Clarkson, M.O., Wood, R.A. Effective use of cerium anomalies as a redox proxy in carbonate-dominated marine settings. *Chemical Geology* 438 146-162, 2016.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ENVIRONMENTAL CHANGES IN THE WEDDELL SEA (SOUTHERN OCEAN) DURING THE MAASTRICHTIAN

LOPES, F.M.<sup>1</sup>; KOCHHANN, K.G.D.<sup>1</sup>; SAVIAN, J.F.<sup>2</sup>; FAUTH, G.<sup>1</sup>

Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>1</sup> (Fernando Marcanth Lopes, [fernandomarcanthlopes@gmail.com](mailto:fernandomarcanthlopes@gmail.com)); Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>2</sup>

Geophysical and geochemical proxies are important tools to understand environmental changes through ancient geological times. Here we analyzed oceanic changes during the last four million years of the Cretaceous, focusing in magnetic parameters, magnetotactic bacteria, and sediment proxies from ODP Hole 690C, situated at the southwest part of the Maud Rise. Elemental composition was measured with X-ray fluorescence applying 10kV (for Fe, Ti, K and Mg measurements) and 50 kV (for Ba measurements), these analyzes were performed with an XRF spectrometer and results were expressed as raw counts per second. Magnetic susceptibility measurements were performed in a MFK1 - FA Kappabridge magnetic susceptibility analyzer; we measured saturation of magnetization (*Ms*), remaining magnetization (*Mrs*), coercive force (*Bc*) and coercivity of remanence (*Bcr*). To evaluate the presence and abundance of magnetofossils, we also performed first-order reversal curves (FORCs) analysis. Strong biotic responses are observed during natural fertilization events, such as aeolian dust and volcanic ash falls, and our study suggests that iron fertilization, associated with increased volcanic iron input, resulted in surface water eutrophication in the latest Maastrichtian, and controlled bacterial magnetite abundance via export of organic carbon to the seafloor at Maud Rise. We observed that this volcanic iron source is not related with Deccan volcanism, but probably related with increased LIPs magma flux during the Maastrichtian. The Ba/Ti ratio further suggests increased organic carbon flux to the seafloor from 70.39 to 69.04 Ma, while magnetofossils suggest enhanced surface productivity at 68.02 and 67.8 Ma. [CAPES 88887.091703/2014-01].

Key-words: Maastrichtian. Weddell Sea. Environmental changes.

### ENVIRONMENTAL CHANGES IN THE WEDDELL SEA (SOUTHERN OCEAN) DURING THE MAASTRICHTIAN

LOPES, F.M.<sup>1</sup>; KOCHHANN, K.G.D.<sup>1</sup>; SAVIAN, J.F.<sup>2</sup>; FAUTH, G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Micropaleontologia, Universidade do Rio dos Sinos (Fernando Marcanth Lopes, fernandomarcanthlopes@gmail.com)

<sup>2</sup>Departamento de Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul



#### INTRODUCTION

Geophysical and geochemical proxies are important tools to understand environmental changes through ancient geological times. Here we analyzed oceanic changes during the last four million years of the Cretaceous, focusing in magnetic parameters, magnetotactic bacteria, and sediment proxies from ODP Hole 690C (Figure 1), situated at the southwest part of the Maud Rise.

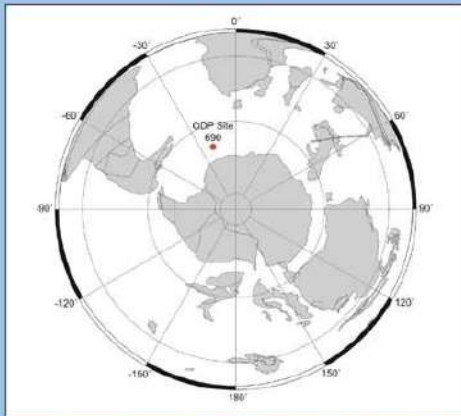


Figure 1: Paleogeographic reconstruction at 68 Ma showing the location of ODP Site 690. Map created with the ODSN tectonic reconstruction system ([http://www.odsn.de/odsn/services/paleomap/adv\\_map.htm](http://www.odsn.de/odsn/services/paleomap/adv_map.htm)).

#### MATERIAL AND METHODS

ODP Hole 690C (Figure 1), drilled during ODP Leg 113, is situated in the southwest part of the Maud Rise (65°09.62' S; 1°12.28' E), in a water depth of 2914 meters (Thomas et al., 1990). During the Cretaceous, Maud Rise was located at a paleolatitude of ~65° S and, according to the study of Thomas (1990) on benthic foraminiferal assemblages, at an estimated paleodepth of 1800 meters. Lithologically, Hole 690C is predominantly composed of biogenic sediments, with a subordinate contribution of terrigenous components, throughout the Maastrichtian and the Paleocene (Barker et al., 1988).

Elemental composition was measured with X-ray fluorescence applying 10kV (for Fe, Ti, K and Mg measurements) and 50 kV (for Ba measurements), these analyzes were performed with an XRF spectrometer and results were expressed as raw counts per second. Magnetic susceptibility measurements were performed in a MF1 - FA Kappabridge magnetic susceptibility analyzer; we measured saturation of magnetization ( $M_s$ ), remaining magnetization ( $M_{rs}$ ), coercive force ( $B_c$ ) and coercivity of remanence ( $B_{cr}$ ). To evaluate the presence and abundance of magnetofossils, we also performed first-order reversal curves (FORCs) analysis.

#### RESULTS

Magnetic susceptibility measurements (Figure 2) show similar patterns at high ( $\chi_{HF}$ ) and low ( $\chi_{LF}$ ) frequencies, suggesting a low or no contribution of paramagnetic minerals (Figure 2). The values are constant and low from 70.39 to 68.18 Ma, this interval is followed by high amplitude variations between 68.30 and 67.80. At both frequencies, we observed peak values at 66.76 Ma. Saturation of magnetization ( $M_s$ ) and the remnant saturation of magnetization ( $M_{rs}$ ) exhibit similar trends (Figure 2). Low values occur from 70.39 to 68.18 Ma and from 67.80 to 66.76 Ma. Between 68.37 and 66.14 Ma, the observed variations in  $M_s$  and  $M_{rs}$  show increasing values, with peaks at 66.66 Ma. Coercivity ( $B_c$ ) and remnant coercivity ( $B_{cr}$ ) show three distinct intervals throughout the section (Figure 2). The older interval (from 70.39 to 67.87 Ma) shows a higher amplitude variability of values, probably reflecting a mixture of magnetite and hematite. From 67.80 to 67.07 Ma, there is a trend of increasing values, suggesting increased concentrations of hematite. Decreased values of  $B_{cr}$ , close to 0.01 mT and of close to  $B_c$ , 0.02 mT, occur from 67.04 to 66.14 Ma. A well-marked central ridge was observed in four of our FORC diagrams (Figure 3). FORCs at 68.02 and 67.80 Ma show central ridges extending to high values in the  $B_c$  axis, reaching 0.2 to 0.3 T. FORCs at 66.47 and 66.14 Ma also show a well-defined central ridge, but with lower values at  $B_c$  axis. At 69.63 Ma, the FORC diagram does not exhibit a well-defined central ridge, suggesting low abundance or absence of magnetofossils. Samples plotted in a Day plot diagram (Figure 3) show that virtually all studied samples fall in the pseudo-single domain, with exception of one sample belonging to the interval between 68.37 and 66.76 Ma. Two intervals (from 68.37 and 66.76 Ma and from 65.66 to 66.14 Ma) do not show a clear or preferential trend. On the other hand, samples with ages ranging from 70.39 to 68.18 Ma plot in a cluster with  $M_{rs}/M_s$  values ranging from 0.2 to 0.3, and  $B_{cr}/B_c$  values ranging from 1.5 to 4 (Figure 3). The XRF-derived Ba/Ti ratio increases from 70.39 to 70.13 Ma, followed by a decrease until 69.63 Ma. The highest value occurs in the middle part of the section, between 67.94 and 67.16 Ma. A decreasing trend is depicted through the younger part of the section, starting at 66.97 Ma. The K/Mg+Fe ratio shows oscillations in the older part of the record and reached high values between 67.94 and 67.16 Ma. The upper part of the section is characterized by a decreasing trend that started at 66.82 Ma and lasted until 66.14 Ma.

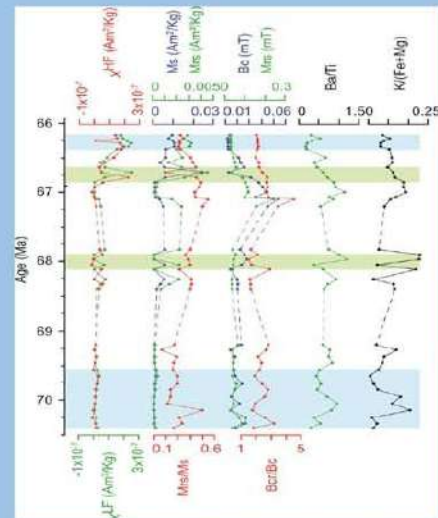


Figure 2: Paleoproductivity tracers discussed herein for the Maastrichtian interval of Hole 690C. Low frequency magnetic susceptibility ( $\chi_{LF}$ ), high frequency magnetic susceptibility ( $\chi_{HF}$ ), saturation of magnetization ( $M_s$ ), remnant saturation of magnetization ( $M_{rs}$ ), ratio between remnant saturation of magnetization and saturation of magnetization, coercivity ( $B_c$ ), remnant coercivity ( $B_{cr}$ ), ratio between remnant coercivity and coercivity; XRF-derived Ba/Ti and K/Fe+Mg ratios. Blue shadings mark high surface productivity intervals, and green shadings mark oligotrophic environmental settings.

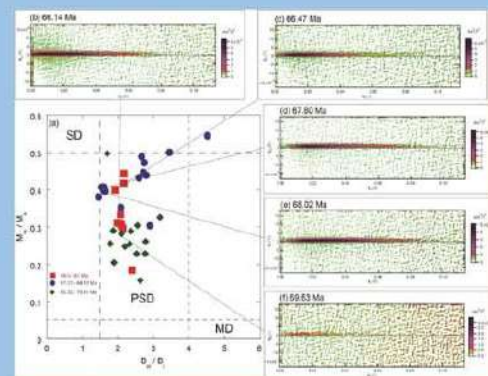


Figure 3: "Day" plot and FORC diagrams discussed herein for Site 690C. (a) "Day" plot diagram, (b) FORC diagram at 66.14 Ma, (c) FORC diagram at 66.47 Ma, (d) FORC diagram at 67.80 Ma, (e) FORC diagram at 68.02 Ma and (f) FORC diagram at 69.90 Ma. Single-domain (SD), Pseudo-single domain and Multi-domain (MD).

#### CONCLUSIONS

Strong biotic responses are observed during natural fertilization events, such as aeolian dust and volcanic ash falls (Winton et al., 2014), and our study suggests that iron fertilization, associated with increased volcanic iron input, resulted in surface water eutrophication in the latest Maastrichtian, and controlled bacterial magnetite abundance via export of organic carbon to the seafloor at Maud Rise. We observed that this volcanic iron source are not related with Deccan volcanism, but probably related with increased LIPs magma flux during the Maastrichtian. The Ba/Ti ratio further suggests increased organic carbon flux to the seafloor from 70.39 to 69.04 Ma, while magnetofossils suggest enhanced surface productivity at 68.02 and 67.8 Ma [CAPES 88887.091703/2014-01].

#### REFERENCES

- Barker, P.F., Kennett, J. R., et al., 1988. Proc. ODP, Init. Repts., 113: College Station, TX (Ocean Drilling Program). doi:10.2973/odp.proc.ir.113.1988.
- Thomas, E., 1990. Late Cretaceous through Neogene deep-sea benthic foraminifers (Maud Rise, Weddell Sea, Antarctica), in Weddell Sea, Antarctica: Sites 689-697. *Proceedings Ocean Drilling Program Scientific Results*, 113: 571-594.
- Thomas, E., Barrera, E., Hamilton, N., Huber, B. T., Kennett, J. R., O'Connell, S. B., Pospichal, J. J., Spiel, V., Stott, L. D., Wei, W., Wise, S. W. Jr., 1990. Upper Cretaceous-Paleogene stratigraphy of Sites 689 and 690, Maud Rise (Antarctica). *Proceedings Ocean Drilling Program Scientific Results*, 113: 901-914.
- Winton, V.H.L., Dunbar, G.B., Bertler, N.A.N., Millet, N.A., Delmonte, B., Atkins, C.B., Chewings, J.M., Andersson, P., 2014. The contribution of aeolian sand and dust to iron fertilization of phytoplankton blooms in southwestern Ross Sea, Antarctica. *Global Biogeochemical Cycles*, 28: 423-436.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### BIOEROSÃO EM FORAMINÍFEROS PLANCTÔNICOS: POSSÍVEL INDICADOR DE ALTA PRODUTIVIDADE NO FINAL DO PLEISTOCENO?

FROZZA, C.F.; PIVEL, M.A.G.; IBARRA, J.Y.S.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Cristiane Fraga Frozza, [cristiane.frozza@ufrgs.br](mailto:cristiane.frozza@ufrgs.br))

Foraminíferos planctônicos constituem um grupo diverso e numericamente importante na maioria dos ecossistemas marinhos. Estes organismos são consumidos principalmente de modo acidental e indiscriminado, mas uma parte do seu registro fóssil e atual apresenta furos nas carapaças sugestivos de predação seletiva. Não se sabe como esse tipo de predação é controlado ambientalmente e como se refletiria nas variações das abundâncias relativas das populações, que são amplamente utilizadas como *proxies* paleoceanográficos. Para elucidar essa dinâmica foram analisadas 14 amostras do testemunho de sondagem SAT048A coletado no talude continental da Bacia de Pelotas a 1542 m de profundidade e cedido pela Agência Nacional do Petróleo (ANP). Dos 315 cm de sedimentos recuperados, apenas os primeiros 100 cm foram utilizados. A cronologia das amostras contou com análises de AMS  $^{14}\text{C}$  intercaladas com os dados da correlação da curva de  $\delta^{18}\text{O}$  de foraminíferos bentônicos com a curva de referência para profundidades intermediárias do Atlântico Sul (LS16-ISA). Seguindo os métodos tradicionais para recuperação de foraminíferos quaternários, o sedimento foi peneirado em malha 150  $\mu\text{m}$  e fracionado para a seleção e quantificação das faunas de foraminíferos bentônicos e planctônicos e identificação das espécies planctônicas. As estimativas de paleoprodutividade se deram através de análises de  $\delta^{13}\text{C}$  de *Uvigerina* spp., dos dados de proporção de foraminíferos bentônicos em relação aos planctônicos e ainda da proporção de *Globigerina bulloides* em relação a *Globigerinoides ruber*, espécies planctônicas características de águas eutróficas e oligotróficas, respectivamente. As estimativas de paleotemperatura média anual, de verão e de inverno foram obtidas através da Técnica do Análogo Moderno, utilizando dados de abundâncias relativas de associações de foraminíferos planctônicos. Para correlação das taxas de bioerosão com a paleoprodutividade, em cada amostra foram selecionados e quantificados os indivíduos que apresentavam vestígios circulares a semicirculares, relacionados à predação seletiva. As idades das amostras ficaram entre 5 e 17 ka, compreendendo o Holoceno médio até o final do Pleistoceno. Através das abundâncias relativas de foraminíferos bioerodidos ao longo do testemunho, observa-se um aumento considerável nas taxas de bioerosão entre 13 e 16 ka, acompanhando as excursões elevadas que ocorrem nos *proxies* utilizados para a paleoprodutividade neste mesmo período. As estimativas de paleotemperatura indicam uma redução de quase  $1^\circ\text{C}$  em 15 ka compreendendo o período em questão, o que pode sugerir que um deslocamento da Corrente das Malvinas e da Pluma do Rio da Prata cujas águas são mais frias e eutróficas, respectivamente, estaria influenciando a produtividade da região. Após o início do Holoceno mesmo com a produtividade baixa percebe-se um leve aumento nas taxas de bioerosão o que pode indicar que, nem sempre, essa é controlada pela produtividade e/ou que diferentes táxons bioerodidores possam colonizar a área de estudo em diferentes condições ambientais. A bioerosão tem sido associada a eventos de alta produtividade em diversos estudos, mas com foraminíferos planctônicos estes são praticamente inexistentes. Dessa forma são necessários estudos mais amplos e de identificação dos possíveis predadores desse grupo, o que poderia permitir inferências mais robustas sobre suas implicações paleoceanográficas. [IODP-CAPES 88887.091727/2014-01].

Palavras-chave: Bioerosão. Foraminíferos planctônicos. Paleoceanografia. Quaternário tardio.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ANÁLISE MORFOLÓGICA DE POCKMARKS GIGANTES NA ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE CENTRAL

LEÃO, R.R.<sup>1</sup>; SANTOS, M.V.M.<sup>1,2</sup>; TORRES, L.C.<sup>3</sup>; JECK, I.K.<sup>3</sup>; ALBERONI, A.A.L.<sup>3</sup>

Fundação de Estudos do Mar<sup>1</sup> (Rafael Rocha Leão – [rafaelrocha.geo@gmail.com](mailto:rafaelrocha.geo@gmail.com)); Universidade do Estado do Rio de Janeiro<sup>2</sup>; Centro de Hidrografia da Marinha<sup>3</sup>

Localizada no Atlântico sul, a Elevação do Rio Grande (ERG) é uma notável feição batimétrica na margem continental Brasileira, ao largo das bacias de Santos e Pelotas, com características geológicas e geomorfológicas que ainda constituem grandes incógnitas para o debate científico. A porção central da ERG, área de estudo desse trabalho, é limitada pela zona de fratura do Rio Grande (ao norte), pelo canal Vema (à oeste) e pela Elevação do Rio Grande Leste (a leste), apresenta um relevo relativo que excede os 3.000 m, topo relativamente plano à uma profundidade aproximada entre 550 e 1.200 m e uma série de complexas estruturas geomorfológicas, com possível controle estrutural. Além de ser seccionada pelo Lineamento Cruzeiro do Sul, que representa um gráben com relevo negativo, de cerca de 1.500 m, com orientação NW-SE, a ERG Central apresenta uma série de pockmarks claramente identificados nos dados de batimetria multifeixe. Pockmarks são depressões circulares a elípticas, que podem alcançar algumas centenas de metros de largura e algumas dezenas de profundidade, comumente associadas ao escape rápido e abrupto de fluidos através do fundo marinho. Para analisarmos tais feições, utilizamos dados de batimetria multifeixe, com cobertura quase que total até a profundidade de 1.600 m, combinados com dados de sísmica rasa coletados por *sub-bottom profiler* 3.5 kHz. Os dados sísmicos e grande parte dos dados batimétricos foram adquiridos pela NPqHo Vital de Oliveira da Marinha do Brasil entre os anos de 2017 a 2019 em apoio ao projeto LEPLAC. Na região de estudo, os pockmarks ocorrem entre as profundidades de 1.100 a 1.700 m, e possuem forma predominantemente circular a elíptica, com diâmetro médio de 3.000 m, podendo se mesclar e se agrupar constituindo formas alongadas. Esses pockmarks gigantes possuem profundidade relativa que pode ultrapassar 100 m. Alguns desses pockmarks encontram-se recobertos por sedimentos, indicando ausência de escape atual de fluidos, contudo também se observam vulcões de lama, apresentando diâmetro médio pouco superior a 1.000 m, localizando-se isolados ou em pequenos grupos nas proximidades do Lineamento Cruzeiro do Sul, possivelmente indicando o controle estrutural do lineamento sobre estas feições e sugerindo escape atual ou sub-atual de fluidos.

Palavras-chave: Batimetria multi-feixe. Sub-bottom profiler. Pockmarks. Vulcões de lama.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019. Porto Alegre - RS

### ANÁLISE MORFOLÓGICA DE POCKMARKS GIGANTES NA ELEVAÇÃO DO RIO GRANDE CENTRAL

LEÃO, R.R.<sup>1</sup>; SANTOS, M.V.M.<sup>1</sup>; TORRES, L.C.<sup>2</sup>; JECK, I.K.<sup>2</sup>; ALBERONI, A.A.L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Fundação de Estudos Do Mar – FEMAR; <sup>2</sup> Centro de Hidrografia da Marinha - CHM



#### INTRODUÇÃO

Localizada no Atlântico Sul, a Elevação do Rio Grande (ERG) é uma notável feição batimétrica na margem continental Brasileira, ao largo das bacias de Santos e Pelotas, com características geológicas e geomorfológicas que ainda constituem grandes incógnitas para o debate científico. A porção central da ERG (Figuras A e B), área de estudo desse trabalho, é limitada pela Zona de Fratura do Rio Grande (ao norte), pelo Canal Vema (à oeste) e pela Elevação do Rio Grande Leste (a leste), apresenta um relevo relativo que excede os 3.800 m, seccionado pelo Rift Cruzeiro do Sul, um gráben de orientação NW-SE. Seu topo possui um gradiente suave à uma profundidade aproximada entre 550 e 1.200 m e apresenta, principalmente em sua extremidade NE, uma série de pockmarks gigantes, depressões aproximadamente circulares, associadas ao escape rápido e abrupto de fluidos através do fundo marinho, possuindo dimensões muito superiores aos pockmarks comuns, que geralmente possuem dimensões na ordem de algumas centenas de metros de largura e poucas dezenas de metros de profundidade.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Para analisarmos as características morfológicas e estruturais dos pockmarks, utilizamos dados de batimetria multifeixe, com cobertura total até aproximadamente a profundidade de 1.600 m, em conjunto com dados de sísmica rasa coletados por sub-bottom profiler 3.5 kHz (SBP). Os dados batimétricos foram adquiridos pelo NHI Sirius entre os anos de 2009 e 2010, enquanto que os dados sísmicos foram adquiridos pelo NPqHo Vital de Oliveira entre os anos de 2017 a 2019, ambas embarcações da Marinha do Brasil, em apoio ao projeto LEPLAC.

Após a elaboração do grid batimétrico analisou-se as principais características dos pockmarks, tais como: forma, dimensão, direção e profundidade relativa, enquanto que os dados SBP foram utilizados para analisarmos o padrão de preenchimento das feições, e consequentemente o seu estágio evolutivo, além de estruturas associadas.

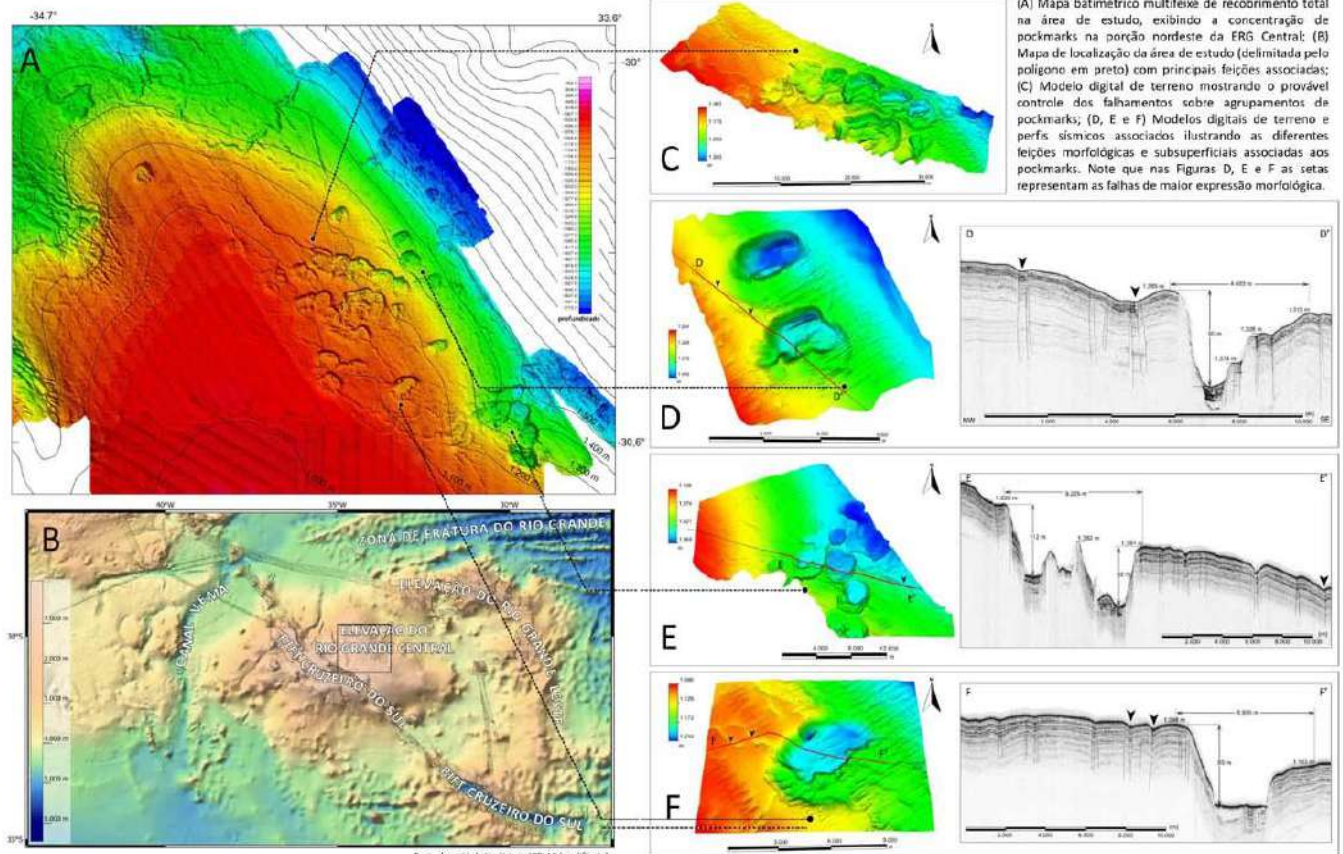
#### RESULTADOS

A análise morfológica revela ao menos 35 pockmarks gigantes, entre as profundidades de 1.100 a 1.700 m, apresentando forma circular, elíptica ou alongada, diâmetro médio de cerca de 6.000 m (variando de 2.000 a 8.000 m) e profundidade relativa que comumente ultrapassa 100 m, podendo se mesclar e se agrupar dando origem a estruturas de até 25 km de extensão (Figura C). Os perfis sísmicos estudados revelam que ao menos os pockmarks gigantes contidos nestes, encontram-se recobertos por sedimentos (Figuras D, E e F).

#### CONCLUSÕES

A análise dos dados disponíveis revela um campo de pockmarks gigantes sobre a ERG Central, o que denota atividade subaquática de fluidos subatual, como indica a cobertura sedimentar encontrada no interior dessas feições (Figuras D, E e F). A presença de falhas poligonais que afloram na coluna estratigráfica com expressões morfológicas lineares (Figura F) parece estar associada à orientação dos pockmarks e seus agrupamentos, evidenciando o possível controle estrutural imposto à implantação dessas feições (Figuras C). A continuidade de parte dessas falhas cortando alguns pockmarks mostra ainda a persistência da sua atividade tectônica mesmo após cessada a exsudação de fluido. A semelhança com a orientação de demais estruturas, como o lineamento Cruzeiro do Sul, além de alguns montes submarinos próximos, pode indicar que estas falhas e, consequentemente, a implantação dos pockmarks, segue um padrão geotectônico regional NW-SE. Vale salientar que na região proximal a área de estudo, existem vulcões de lama, de diâmetro médio pouco superior a 1.000 m, isolados ou em pequenos grupos na região proximal ao Rift Cruzeiro do Sul.

Estudos geofísicos mais aprofundados, de sísmica multicanal, gravimetria ou magnetometria, por exemplo, poderão confirmar o controle estrutural dessas feições, assim como a presença de um trend tectônico regional associado ou ainda o efeito causal desses pockmarks.



Este trabalho se utilizou de recursos provenientes do Termo de Cooperação 5850.019461.18.9 celebrado entre o Centro de Hidrografia da Marinha e Petróleo Brasileiro SA com a intervenção da FEMAR.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ASSOCIAÇÕES DE DIATOMÁCEAS E FITÓLITOS INDICADORAS DA PALEOPRODUTIVIDADE NA BACIA DE PELOTAS, ATLÂNTICO SUL: TESTEMUNHO SAT 163- IODP/BRASIL

SANTOS-FISCHER, C.B.; CORRÊA, I.C.S.; WESCHENFELDER, J.; PIVEL, M.A.G.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Cristiane Bahi dos Santos Fischer, [cristiane.bahi@ufrgs.br](mailto:cristiane.bahi@ufrgs.br))

As diatomáceas são consideradas um dos principais grupos envolvidos na produtividade oceânica, sendo relacionados aos ciclos biogeoquímicos do carbono e da sílica. Devido à alta preservação das valvas silicosas no ambiente marinho, o grupo tem sido amplamente utilizado como indicador de paleoprodutividade oceânica. Uma das áreas mais produtivas da margem ocidental do Atlântico Sul é a Bacia de Pelotas. A Pluma do Rio da Prata juntamente com a influência da Convergência Subtropical e da confluência Brasil-Malvinas são responsáveis pela fertilização das águas oceânicas, tornando a área de estudo essencial em estudos de paleoprodutividade. Neste sentido, o testemunho SAT 163 com recuperação de 5,20 m obtido no talude continental (32°25'34"S, 48°23'25"W) a uma profundidade de 3,015 m, foi escolhido para a análise de diatomáceas. Um total de 43 sub-amostras foram selecionadas a partir de intervalos de coleta de 10 em 10 centímetros. As amostras foram tratadas de acordo com os procedimentos padrão para a recuperação de diatomáceas que incluiu o uso de uma solução aquosa (10 %) de HCl e de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, processadas à frio. Após o processamento químico, foram analisadas aproximadamente 300 lâminas, onde registrou-se, um total de 255 táxons de diatomáceas. As associações de diatomáceas são indicadoras de ambientes fluviais, lacustres, estuarinos e marinhos. Diferentes formas de fitólitos, silicoflagelados e palinoforaminífera planctônicos e marinhos foram registrados. As associações de diatomáceas planctônicas marinhas mais representativas são as espécies de *Thalassiothrix longíssima*, *Thalassiothrix* sp., e *Fragilariopsis kerguelensis*, características de águas oceânicas frias, seguidas de *Paralia sulcata* e *Paralia* sp., indicadoras de águas quentes, de áreas de ressurgência costeira, de espécies marinhas *Actinoptychus splendens* e *Actinocyclus* sp. A presença da espécie, típica de águas oceânicas frias. As associações não marinhas são caracterizadas pelas espécies planctônicas *Aulacoseira granulata* e *Aulacoseira ambígua* e pelas bentônicas *Pinnularia borealis*, *Fragilaria* sp., e *Hantzschia* sp., que ocorrem em áreas influenciadas pela descarga e transporte fluvial, aonde o aporte de nutrientes é contínuo. Deste modo, as diatomáceas registradas aqui, podem indicar condições de aumento de nutrientes de águas sub-superficiais, em combinação com o aporte fluvial, podendo ser importantes indicadores da produtividade da área de estudo, bem como inferir períodos de ressurgência costeira mais intensa. Adicionalmente, a presença de espécies típicas de águas oceânicas frias, desempenham um importante papel no ciclo global da sílica no Oceano Antártico. Os dados aqui apresentados, contribuem para ampliar o conhecimento sobre a paleoprodutividade e fertilização oceânica do Atlântico Sul, bem como são indicativas da influência da Pluma do Rio da Prata e outros sistemas secundários, como o sistema Patos-Mirim, na fertilização oceânica da bacia de Pelotas. Projeto apoiado pelo edital CAPES-IODP No. 88887.091727/2014-01, PPGGEO 001/2018 PNPD-CAPES.

Palavras-chave: Paleoceanografia. Talude continental. Paleoprodutividade. Atlântico Sul.





## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 06 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### ASSOCIAÇÕES DE DIATOMÁCEAS E FITÓLITOS INDICADORAS DA PALEOPRODUTIVIDADE NA BACIA DE PELOTAS, ATLÂNTICO SUL: TESTEMUNHO SAT 163- IODP/BRASIL

Santos-Fischer, C.B.<sup>1</sup>; Corrêa, I.C.S.<sup>1,2</sup>; Weschenfelder, J.<sup>1,2</sup>; Pivel, M.A.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós Graduação do Instituto de Geociências – PPGGEO/IGEO, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

<sup>2</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica - CECO, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS  
E-mail: cristiane.bahi@ufrgs.br



#### INTRODUÇÃO

A Bacia de Pelotas é considerada uma das áreas mais produtivas da margem ocidental do Atlântico Sul. Nesta área, a Pluma do Rio da Prata juntamente com a influência da Convergência Subtropical e da confluência Brasil-Malvinas são responsáveis pela fertilização das águas oceânicas, tornando a área de estudo essencial em estudos de paleoprodutividade. As diatomáceas são consideradas um dos principais grupos envolvidos na produtividade oceânica, sendo relacionados aos ciclos biogeoquímicos do carbono e da sílica. Devido à alta preservação das valvas silicosas no ambiente marinho, o grupo tem sido amplamente utilizado como indicador de paleoprodutividade oceânica. O Objetivo deste trabalho é identificar as associações de diatomáceas, fitólitos e outros organismos silicosos como indicadores de produtividade e fertilização do Atlântico Sul.

#### MATERIAL E MÉTODOS

- Examinou-se o testemunho obtido no Talude continental do Rio Grande do Sul, porção submersa da Bacia de Pelotas (SAT-163 32°25'34"S, 48°23'25"W).
- 43 sub-amostras foram coletadas para a análise de diatomáceas, fitólitos e silicoflagelados, a partir de intervalos de coleta de 10 em 10 cm.
- As amostras foram tratadas com HCl e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e processadas à frio. Um Total de 300 lâminas foram analisadas.

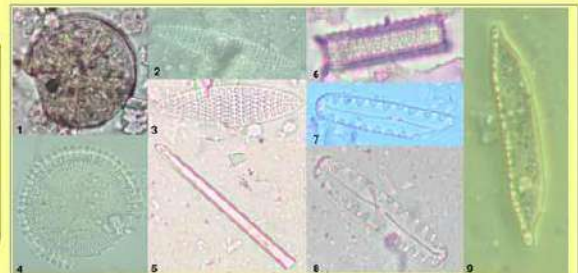
#### RESULTADOS PARCIAIS

- 255 taxa de diatomáceas foram recuperados. As associações de diatomáceas são indicadoras de ambientes fluviais, lacustres, estuarinos e marinhos.
- 209 fitólitos foram recuperados, bem como silicoflagelados marinhos planctônicos e espículas de esponjas.
- As diatomáceas planctônicas marinhas mais representativas, juntamente com os silicoflagelados planctônicos marinhos são indicadores de águas oceânicas frias, indicativas de aumento de nutrientes em águas subsuperficiais (e.g., *Thalassiothrix* spp, *Fragilaria kerguelensis*), bem como de águas quentes e de áreas de ressurgência costeira (*Paralia sulcata*).
- As diatomáceas não marinhas e os fitólitos representam o input continental transportados pela Pluma do Rio da Prata e pelo sistema Patos-Mirim (e.g., *Pinnularia borealis*, *Aulacoseira granulata*)

#### ÁREA DE ESTUDO

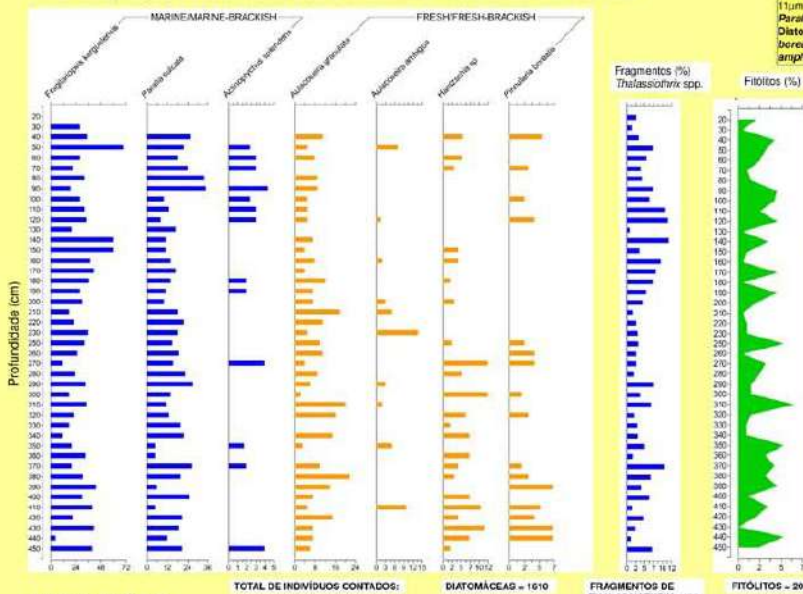


#### TAXA DE DIATOMÁCEAS MARINHAS E NÃO MARINHAS MAIS REPRESENTATIVAS (% ABUNDÂNCIA RELATIVA)

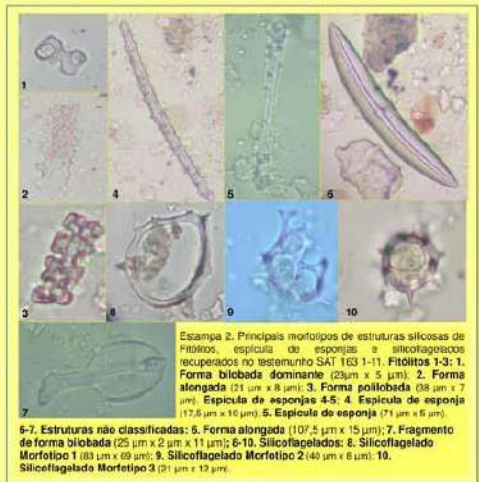


Exemplo 1. Taxa de diatomáceas mais representativas de acordo com a abundância relativa (%). **Diatomáceas marinhas** 1-5: 1. *Actinocyclus splendens* (0- 4 µm x 8 aréolas/10 µm); 2. *Fragilaria kerguelensis* (50 µm x 11 µm x 5 str./10 µm x 10 aréolas/10 µm); 3. *Fragilaria kerguelensis* (17 µm x 5 µm x 6 aréolas/10 µm); 4. *Paralia sulcata* (0- 50 µm x 7 str./10 µm x 4 aréolas/10 µm); 5. *Thalassiothrix* sp. (53 µm x 3 µm x 10 aréolas/10 µm). **Diatomáceas não marinhas** 6-9: 6. *Aulacoseira granulata* (24 µm x 7 µm x 5 aréolas/10 µm); 7. *Pinnularia borealis* (26 µm x 7 µm x 4 aréolas/10 µm); 8. *Pinnularia borealis* (29 µm x 6 µm x 4 aréolas/10 µm); 9. *Hantzschia cf. amphioxys* (21,2 µm x 4,2 µm x 5 aréolas/10 µm).

#### PROPORÇÃO (%) DE DIATOMÁCEAS E FITÓLITOS – TESTEMUNHO SAT 163



#### FITÓLITOS, ESPÍCULAS DE ESPONJAS E SILICOFLAGELADOS



Exemplo 2. Principais morfotipos de estruturas silicosas de fitólitos, espícula de esponjas e silicoflagelados recuperados no testemunho SAT 163 1-11. **Fitólitos** 1-3: 1. Forma bilobada dominante (23 µm x 5 µm); 2. Forma alongada (21 µm x 8 µm); 3. Forma polilobada (38 µm x 7 µm). **Espícula de esponja** 4-5: 4. Espícula de esponja (17,6 µm x 10 µm); 5. Espícula de esponja (71 µm x 6 µm). **6-7. Estruturas não classificadas**: 6. Forma alongada (107,5 µm x 15 µm); 7. Fragmento de forma bilobada (25 µm x 2 µm x 11 µm); 8-10. **Silicoflagelados**: 8. Silicoflagelado Morfotipo 1 (83 µm x 69 µm); 9. Silicoflagelado Morfotipo 2 (40 µm x 6 µm); 10. Silicoflagelado Morfotipo 3 (91 µm x 12 µm).

#### CONCLUSÕES

- Os dados aqui apresentados, contribuem para ampliar o conhecimento sobre a paleoprodutividade e fertilização oceânica do Atlântico Sul, bem como são indicativas da influência da Pluma do Rio da Prata e outros sistemas secundários, como o sistema Patos-Mirim, na fertilização oceânica da bacia de Pelotas.
- As diatomáceas e os fitólitos registrados aqui, podem indicar condições de aumento de nutrientes de águas sub-superficiais, em combinação com o aporte fluvial, podendo ser importantes indicadores da produtividade da área de estudo, bem como inferir períodos de ressurgência costeira mais intensa.
- Adicionalmente, a presença de espécies típicas de águas oceânicas frias, que desempenham um importante papel no ciclo global da sílica no Oceano Antártico, foram registradas ocorrendo também no Atlântico Sul, podendo atuar como indicadores de produtividade.

APOIO FINANCEIRO



Projeto apoiado pelo edital CAPES- IODP No. 88867/091727/2014-01, PPGGEO 001/2018 PNPd-CAPES.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ANOMALIA POSITIVA DO TEOR DE CARBONATO DURANTE O ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAL NA BACIA DE PELOTAS

LAMOUCHE, L.D.F.; FREIRE, T.M.; IBARRA, J.Y.S.; PETRÓ, S.M.; SILVA, I.V.; SARAIVA, M.H.M.; FROZZA, C.F.; PIVEL, M.A.G.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Luiza Dias Ferreira Lamouche, [luizalamouche@hotmail.com.br](mailto:luizalamouche@hotmail.com.br))

Devido à glacioeustasia, as oscilações da temperatura média global durante o Quaternário acompanham variações do nível relativo do mar. Em ambientes batiais, é esperado que variações do teor de carbonato dos sedimentos também sejam proporcionais às mudanças do nível do mar, pois o aporte de material terrígeno aumenta à medida que o ambiente se torna mais próximo da costa, diluindo o carbonato pelágico. O presente trabalho analisou teores de carbonato de amostras que compreendem os últimos 40 ka de dois testemunhos de sondagem, coletados no talude continental da Bacia de Pelotas, sul da Margem Continental Brasileira. As análises foram realizadas através da perda de massa pela queima com HCl 10%. Os modelos de idade dos testemunhos foram obtidos através de datações de  $^{14}\text{C}$  em foraminíferos planctônicos e pela correlação da curva de isótopos de oxigênio em bentônicos com a curva de referência para profundidades intermediárias do Atlântico Sul (LS16-ISA). Os valores obtidos indicaram um comportamento contrário ao esperado, com teores de carbonato do Último Máximo Glacial comparáveis a teores do Holoceno, e mais elevados que do Estágio Isotópico Marinho (EIM) 3. Teores de carbonato oscilam em função de variáveis tais como: (1) produção de carbonato (e.g. foraminíferos, cocolitoforídeos) e massa de carbonato aportada pelos organismos (e.g., carapaças e cocólitos mais ou menos calcificados, maiores ou menores tamanhos dos indivíduos); (2) dissolução (em função do CCD); (3) diluição pelo aporte de terrígenos e (4) perda diferencial de terrígenos/carbonatos em função da ação de correntes de fundo que “varrem” a fração fina (*winnowing*). Dos fatores acima mencionados, descartamos a interferência da dissolução, uma vez que ele agiria de maneira oposta ao observado, levando a uma diminuição dos teores de carbonato. Por outro lado, a produtividade biológica pode ser um fator responsável pelos teores anômalos já que dados de fauna de foraminíferos planctônicos sugerem uma maior produtividade no EIM2. Em relação ao aporte de terrígenos, acredita-se que possa ter oscilado não apenas em função de variações do nível do mar, mas também em função de mudanças na configuração pretérita da planície costeira e drenagem a partir do continente, que podem ter favorecido ou prejudicado a chegada de material do continente adjacente em diferentes intervalos de tempo. Quanto à possível interferência da ação de correntes de contorno remobilizando os sedimentos e modificando as proporções originais das frações terrígena/carbonática, serão conduzidos estudos de granulometria de detalhe para testar esta hipótese. Assim como na maior parte dos processos paleoceanográficos, é provável que os teores anômalos de carbonato no Último Máximo Glacial, sejam produto não de um único fator, mas de uma combinação deles. [Projeto IODP-CAPES 88887.091727/2014-01].



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### ANOMALIA POSITIVA DO TEOR DE CARBONATO DURANTE O ÚLTIMO MÁXIMO GLACIAL NA BACIA DE PELOTAS

Lamouche, L.D.F.<sup>1</sup>; Ibarra, J.Y.S.<sup>2</sup>; Freire, T.M.<sup>2</sup>; Petró, S.M.<sup>2</sup>; Silva, I.V.<sup>2</sup>; Saraiva, M.H.M.<sup>1</sup>; Frozza, C.F.<sup>2</sup>; Pivel, M.A.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Curso de Graduação em Geologia, Instituto Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.



#### INTRODUÇÃO

Flutuações do nível do mar estão diretamente ligadas às condições médias de temperatura global e suas oscilações devido à glacioeustacia. Essas mudanças de temperatura são também condicionantes para o teor de carbonato, que, por sua vez, é inversamente proporcional ao aporte de terrígenos – quanto mais deste material, mais diluição do carbonato pelágico. Relacionando então estes fatores, é de se esperar que o teor de carbonato tenha relação com as mudanças do nível do mar, sendo que quanto mais próximo da costa haverá maior aporte de terrígenos e, conseqüentemente, menos carbonato.

#### OBJETIVO

Avaliar os fatores condicionantes das flutuações nos teores de carbonato desde o Estágio Isotópico Marinho 3 (EIM3) no talude da Bacia de Pelotas.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisados os teores de carbonato de amostras que compreendem os últimos 40 ka de dois testemunhos de sondagem (SAT-048A e SIS-188, Fig. 1), coletados no talude continental da Bacia de Pelotas, respectivamente a 1542m e 1514m de lâmina d'água. As análises foram realizadas através da perda de massa pela queima com HCl 10%. Os modelos de idade dos testemunhos foram obtidos através de datações de <sup>14</sup>C em foraminíferos planctônicos e pela correlação da curva de isótopos de oxigênio em foraminíferos bentônicos com a curva de referência para profundidades intermediárias do Atlântico Sul (LS16-ISA, Lisiecki & Stern 2016).

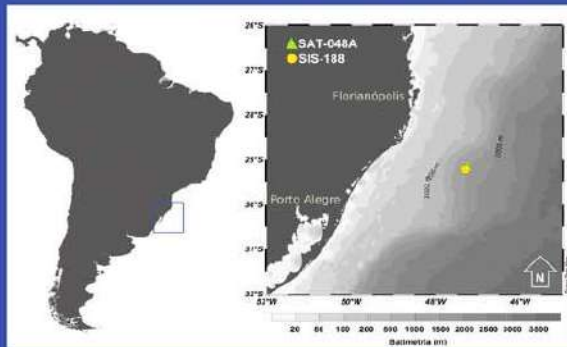


Figura 1. Localização dos testemunhos SAT-048A e SIS-188, na Bacia de Pelotas, sul da Margem Continental Brasileira

#### RESULTADOS

A Fig. 2 apresenta o registro das flutuações dos teores de carbonato para os dois testemunhos ao longo dos últimos 40 mil anos.

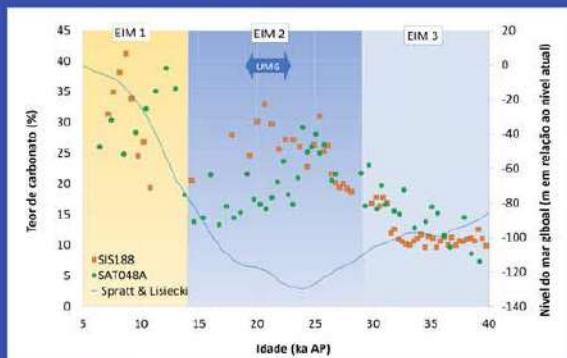


Figura 2. Flutuações dos teores de carbonato para os dois testemunhos, comparado à curva de nível do mar global (Spratt & Lisiecki, 2016).

#### DISCUSSÃO

Os resultados da Figura 2 mostram que os teores de carbonato não seguiram o padrão esperado de acordo com a variações do nível do mar. Valores obtidos para o Último Máximo Glacial são comparáveis aos teores do Holoceno e mais elevados que os do Estágio Isotópico Marinho 3, quando o nível do mar estava mais elevado.

As oscilações dos teores de carbonato podem ser causadas por diferentes fatores que podem atuar ou não em conjunto (Fig. 3).



Figura 3. Representação esquemática dos fatores que condicionam as flutuações dos teores de carbonato ao longo do tempo.

#### Diminuição relativa do aporte de terrígenos?

1. Além da influência das variações do nível do mar, a configuração pretérita e a drenagem a partir do continente podem ter sido alteradas em diferentes intervalos de tempo de modo a favorecer ou prejudicar a chegada de material continental (terrígenos), influenciando, assim, na quantidade de carbonato de maneira inversa.
  2. As correntes de contorno também poderiam ser um fator de influência por elas remobilizarem sedimentos, "varrendo" a fração fina do *sortable silt* (*winnowing*). Essa interferência poderia modificar as proporções originais das frações terrígena / carbonática.
- Porém, mudanças no aporte de terrígenos provavelmente implicariam em mudanças nas taxas de sedimentação, o que não foi observado.

#### Ou aumento relativo do aporte de carbonatos?

1. A produtividade biológica, por sua vez, pode ser responsável pelo aumento de carbonato. Análises de fauna de foraminíferos planctônicos revelam uma maior produtividade durante o EIM2, com isso, maior aporte de carbonato.
2. Em condições de maior produtividade e maior exportação de carbono orgânico para o fundo, podem se criar condições favoráveis à dissolução. Porém, os teores de carbonato elevados no EIM2 sugerem que a dissolução não foi significativa.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A anomalia no teor de carbonato, com base nas hipóteses levantadas, provavelmente se deve ao aumento da produtividade biológica no EIM2. Contudo, para conclusões mais robustas é necessário analisar mais dados, integrando tanto dados de testemunhos no talude como dados de evolução da paleodrenagem e planície costeira da região.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Lisiecki, L. E., Stern, J. V., 2016. Regional and global benthic  $\delta^{18}O$  stacks for the last glacial cycle, *Paleogeography*, 31, 1-27, doi:10.1002/2016PA003002
- Spratt, R.M., Lisiecki L.E., 2016. A Late Pleistocene sea level stack. *Climate of the Past*, 12, 1079-1092.

#### AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pelo projeto IODP-CAPES 88887.091727/2014-01



## **II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)**

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



# **RESUMOS**

## **SESSÃO TEMÁTICA**

# **HIDROGRAFIA PORTUÁRIA E PETROLÍFERA**



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RESUMOS E PÔSTERES SESSÃO TEMÁTICA HIDROGRAFIA PORTUÁRIA E PETROLÍFERA

CÓDIGO	TÍTULO	AUTOR (ES)	PG.
06_HPP	ACUMULAÇÕES RASAS DE GÁS NA ÁREA DO TERMINAL NORTE DO PORTO DE AVEIRO, PORTUGAL	TERRA, L.; PINHEIRO, L.; GARCIA-GIL, S.	249
66_HPP	IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE DESCARTE DE SEDIMENTOS GRADADOS NO PORTO NA BAÍA DE GUANABARA, NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO RIO DE JANEIRO / BRASIL	BAPTISTA NETO, J.A.; BATISTA, L.S.; MELO, G.V.; CARVALHO, D.G.; MEDEIROS, K.; DRABINSKI, T.L.; R. C. O.; SILVA, D.C.P.; DIAS, G.T.M.; LIMA, L.S.; FONSECA, E.M.	251
70_HPP	GEOACÚSTICA DE DEPÓSITOS DE LAMAS FLUIDAS EM ÁREAS PORTUÁRIAS E COSTEIRAS: IMPLICAÇÃO PARA A ANÁLISE DA "PROFUNDIDADE NÁUTICA"	SPERLE, M.; KNUST, N.	253
72_HPP	COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS GEOFÍSICOS E MEDIÇÕES IN SITU NA IDENTIFICAÇÃO DE DEPÓSITOS DE LAMA FLUIDA	DE-ZOTTI, C. O. L.; GOULART, E. S.; FIORINI, L. P.; CALLIARI, L. J.; MACHADO, D. M.; FONTOURA, J. A. S.	355
98_HPP	ÁREAS DE DISPOSIÇÃO DA BAÍA DE GUAJARÁ (PARÁ): EXTENSÃO, EVOLUÇÃO MULTITEMPORAL	MENDES, A.A.C.; EL ROBRINI, M.	357
113_HPP	UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS ACÚSTICOS E ÓTICOS PARA A CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DE PLUMAS DE DESPEJO DE SEDIMENTOS EM AMBIENTES AQUÁTICOS	TOLEDO, C.W.S.; CAVALCANTI, A.M.; MOLLER, O.O.	359
120_HPP	AValiação de Mudanças Sedimentares no Complexo Estuarino de Paranaguá, PR	MENGATTO, M. F.; PALADINO, I. M.; ANGELI, J. L. F.; FIGUEIRA, R. C. L.; MARTINS, C. C.; MAHIQUES, M. M.; NAGAI, R. H.	361
134_HPP	ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DA MARÉ NA BARRA NORTE DA FOZ DO RIO AMAZONAS	GREGORIO, A. M. S.	363
143_HPP	IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DE FONDO Y PROCESOS SEDIMENTARIOS EN EL CANAL LA LISTA, ESTUARIO DE BAHIA BLANCA, ARGENTINA	VECCHI, L.G.; GINSBERG, S.S.; ALIOTTA, S.	365
144_HPP	EVIDENCIAS SÍSMICAS DE SHALLOW GAS EN EL SECTOR INTERNO DEL ESTUARIO DEL BAHÍA BLANCA, ARGENTINA	PEREYRA FERNÁNDEZ E. A.; ALIOTTA S.; GINSBERG S. S.	367
149_HPP	CONSTRUÇÃO DE MAPAS DE ILUMINAÇÃO SÍSMICA BASEADA NA FUNÇÃO DE PONTO DE ESPALHAMENTO PARA ANÁLISE DE MODELOS DE VELOCIDADE	PAULA, R.A.A.; DA SILVA, L.E.F.; CORSO, G.; ARAÚJO, J.M.A.	369
159_HPP	OBTENÇÃO DA BATIMETRIA DE UM ESTUÁRIO ATRAVÉS DE IMAGEM DE SATÉLITE	FILIPPI, B.; PINTO, M.W.; ALMEIDA, L.P.M.; KLEIN, A.H.F.	371
174_HPP	UN GRAN CAMPO DE DUNAS EN EL ESTUARIO DE BAHIA BLANCA (ARGENTINA): MORFOLOGIA Y CONDICIONES HIDRODINAMICAS	MINOR SALVATIERRA, M.; GINSBERG, S.S.; ALIOTTA, S.	373
185_HPP	DETECÇÃO AUTOMATIZADA DE FALHAS E FRATURAS EM DADOS DE SÍSMICA DE POÇO NA BACIA DE CAMPOS	BULHÕES, F.C.; FERREIRA, G.D.; OLIVEIRA, R. L.	375
186_HPP	EFEITOS DA REGULARIZAÇÃO NA TOMOGRAFIA DE REFRAÇÃO SÍSMICA MARINHA RASA 2D	BULHÕES, F.C.; ALMEIDA, V.T.X.; CETALE SANTOS, M.A.; SANTOS, L.A.	377
190_HPP	IDENTIFICAÇÃO DE PLUMAS GASOSAS NA COLUNA D'ÁGUA COM ECOBATÍMETRO MULTIFEIXE EM EXPERIMENTO CONTROLADO	SOBREIRA, J.F.F.; ABREU, C.E.B.S.; OLIVEIRA JÚNIOR; E.A.; FONSECA, L.E.; PERES, M.R.; IANNIRUBERTO, M.	379



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ACUMULAÇÕES DE GÁS A PEQUENAS PROFUNDIDADES NA ÁREA DO TERMINAL NORTE DO PORTO DE AVEIRO, PORTUGAL

TERRA, L.<sup>1</sup>; PINHEIRO, L.<sup>1</sup>; GARCIA-GIL, S.<sup>2</sup>

Universidade de Aveiro<sup>1</sup> (Lauricio Terra; [lauricio@ua.pt](mailto:lauricio@ua.pt)); Universidade de Vigo<sup>2</sup> Espanha

O estudo de ocorrências de gás natural é importante dado a este ser uma potencial fonte de energia, o metano ser um importante gás de estufa, e poder influir no comportamento geotécnico dos sedimentos de fundo. Sistemas lagunares em zonas costeiras são ambientes geológicos importantes para a geração de gás a pequena profundidade, a sua acumulação e o seu eventual escape para a coluna de água. Este trabalho teve como finalidade o estudo de ocorrências de gás a pequena profundidade utilizando o métodos sísmico de alta resolução na zona portuária Terminal Norte da Ria de Aveiro, Portugal. A área de estudo foi investigada por duas campanhas geofísicas, uma em 2013 e outra em 2018, totalizando 72 linhas sísmicas adquiridas. Os dados sísmicos de alta resolução foram adquiridos utilizando um sistema Chirp Sonar Edgetech 512-I (0,5-12kHz) e o posicionamento obtido por GPS diferencial. O processamento foi realizado no software RaDex Pro 2014 onde se corrigiu o offset (distância entre o GPS e o equipamento) e os efeitos de maré, aplicou-se filtragem passa-banda para minimizar o ruído, e migração. As interpretações das estruturas geológica foram realizadas no software Kingdom Suite 2016. Os perfis sísmicos apresentam distintas camadas sedimentares que cobrem a área de estudo. Porém, em alguns lugares, os refletores sísmicos das unidades perdem sua continuidade não sendo visíveis devido a anomalia de turbidez e branqueamento acústicos. Estas regiões com presenças anômalas foram observadas em quase todas as linhas na área de estudo. As mudanças no caráter acústico evidenciam o gás retido nos sedimentos. Assim, evidência da presença de gás superficial nos dados sísmicos adquiridos no Terminal Norte da Ria de Aveiro pode ser caracterizada por janelas anômalas que se sobrepõem às estruturas sedimentares. Apesar de não termos dados cronológicos para as unidades encontradas, apresentamos a hipótese de que existem duas sequências deposicionais principais na Ria de Aveiro (U2 e U3) derivadas da variação do nível do mar durante o final do Quaternário e uma superfície erosiva interpretada como a Unidade das Argilas de Aveiro (U1). Acredita-se que a sequência de deposição inferior U1 seja constituída por argilas e margas do Cretáceo Superior, U2 aproximando-se do Pleistoceno Tardio e a sequência deposicional U3 é composta por sedimentos do Holoceno. O sedimento gasoso é cartografado na sequência deposicional superior U3, no Holoceno, estando entre 1 a 3 metros abaixo do fundo marinho. Os resultados obtidos com este estudo confirmam que a Ria de Aveiro é um ambiente favorável à produção biogênica de gás, através de cursos de água doce que alimentam a lagoa com sedimentos ricos em matéria orgânica e na própria produção lagunar. Estes se instalam no fundo da lagoa devido à sua baixa energia hidrodinâmica. Estas condições promovem a degradação da matéria orgânica e a produção de gás natural. Por fim, dado que a área de estudo está localizada num terminal portuário da Ria de Aveiro, estes estudos são de grande importância devido a processos de dragagem e a possível liberação de tais acumulações na coluna de água.

### ACUMULAÇÕES DE GÁS NA ÁREA DO TERMINAL NORTE DO PORTO DE AVEIRO, PORTUGAL

<sup>1</sup>TERRA L.C., <sup>2</sup>PINHEIRO L. M., <sup>3</sup>GARCIA-GIL S.

<sup>1</sup>Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, lauricio@ua.pt

<sup>2</sup>Laboratório Associado CESAM, Universidade de Aveiro, limp@ua.pt

<sup>3</sup>Departamento de Ciências do Mar, Universidade de Vigo, sqi@uvigo.es



universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis

#### INTRODUÇÃO

Acumulações de gás em sedimentos aquáticos são compostas principalmente de metano e podem ser geradas por processos biogênicos ou termogênicos. O gás natural é uma importante fonte de energia frequentemente usada nas sociedades humanas. Além disso, o metano é um gás de efeito estufa e pode ser um problema para a estabilidade geotécnica das operações subaquáticas.

As acumulações de gás em plataformas rasas e sedimentos costeiros são um fenômeno comum em todo o globo (Missiaen *et al.*, 2002; Garcia-Gil *et al.*, 2002; Garcia-Gil, 2003; Duarte *et al.*, 2007; Terra *et al.*, 2013).

A área de estudo, o Terminal Portuário Norte, está localizado na Ria de Aveiro que é um sistema laguna barreira caracterizado por águas muito rasas, com profundidades geralmente de 1 a 2 metros, atingindo localmente 20 metros nos canais navegáveis. O regime de marés é semi-diurno, com uma amplitude média de 1,90 metros e um máximo de cerca de 2,57 metros durante as marés de primavera (Duarte *et al.*, 2007).

As acumulações de gás foram estudadas através de grades de perfis sísmicos de duas campanhas realizadas nos anos de 2013 e 2018 (Figura 1).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

As campanhas geofísicas foram realizadas em outubro de 2013 e março de 2018. Os perfis sísmicos de alta resolução foram adquiridos com o *Chirp Sonar* (0,5-12kHz) Edgetech 512-I (Figura 2), com um pulso de frequências entre 0,5 a 7 kHz. Os dados foram coletados pelo software de aquisição EdgeTech Discover e o posicionamento foi obtido com um sistema DGPS. O processamento dos dados sísmicos foi realizado com o software RaDex Pro utilizando fluxogramas para correções de posicionamento da navegação, recuperação de amplitude, filtragem, correções de marés, correções de profundidade do sensor e migração. Para interpretação dos perfis foi utilizado o software Kingdom Suite 2017.

#### RESULTADOS

Os perfis sísmicos de alta resolução mostraram camadas sedimentares que cobrem toda a área, porém, em alguns locais os refletores sísmicos das unidades sedimentares não são visíveis em subsuperfície devido à turbidez acústica.

Regiões com presença de turbidez acústica foram observadas em quase todas as linhas de pesquisa na área de estudo nas duas campanhas (Figura 3). As mudanças no caráter acústico fornecem evidências de gás aprisionado nos sedimentos superficiais. A evidência da presença de gás superficial nos dados sísmicos adquiridos no Terminal Norte da Ria de Aveiro pode ser caracterizada por janelas anômalas que se sobrepõem às estruturas sedimentares interpretadas (Figura.4). Assumindo um valor de 1800 m/s para a velocidade sísmica nos sedimentos mais rasos, o gás acumulado encontra-se em uma profundidade variando entre 1 e 3 metros. Interpolando os perfis anômalos, observamos três campos de gás principais na área de estudo (Figura 5).

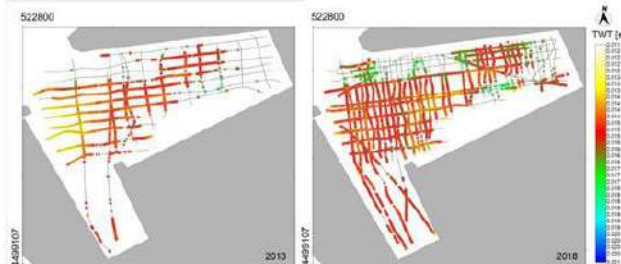


Figura 3. Mapa de localização das zonas de turbidez acústica nos perfis sísmicos das campanhas geofísicas de 2013 e 2018.

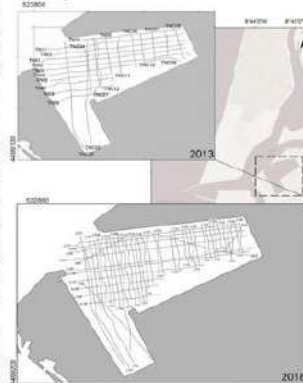


Figura 1. Localização do Terminal Portuário Norte da Ria de Aveiro com os perfis sísmicos das campanhas de 2013 e 2018.



Figura 2. Chirp Sonar (0,5-12kHz) Edgetech 512-I

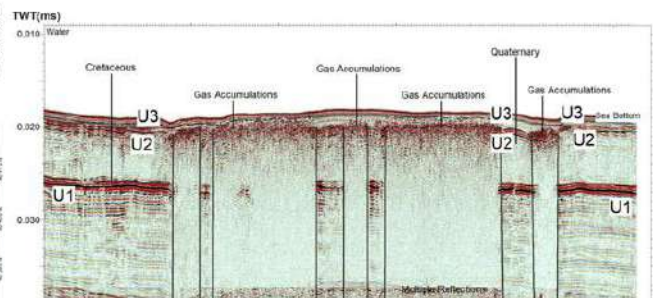


Figura 4. Perfil sísmico TNC06 da campanha de 2013 com evidências da presença de acumulações de gás.

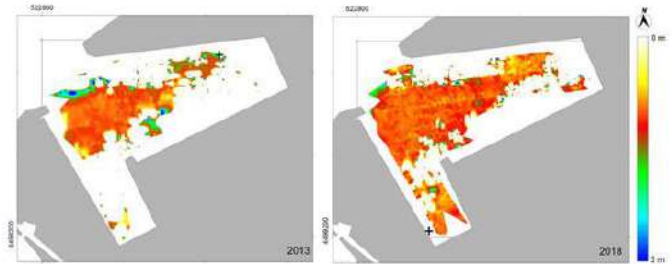


Figura 5. Mapas de localização dos campos de acumulações de gás das campanhas de 2013 e 2018.

#### CONCLUSÕES

O gás aprisionado nos sedimentos causa um efeito significativo no comportamento geoacústico, portanto, seu acúmulo pode ser claramente identificado como reflexões anômalas ou turvas.

A Ria de Aveiro é um ambiente favorável à produção biogênica de gás. O processo consiste em uma rede fluvial que alimenta a laguna com sedimentos ricos em matéria orgânica. Estes se depositam no fundo da laguna devido à sua baixa energia hidrodinâmica. Tais condições promovem a degradação da matéria orgânica e a produção de gás natural.

A grade de dados sísmicos nessa área permitiu o mapeamento detalhado de diferentes tipos de evidências sísmicas de acúmulo de gás. Apesar de não termos dados cronológicos para as unidades encontradas, apresentamos a hipótese de que existem duas seqüências deposicionais principais na Ria de Aveiro (U2 e U3) derivadas da variação do nível do mar durante o final do Quaternário e uma superfície erosiva interpretada como a Unidade das Argilas de Aveiro (U1). Acredita-se que a seqüência de deposição inferior U1 seja constituída por argilas e margas do Cretáceo Superior, U2 aproximando-se do Pleistoceno Tardio e a seqüência deposicional U3 é composta por sedimentos do Holoceno. O sedimento com presença de gás é cartografado na seqüência deposicional superior U3, no Holoceno, estando entre 1 a 3 metros abaixo do fundo marinho. Por fim, dado que a área de estudo está localizada num terminal portuário da Ria de Aveiro, estes estudos são de grande importância devido a processos de dragagem e a possível liberação de tais acumulações na coluna de água.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DUARTE, H., PINHEIRO, L. M., TEIXEIRA, F. C. E MONTEIRO, J. H., 2007. High resolution seismic imaging of the methane gas and gas seepage in the sediments of the Ria of Aveiro (Portugal). *Geomarine Letters*, DOI 10.1007/s00367-007-0059-z.
- GARCIA-GIL, S., 2003. A natural laboratory for shallow gas: the Rias Baixas (NW Spain). *Geo Mar. Lett.* 23, 215 e 229.
- GARCIA-GIL S., VILAS F., GARCIA-GARCIA A., 2002. Shallow gas features in incised-valley fills (Ria de Vigo, NW Spain): a case study. *Cont Shelf Res* 22:2303-2315.
- MISSIAEN, T., MURPHY, S., LONCKE, L., HENRIET, J., 2002. Very high-resolution seismic mapping of shallow Gas in the Belgian coastal zone. *Cont. Shelf Res.* 22 (16), 2291e2301.
- TERRA, L.C., CALLIARI, L.J., GRIEP, G.H., 2014. Acumulações de gás nos sedimentos da plataforma continental interna do Rio Grande do Sul. In: VI Simpósio Brasileiro de Geofísica. Porto Alegre, RS. 3p.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE DESCARTE DE SEDIMENTOS GRADADOS NO PORTO NA BAÍA DE GUANABARA, NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO RIO DE JANEIRO / BRASIL**

BAPTISTA NETO, J.A.; BATISTA, L.S.; MELO, G.V.; CARVALHO, D.G.; MEDEIROS, K.; DRABINSKI, T.L.; R. C. O.; SILVA, D.C.P.; DIAS, G.T.M.; LIMA, L.S.; FONSECA, E.M.

Universidade Federal Fluminense (José Antonio Baptista Neto; [jabneto@id.uff.br](mailto:jabneto@id.uff.br))

Em todo o mundo tem aumentado a demanda por dragagens nos ambientes costeiros, devido à necessidade de operacionalidade dos portos e canais de navegação. Para manter os canais abertos, para grandes embarcações, os sedimentos acumulados devem ser dragados periodicamente, mantendo a sua profundidade náutica. Atualmente, uma das principais questões ambientais é justamente o descarte desses sedimentos no meio ambiente; que, geralmente, no Brasil, é feito na plataforma continental, gerando grandes impactos nestas áreas. Esses sedimentos contêm materiais poluentes; como contaminantes orgânicos e metais pesados. Desta forma, o monitoramento do manejo destes sedimentos é de grande importância. No entanto, o gerenciamento dos sedimentos dragados é um problema; especialmente quando as concentrações de contaminantes impedem o descarte no mar ou até mesmo em terra. A Baía de Guanabara é considerada uma das baías costeiras mais poluídas do Brasil, por estar localizada dentro da área metropolitana do Rio de Janeiro e Baixada Fluminense. O projeto do Porto do Rio de Janeiro rotineiramente draga quantidades significativas de sedimentos, ricos em matéria orgânica, contaminada por metais pesados e contaminantes orgânicos. É bem compreendido que o descarte submarino de sedimentos contaminados em águas abertas pode ter múltiplos efeitos negativos, causando a deterioração da qualidade da água, a mudança de Habitats, nas cadeias alimentares, na pesca e no sistema ecológico como um todo. A plataforma continental do Rio de Janeiro, em particular, já sofre forte pressão antrópica; devido à sua localização em frente à Baía de Guanabara e ainda recebendo esgoto, sem tratamento, do emissário submarino de Ipanema e, recentemente, passando a receber também uma grande quantidade de sedimentos dragados do Porto do Rio de Janeiro. O presente estudo avaliou o impacto destes sedimentos no ambiente marinho, durante os últimos 3 anos, utilizando amostragens in situ de sedimentos de fundo, imagens subaquáticas, levantamentos geofísicos (Sidescan sonar e sísmica), análise de metais pesados e de micro plásticos. São discutidos os principais impactos dessas dragagens em termos de qualidade ambiental e estabilidade do material descartado. Foram quantificados e constatados grandes impactos ambientais na área de estudo; com profundas alterações nas características dos sedimentos, com aumento considerável de sedimentos finos, que não são característicos da área, níveis de contaminação de microplásticos, que ocorrem em grande quantidade 2.400 partículas na área e de metais pesados com concentrações importantes dos elementos Zn, Pb, Ni Cu, Cr e Cd. Mudanças significativas na morfologia do fundo marinho no local dos descartes dos sedimentos dragados e nas áreas adjacentes.

Palavras-chaves: Dragagem. Descarte de sedimentos. Impactos ambientais. Metais pesados.



### IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE DESCARTE DE SEDIMENTOS GRADADOS NO PORTO NA BAÍA DE GUANABARA, NA PLATAFORMA CONTINENTAL INTERNA DO RIO DE JANEIRO / BRASIL

José Antonio Baptista Neto<sup>1</sup>, Leandro de S. Batista<sup>1</sup>, Gustavo V. de Melo<sup>1</sup>, Diego G. de Carvalho<sup>1</sup>, Kidian Medeiros<sup>1</sup>, Thiago L. Drabinski<sup>1</sup>, Rafael C. O. Silva<sup>1</sup>, Diogo C. Porto Silva<sup>1</sup>, Gilberto T. Macedo Dias<sup>1</sup>, Leonardo da S Lima<sup>1</sup>, Estefan Monteiro da Fonseca<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Fluminense, Instituto de Geociências, LAGEMAR/Departamento de Geologia e Geofísica - Av. Gen. Milton Tavares de Souza s/nº, Gragoatá - Campus da Praia Vermelha - 24210-346 - Niterói - RJ, Brasil. jabneto@id.uff.br



#### INTRODUÇÃO

Em todo o mundo tem aumentado a demanda por dragagens nos ambientes costeiros, devido à necessidade de operacionalidade dos portos e canais de navegação. Para manter os canais abertos, para grandes embarcações, os sedimentos acumulados devem ser dragados periodicamente, mantendo a sua profundidade náutica. Atualmente, uma das principais questões ambientais é justamente o descarte desses sedimentos no meio ambiente; que, geralmente, no Brasil, é feito na plataforma continental, gerando grandes impactos nestas áreas. Esses sedimentos contêm materiais poluentes; como contaminantes orgânicos e metais pesados. Desta forma, o monitoramento do manejo destes sedimentos é de grande importância. No entanto, o gerenciamento dos sedimentos dragados é um problema; especialmente quando as concentrações de contaminantes impedem o descarte no mar ou até mesmo em terra. Os despejos dos sedimentos dragados em locais de mar aberto, denominados áreas de descarte oceânico, conhecidos vulgarmente como "bota-foras", foram o alvo dessa pesquisa. O presente estudo avalia, em termos de qualidade ambiental: o comportamento desses sedimentos no ambiente marinho; os impactos que possivelmente ocorreram; e o estado com que atualmente está essa área se encontra.

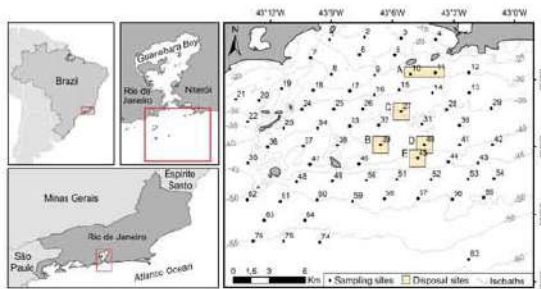


Figura 1. Mapa com a localização das amostras de fundo e das áreas de despejos de sedimentos

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Com o objetivo de estudar a plataforma continental rasa do Rio de Janeiro, adjacente à entrada da Baía de Guanabara, foram feitos cinco perfis sonográficos, paralelos à costa. Estas linhas foram plotadas em uma carta náutica, utilizando-se do software HYPACK 2013. Para a sonografia, o equipamento utilizado foi um sistema digital de sonar de varredura lateral modelo 4100/560P da EdgeTech com sensor (towfish) 272 TD, que emite feixes laterais de ondas acústicas na frequência de 100 ou 500 KHz, e um processador digital de alta performance. No presente trabalho a frequência utilizada foi de 100 KHz, e o software de aquisição empregado foi o Edgetech Discover 4100. Durante o levantamento foram utilizados "ranges" entre 50 a 100 metros para cada lado da linha navegada. O processamento foi realizado utilizando o software CODA. As imagens obtidas no mosaico foram obtidas através de uma GoPro.

Para caracterizar os sedimentos de fundo foram coletados cerca de 68 amostras de fundo, que foram analisadas para concentrações de metais pesados e de microplásticos.

#### RESULTADOS

O material de dragagem, quando liberado, tende a ter um comportamento relacionado a seu nível de sedimentação. Os menos consolidados geram uma pluma de partículas na lâmina d'água, que pode ser dispersada diversos quilômetros por uma combinação de condições oceânicas e atmosféricas. Já o material mais consolidado é depositado sem sofrer um grande transporte e, neste trabalho, foi o material que demonstrou padrão sonográfico conclusivo.

Foi possível mapear inúmeras feições relativas ao rejeito de dragagem. Elas foram caracterizadas como uma lama mais consolidada que, possivelmente, era da camada mais profunda que foi dragada. Como visualizado na Figuras 2 e 3, foi mapeado cerca de 6km de deposição de sedimentos de rejeito. Além disso, foram feitas campanhas para fotografar essas regiões subaquaticamente e, dessa forma, foi capaz de confirmar a evidência de deposição desses rejeitos. O mosaico confirmou a natureza das "manchas brancas" relatadas na sonografia.

Os sedimentos da área de estudo, apesar de arenoso, apresentou um enriquecimento leve dos níveis de metais pesados, no entanto, um outro poluente pode ser observado em grandes quantidades, que são os microplásticos (Figura 4). A amostra que apresentou a maior concentração de microplástico, esta localizada em ponto de bota fora, que é a amostra 39.

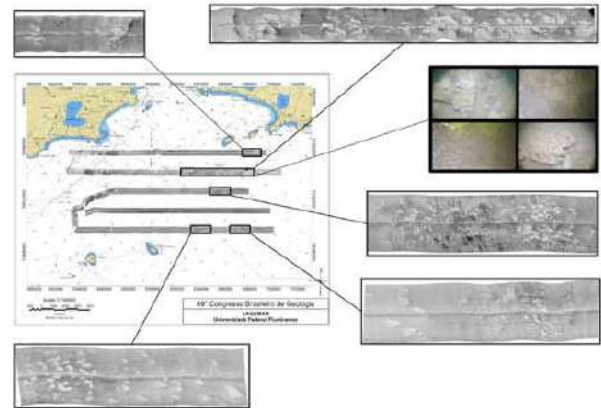


Figura 2. Mapa de localização das linhas de sidescan sonar, com detalhamento das áreas de despejos, assim como imagens subaquáticas do assoalho

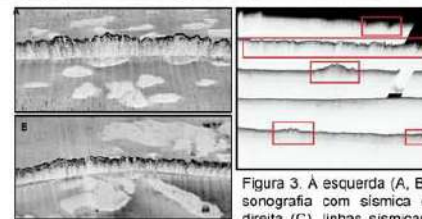


Figura 3. À esquerda (A, B), mosaico integrando sonografia com sísmica de alta resolução. À direita (C), linhas sísmicas em escala regional, com exagero vertical, com a marcação dos despejos mapeados pelo sonar de varredura lateral.

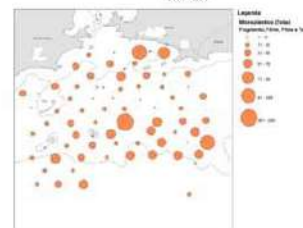


Figura 4. Mapa com a distribuição de microplásticos nos sedimentos de fundo da Plataforma rasa do Estado do Rio de Janeiro

#### CONCLUSÕES

- Foram observados depósitos de material dragado nas áreas de despejo A, B, C e D;
- Houve possivelmente depósitos de rejeitos de forma irregular conforme pode-se observar na linha 2 na linha 2;
- Apesar das concentrações de metais pesados mostrarem um enriquecimento em relação as amostras adjacentes, ainda apresentavam concentrações baixas;
- Uma das formas de poluição mais importante observada na área foi a grande presença de microplásticos, que demonstra ser este um importante proxies para mapear depósitos de bota-fora;
- As análises detectaram a presença de MP em 100% das amostras, compostas principalmente por microplásticos secundários, e quase 50% eram fibras, seguidas de filmes plásticos, fragmentos plásticos e pellets.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pennekamp, J. G., Epskamp, R. J. C., Rosenbrand, W. F., Mullis, A., Wessel, G. L., Arts, T., & Deibel, I. K. (1996). Turbidity caused by dredging: viewed in perspective. *Terra et Aqua*, 10-17.
- Pereira, T.G. (2013). Abordagem multimetodológica sobre o despejo de sedimentos de dragagem em área de descarte oceânico - plataforma adjacente à Baía de Guanabara. Niterói: Universidade Federal Fluminense. Tese (Doutorado em Dinâmica dos Oceanos e da Terra), p.282
- Teeter, A.M. 2000. Under Spreading From an Open-water Pipeline Disposal. Technical Note TN-DOER-N7. US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS, p. 1-9.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **GEOACÚSTICA DE DEPÓSITOS DE LAMAS FLUIDAS EM ÁREAS PORTUÁRIAS E COSTEIRAS: IMPLICAÇÃO PARA A ANÁLISE DA “PROFUNDIDADE NÁUTICA”**

KNUST, N; SPERLE, M.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Natália Valpassos Knust Teixeira, [nataliavkt@gmail.com](mailto:nataliavkt@gmail.com))

A profundidade náutica é “a profundidade até a qual as embarcações podem navegar, sem que haja efeitos adversos na manobrabilidade das embarcações e danos no casco do navio”. Pelas características reológicas da lama fluida, ela não causa danos à navegação, permitindo que a embarcação atravesse-a. Métodos comuns de batimetria indicam que o fundo compacto está no topo da camada de lama fluida, fazendo com que os portos executem dragagens desnecessárias, ocasionando em um custo que pode ser evitado com a utilização de técnicas que permitem um mapeamento espacial e temporal contínuos da dinâmica das lamas fluidas, definindo uma profundidade náutica maior. O Porto de Santos é o principal do Brasil e vem enfrentando um problema de altos custos de dragagem. O canal de navegação recebe sedimentos trazidos por correntes marítimas, rios e pelas redes de águas pluviais das cidades da região, que se acumulam no leito do estuário, tanto na via de navegação como nos berços, reduzindo sua profundidade. Com isso, os navios estão entrando e saindo com menos cargas, uma vez que, se eles estivessem cheios, ficariam encalhados. Assim, o serviço de dragagem torna-se muito essencial para manter as profundidades e garantir o tráfego seguro de embarcações e a viabilidade operacional do cais. Além disso, assegurar acesso de navios de grandes calados é primordial à promoção de competitividade no negócio portuário. Hoje, o custo de dragagem do Porto de Santos caiu 11,9%, pois projetos identificaram que um volume menor deveria ser dragado para manter as profundidades do complexo marítimo. Com estes trabalhos, a profundidade do canal do Porto, que antes era de, aproximadamente, 14 metros, vai para 15,4 e 15,7 metros nos próximos três anos, e os berços terão uma nova fundura, variando de 7,6 a 15,7 metros. O objetivo do estudo é a definição do padrão geoacústico (batimetria, sísmica de alta resolução e sonografia) característico dos depósitos de lamas fluidas, a fim de facilitar a determinação e mapeamento dos mesmos, podendo-se ampliar a profundidade náutica com maior precisão nestes casos. Já a hipótese principal é o fato de ser possível mapear as lamas fluidas e, conseqüentemente, avaliar a profundidade náutica do local apenas com o uso de métodos geoacústicos, não sendo necessária a amostragem direta para o conhecimento da reologia e densidade dos mesmos. A metodologia consiste no processamento de dados do Porto de Santos utilizando: i) ecobatimetria de alta precisão, com frequência de 33-210 kHz, para determinação do topo da camada de lama fluida; ii) sísmica rasa de alta resolução, com frequência de 2-16 kHz, para a delimitação da espessura da camada de lamas fluidas; iii) sonografia, com frequência de 100 kHz, para o mapeamento regional da distribuição das lamas fluidas; iv) densímetro Rheotune para verificar as propriedades reológicas da lama fluida. Como resultados preliminares temos que a sísmica rasa de alta resolução mostrou a presença de lamas fluidas em alguns trechos do Porto de Santos, o que pode contribuir para diminuição nos gastos com dragagens.

### GEOACÚSTICA DE DEPÓSITOS DE LAMAS FLUIDAS EM ÁREAS PORTUÁRIAS E COSTEIRAS: IMPLICAÇÃO PARA A ANÁLISE DA “PROFUNDIDADE NÁUTICA”

KNUST, NATÁLIA; SPERLE, MARCELO

Universidade do Estado do Rio de Janeiro



#### INTRODUÇÃO

Geralmente, portos são construídos em regiões estuarinas. A interação entre a água doce e a salgada faz com que os sedimentos finos disponíveis no ambiente se atraiam, formando flocos, tendendo a se depositarem no leito submarino mais facilmente, ocasionando em elevados custos de manutenção com dragagens (Fontein, 2006; Pion, 2017).

Esses sedimentos finos, muitas vezes, acabam formando uma solução aquosa de alta concentração suspensa junto ao fundo, chamada lama fluida (McNally, et al., 2007b; Pion, 2017). Suas propriedades reológicas são semelhantes às da água, portanto o contato entre a quilha do navio e a parte superior da camada lamosa provavelmente não danificará a embarcação (PIANC, 2014). Logo, adotar os conceitos de profundidade náutica pode fazer com que os portos diminuam os custos com manutenção dos canais.

Métodos comuns de batimetria de alta frequência (200-500kHz) indicam que o fundo compacto está no topo da camada de lama fluida, fazendo com que sejam executadas dragagens desnecessárias, que podem ser evitadas com a utilização de técnicas que permitam um mapeamento espacial e temporal contínuos da dinâmica das lamas fluidas, definindo uma profundidade náutica maior.

#### ÁREA DE ESTUDO



Figura 1. Localização da área onde foi feito o levantamento, no Porto de Santos

O Porto de Santos é o maior da América Latina e fica localizado nos municípios de Santos e Guarujá, no litoral do estado de São Paulo (Porto Sustentável, 2019).

O levantamento geofísico com eco batimetria e sísmica de alta-resolução foi realizado na Ilha Bernabé (Fig. 1), onde ficam situados os terminais de granéis líquidos do Porto de Santos (CETESB, 2001).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados foram adquiridos com um ecobatímetro Raytheon 719 com placa digital ODOM Digitrace (200 kHz); sistema de sísmica rasa de alta resolução GEOSTAR Full Spectrum com Tow-fish SB216S (CHIRP, 2-16 kHz) da Edge Tech Inc.; e sistema de posicionamento DGPS, Modelo R130 da Crescent Hemisphere, com correção diferencial simétrica via satélite OMNISTAR.

Para processamento dos dados de batimetria foi utilizado o software Hypack; para os dados de sísmica, o software Triton Perspective; e para a confecção dos mapas, o software Oasis Montaj.

#### RESULTADOS

Como resultados temos que a sísmica rasa de alta resolução mostrou a presença de lamas fluidas em alguns trechos do Porto de Santos.

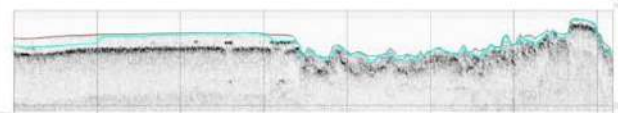


Figura 2. Linha 17\_27\_19.02 com a camada de lama fluida marcada (a linha azul se refere à base e a linha marrom ao topo da camada)

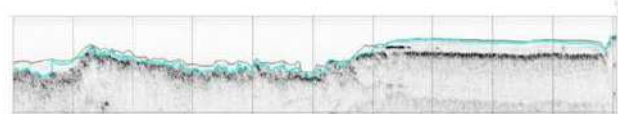


Figura 3. Linha 17\_18\_19.02 com a camada de lama fluida marcada (a linha azul se refere à base e a linha marrom ao topo da camada)

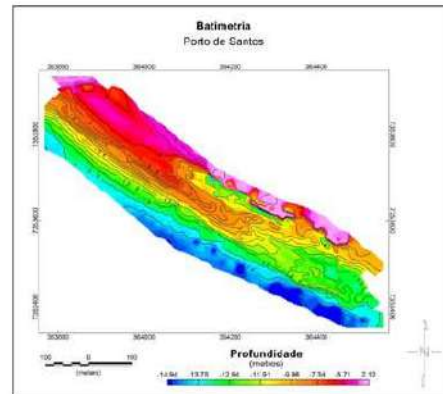


Figura 4. Mapa de batimetria no Porto de Santos

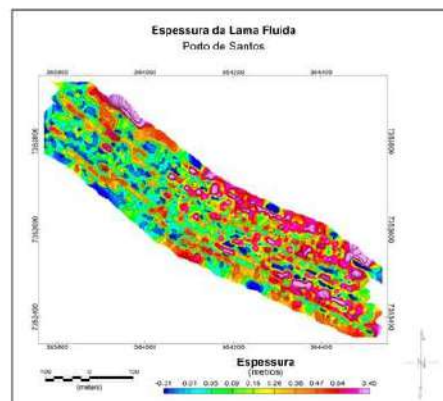


Figura 5. Mapa de espessura da camada de lama fluida no Porto de Santos

#### CONCLUSÕES

A partir dos resultados descritos acima, pode-se constatar que a espessura média das lamas fluidas na região da Ilha Bernabé é de 1,5 m. Isto permite um aumento da profundidade náutica de pelo menos 1,0 m, o que significa um aumento médio de 10.000 toneladas na capacidade de carga transportada por um navio de grande porte no Porto de Santos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fontein W, Wal J (2006) Assessing nautical depth efficiently in terms of rheological characteristics. In: Proc Int Hydrographic Conf. 6–9 November 2006, Antwerp, Belgium. Hydro International
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB). Sistema Estuarino de Santos e São Vicente. São Paulo, 2001.
- PION, L. M. Lama fluida e fundo náutico: conceito e aplicação no complexo portuário de Itajaí. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, São Paulo, 2017.
- MCNALLY WH, FASCE, TEETER A, SCHÖELLHAMER D, FRIEDRICH C, HAMILTON S, HAYTER E, SHRESTHA P, RODRIGUEZ H, SHERNET A & KIRBY R. 2007b. Management of fluid mud in estuaries, bays, and lakes. II. Measurements, modeling and management. Journal of Hydraulic Engineering January, 133(1): 23–38.
- SANTOS PORT AUTHORITY. Porto Sustentável. Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/ouros-links/porto-sustentavel/#painel3>. Acesso em: 16 out. 2019.
- PIANC. Harbour Approach Channels Design Guidelines. 2014. 322 p.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS GEOFÍSICOS E MEDIÇÕES *IN SITU* NA IDENTIFICAÇÃO DE DEPÓSITOS DE LAMA FLUIDA

DE-ZOTTI, C. O. L.; GOULART, E. S.; FIORINI, L. P.; CALLIARI, L. J.; MACHADO, D. M.;  
FONTOURA, J. A. S.

Universidade Federal do Rio Grande (Carolina de Oliveira Lempek De-Zotti,  
[dezotti.carolina@gmail.com](mailto:dezotti.carolina@gmail.com))

O substrato de regiões costeiras e estuarinas pode ser recoberto por sedimentos coesivos, como lamas fluidas. A lama fluida (LF), presente em alguns canais de navegação, pode mascarar profundidades reais, se tornando um problema para a navegação. Em regiões costeiras, depósitos de LF na antepraia podem se deslocar em direção à face de praia, durante eventos de alta energia ondulatória, causando impactos socioambientais e econômicos para a região. LF pode ser definida como uma alta concentração de sedimentos finos, com potencial de mobilidade e densidade no intervalo entre 1080 e 1200 kg.m<sup>-3</sup>. O monitoramento destes depósitos pode ser realizado utilizando métodos geofísicos acústicos de dupla frequência. A frequência de 200 kHz (alta frequência) identifica o primeiro contraste de impedância acústica, a princípio o limite entre a água e o início da LF. A frequência de 33 kHz (baixa frequência) penetra na LF e é refletida no próximo contraste de impedância acústica, teoricamente entre o final do pacote de LF e uma camada mais consolidada abaixo. Porém, as características destes sedimentos se alteram entre regiões, sendo importante avaliar a adequação da metodologia às características e propriedades sedimentológicas locais. O objetivo deste trabalho é avaliar se métodos geofísicos de dupla frequência (alta e baixa frequências) identificam com sucesso os depósitos de LF encontrados na antepraia da praia do Cassino (Rio Grande – RS), utilizando comparações com coletas de densidade *in situ*. Foram realizadas três campanhas durante os meses de março, abril e junho de 2019. Em cada uma foram coletados, simultaneamente, dados do pacote de LF com a ecossonda de dupla frequência, e com a sonda de medição de densidade *in situ*. Esta sonda fornece, em tempo real, um perfil de densidade para o pacote lamoso até sua interface com camadas mais consolidadas. Os dados geofísicos foram corrigidos para o movimento da embarcação e os dados de densidade *in situ* foram ajustados à curva de calibração dos sedimentos da região. As profundidades de início e fim do pacote lamoso identificados com a ecossonda foram correlacionadas com as profundidades identificadas pelas medições *in situ*. A espessura de LF foi calculada para os dois métodos, sendo a diferença entre as maiores e as menores profundidades. Ao todo foram utilizados 34 pontos de amostragem/perfilagem. Os dados foram correlacionados linearmente através da correlação de Pearson. Para a relação entre as duas espessuras, a correlação linear apresentou coeficiente de determinação 0.75. Para a profundidade inicial reconhecida pela sonda e a profundidade da alta frequência, o coeficiente de determinação indicou alta correlação (0.95). Para os dados de profundidade final reconhecida pela sonda e a profundidade da baixa frequência o coeficiente de determinação indicou também uma alta correlação (0.95). Os resultados preliminares indicam que métodos geofísicos de dupla frequência (200 e 33kHz) podem ser utilizados para o monitoramento indireto da LF e que há coerência entre as profundidades identificadas como limites do pacote de LF. Mais levantamentos e relações entre as densidades observadas *in situ* e os horizontes identificados pelo método acústico ainda serão investigadas nas próximas campanhas oceanográficas.

Palavras-chave: Sedimentos coesivos. Dupla frequência. Densidade.

## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS GEOFÍSICOS E MEDIÇÕES *IN SITU* NA IDENTIFICAÇÃO DE DEPOSITOS DE LAMA FLUIDA

Carolina de O. L. De-Zotti<sup>1</sup>; Elaine S. Goulart<sup>1</sup>; Luiza P. Fiorini<sup>1</sup>; Lauro J. Calliari<sup>1</sup>; Débora M. Machado<sup>1</sup>; José A. S. Fontoura<sup>1</sup>

dezotti.carolina@gmail.com

Universidade Federal do Rio Grande<sup>1</sup>

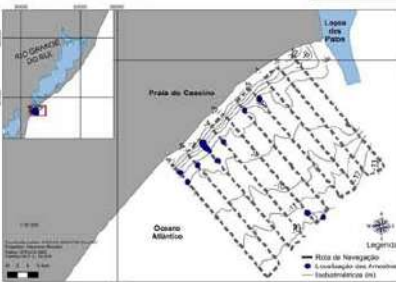
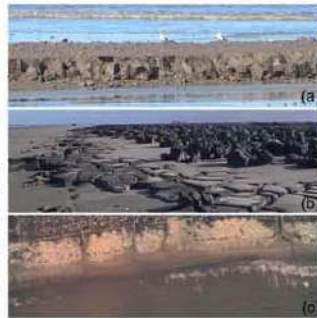
#### INTRODUÇÃO

Lama fluida (LF) pode ser definida como uma alta concentração de sedimentos finos, com potencial de mobilidade e densidade no intervalo entre 1080 e 1200 kg.m<sup>-3</sup> [Van Rijn 2016].

O monitoramento destes depósitos pode ser realizado utilizando métodos geofísicos acústicos de dupla frequência [Winterwerp & Van Kesteren 2004].

Em regiões costeiras, depósitos de LF na antepraia podem se deslocar em direção à face de praia, durante eventos de alta energia ondulatória [Calliari et al 2009], causando impactos socioambientais e econômicos.

Figura 1: Exemplos de modificações morfológicas que ocorrem na praia do Cassino em eventos de lama. (a) e (b) Há o recobrimento da porção aérea da praia, durante eventos de alta energia ondulatória [Calliari et al 2009], causando impactos socioambientais e econômicos. (c) Quando o depósito está submerso, há atenuação da energia de onda na zona de surf. Fonte: Acervo pessoal Lauro Calliari.



O objetivo deste trabalho é avaliar se métodos geofísicos de dupla frequência (alta e baixa frequências) identificam com sucesso os depósitos de LF encontrados na antepraia da praia do Cassino (Rio Grande - RS), utilizando comparações com coletas de densidade *in situ*.

Figura 2: Mapa da área de estudo com o desenho amostral das sondagens sedimentológicas.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

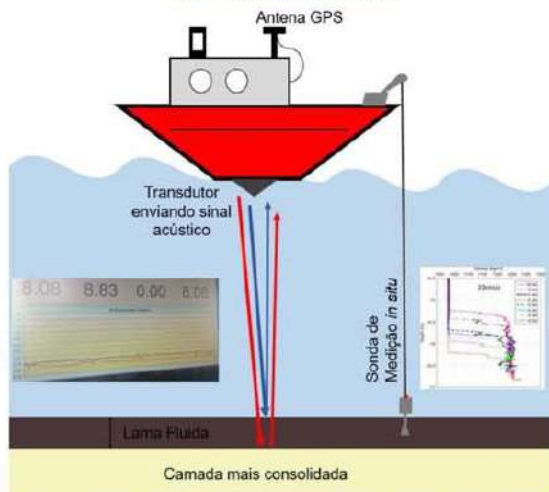


Figura 3: Metodologia de aquisição de dados. A ecossonda de dupla frequência envia o sinal acústico em direção ao pacote de LF. A frequência de 200 kHz (alta frequência, em azul) identifica o primeiro contraste de impedância acústica, a princípio o limite entre a água e o início da LF. A frequência de 33 kHz (baixa frequência, em vermelho) penetra na LF e é refletida no próximo contraste de impedância acústica, teoricamente entre o final do pacote de LF e uma camada mais consolidada abaixo. Simultaneamente é feita a coleta com a sonda de medição *in situ*, que penetra no pacote lamoso. Fonte: própria; Gráfico de densidades da sonda *in situ* modificado Carneiro et al [2017].

Foram realizadas três campanhas durante os meses de março, abril e junho de 2019, seguindo a metodologia descrita na Figura 3. Os dados geofísicos foram corrigidos para o movimento da embarcação e os dados de densidade *in situ* foram ajustados à curva de calibração dos sedimentos da região.

As profundidades de início e fim do pacote lamoso identificados com a ecossonda foram correlacionadas com as profundidades identificadas pelas medições *in situ*. A espessura de LF foi calculada para os dois métodos, sendo a diferença entre as maiores e as menores profundidades. Ao todo foram utilizados 30 pontos de amostragem/perfilagem. Os dados foram correlacionados linearmente através da correlação de Pearson.

#### RESULTADOS

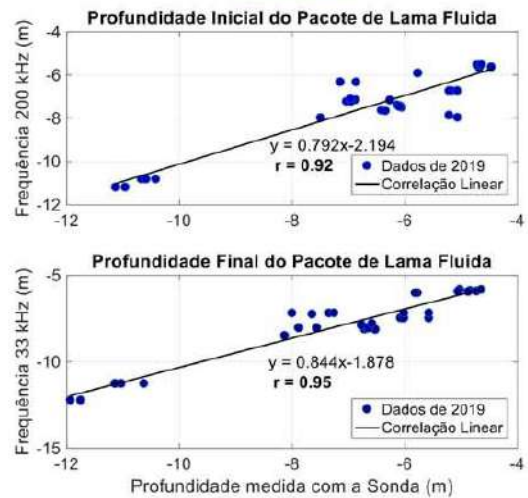


Figura 4: Gráfico de correlação linear entre as profundidades iniciais e finais do pacote de LF, medido com a amostragem da sonda de medição *in situ* e os horizontes da perfilagem sísmica de dupla frequência.

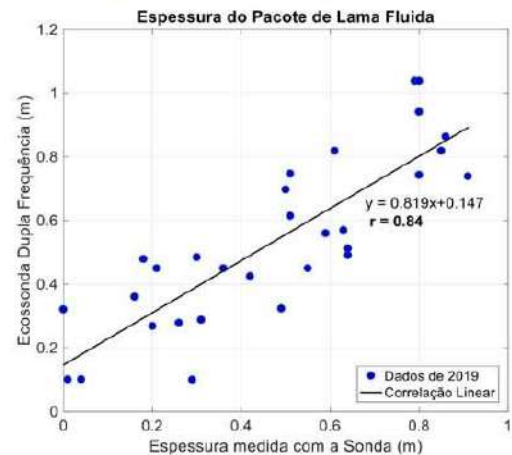


Figura 5: Gráfico de correlação linear entre as espessuras do pacote de LF, medido com a amostragem da sonda de medição *in situ* e os horizontes da perfilagem sísmica de dupla frequência.

#### CONCLUSÕES

Os resultados preliminares indicam que métodos geofísicos de dupla frequência (200 e 33kHz) podem ser utilizados para o monitoramento indireto da LF e que há coerência entre as profundidades identificadas como limites do pacote de LF. Mais levantamentos e relações entre as densidades observadas *in situ* e os horizontes identificados pelo método acústico ainda serão investigadas nas próximas campanhas oceanográficas.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calliari LJ, Winterwerp JC, Fernandes, EH, Cuchiaro D, Vinzon SB, Sperle M, Holland KT (2009) Fine grain sediment transport and deposition in the Patos Lagoon - Cassino beach sedimentary system Continental Shelf Research 29(3): 515-529.
- Carneiro JC, Fonseca DL, Vinzon SB, Galo MN (2017) Strategies for Measuring Fluid Mud Layers and Their Rheological Properties in Ports. J Water Port Coast Ocean Eng 143:E4017008.
- Van Rijn LC (2018) Fluid mud formation. Disponível em Março de 2017: <http://www.leovanrijn-sediment.com/papers/fluidmudformation2018.pdf>
- Winterwerp J, Van Kesteren WGM (2004) Introduction to the physics of cohesive sediment in the marine environment. Developments in Sedimentology 56. T van Loon, ed. Amsterdam: Elsevier. 488p.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ÁREAS DE DISPOSIÇÃO DA BAÍA DE GUAJARÁ (PARÁ): EXTENSÃO, EVOLUÇÃO MULTITEMPORAL

MENDES, A.A.C.; EL ROBRINI, M.

Universidade Federal do Pará (Maamar El Robrini; [robrini@ufpa.br](mailto:robrini@ufpa.br))

Nos últimos anos houve aumento no volume de sedimentos dragados em portos de todo o mundo, esse aumento em função do assoreamento nos ambientes aquáticos e da adequação dos portos para receber navios com capacidades de carga cada vez maiores. A maioria dos portos mundiais está localizada em estuários, que são áreas protegidas de ondas e fenômenos oceânicos, sensíveis às mudanças temporais, naturais e antrópicas. No Brasil, a regulamentação estabelece que os sedimentos dragados nos portos devam ser descartados em áreas de bota-fora na área subaquosa. Uma análise multitemporal de 26 anos (1984-2010) foi desenvolvida para identificar alterações na morfologia e no volume de sedimentos de fundo antes (1984-1999) e depois (2010) da criação das áreas de Disposição do material na Baía de Guajará que começaram a operar em 2000. A área de estudo é caracterizada por uma elevada hidrodinâmica: meso-maré (semi-diurna: 3,7 m), correntes de maré (2,10 m/s), altos índices de precipitação (600 mm/ mês no período chuvoso e 150 mm/ mês no período seco), ventos de 1,50 m/s, interferências hidrológicas e sedimentares diretas da baía de Marajó e dos rios Acará, Guamá, Mojú e Pará. Na Baía de Guajará, ocorrem canais de enchente (Canal do Meio) e de vazante (Canal da Ilha das Onças) bem definidos, intercalados por bancos de areia (Banco do Meio, da Cidade e do Sul da Cidade). Para o estudo foram utilizadas as cartas náuticas do Porto de Belém (nº 320) dos anos de 1984, 1999 e 2010, onde foram identificadas as áreas de bota-fora nº 1, 2 e 3. As maiores profundidades da Baía de Guajará estão no Canal da Ilha das Onças ou próximas dele, podendo chegar a 25 m de profundidade, este canal é a feição mais importante da baía, com migração e aprofundamento constantes de seus limites, fator determinante na extensão e localização dos bancos de areia. Entre 1999 e 2000, foram despejados 1.250.000 m<sup>3</sup> de sedimentos nas áreas de bota-fora nº 1 e 2. O primeiro período analisado no presente estudo (1984 a 1999) mostrou diversas áreas em processos de assoreamento e pontos de aprofundamento, já o segundo período (1999 a 2010) mostrou perda de sedimentos de fundo, com aumento de profundidade. O Canal da Ilha das Onças perdeu um volume de 94.084 m<sup>3</sup>/ano de sedimentos de 1984 para 2010, já os bancos nesse mesmo período perderam 3.023.441 m<sup>3</sup>/ano de sedimentos. Entre 1984 e 1999 o Canal da Ilha das Onças migrou para oeste, já entre 1999 e 2010 migrou para leste, deslocando os bancos nas mesmas direções. O volume de 1984 foi de 241.981.891 m<sup>3</sup>, de 1999 foi de 245.812.221 m<sup>3</sup> e em 2010 foi de 285.967.820 m<sup>3</sup>, indicando que a baía está em processo de aprofundamento. O despejo de sedimentos dragados nas ADS acelerou o processo de assoreamento sobre os bancos de areia e nos canais da Baía de Guajará, apontando que os locais escolhidos para ADS não são adequados.

Palavras-chave: Dragagem. Área de Bota-fora. Estuário do Guajará, Morfologia.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### Dinâmica morfológica (1984-2010) das áreas de disposição de sedimentos da Baía de Guajará (estado do Pará/ Brasil)

MENDES, C. A. C.<sup>1</sup>; EL ROBRINI, M.<sup>1</sup>

Grupo de Estudo Costeiros e Marinheiros, Universidade Federal do Pará

robrini@ufpa.br



#### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos houve aumento no volume de sedimentos dragados em portos de todo o mundo (Martelo et al., 2019). A maioria dos portos estão localizada em estuários, áreas sensíveis às mudanças temporais, naturais e antrópicas (Álvarez et al., 2017). As operações de dragagem são essenciais para o desenvolvimento econômico e para a construção e manutenção de grande parte da infraestrutura da qual depende a prosperidade econômica e bem-estar social (Aarninkhof, 2008; Wenger et al., 2018).

A disposição dos sedimentos dragados pode ocorrer com o lançamento de volta ao corpo d'água, ao mar, em terra ou a utilização para fins benéficos (Gómez, 2015). No Brasil, a resolução CONAMA n° 454/2012 estabelece diretrizes e procedimentos para uso benéfico de material dragado ou disposição em solo ou em águas sob jurisdição nacional.

Este trabalho objetiva evidenciar as mudanças morfológicas antes (1984) e depois (2003- 2010) da criação das Áreas de Disposição de Sedimentos (ADS) na Baía de Guajará (Figura 1) com base no uso de cartas náuticas do Porto de Belém.

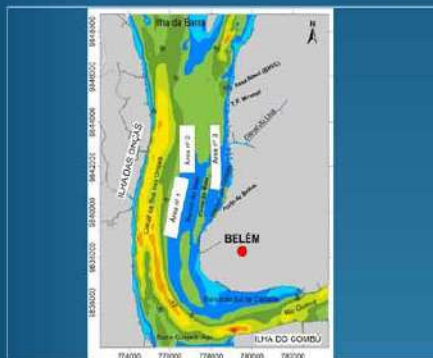


Figura 1. Localização da área de estudo (Baía de Guajará).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas as cartas do Porto de Belém n° 320 referentes aos anos de 1984, 1999, 2003 e 2010, todas na escala 1: 15.000- 1: 25.000. As cartas foram georreferenciadas no sistema de projeção UTM, datum horizontal SIRGAS 2000 (Brasil) através do ArcGIS 10.2.2 e Global Mapper 11, para digitalização e cálculo do volume da Baía de Guajará usou-se o Surfer 11.

As mudanças morfológicas foram observadas através da utilização de mapas multitemporais, onde as batimetrias antigas foram usadas como referência (background). Os valores encontrados foram divididos pela diferença de ano entre as duas análises para estimar uma tendência de crescimento em m/ano.

Foram criados mapas da evolução batimétrica da Baía de Guajará, onde os valores positivos indicam zonas que sofreram assoreamento, zero são regiões que não sofreram mudanças no período analisado e valores negativos indicam zonas erosivas.

#### RESULTADOS

De 1984 a 1999 (15 anos) o Canal da Ilha das Onças migrou para oeste, em direção à margem esquerda da Baía de Guajará, resultando na migração do Banco do Meio na mesma direção. O canal da Ilha das Onças migrou para norte 280,1m, ou 18,6 m/ano e para leste a 444,1m, ou 29,6 m/ano. Os bancos migraram para sudoeste a 1.694,3m, ou 112,9 m/ano, para oeste 295,2m, ou 19,6 m/ano.

De 1999 a 2003 (04 anos), o Canal da Ilha das Onças migrou para norte 821m, ou 205,2 m/ano, em sua margem esquerda migrou 136,9m, ou 34,2 m/ano e na direita 94,3 m, ou 23,5 m/ano. Os bancos migraram 165,9m, ou 41,4 m/ano para oeste.

De 2003 para 2010 (07 anos), o Canal da Ilha das Onças mostrou índices elevados de aprofundamento, aumentando seus limites e removendo sedimentos de fundo das ADS. Ficou evidente o transporte de sedimentos pelo referido canal para jusante da Baía de Guajará, sendo a diferença dos limites entre os dois anos de 604,7m, ou 86,3 m/ano em direção à jusante da Baía de Guajará. Em direção à Base Naval o canal migrou para oeste 277,3m, ou 39,6 m/ano, ao lado da ADS n° 2 o canal migrou para leste 250,2m, equivalente a 35,7 m/ano. Os bancos sofreram processo erosivo nesse período, diminuindo cerca de 403,0m, equivalente a uma perda de 57,5 m/ano.

O volume da baía em 1984 era de 628.146.609,4 m³, e de 511.925.711,6 m³ em 1999, uma diferença de 116.222.898 m³. Em 2003 o volume da Baía de Guajará era de 578.537.813,2 m³, com aumento de 66.612.101,56 m³ em relação ao ano de 1999. Em 2010 o volume da Baía de Guajará era de 532.232.054,6 m³, uma diferença de 46.305.758,5 m³ em relação ao ano de 2003,

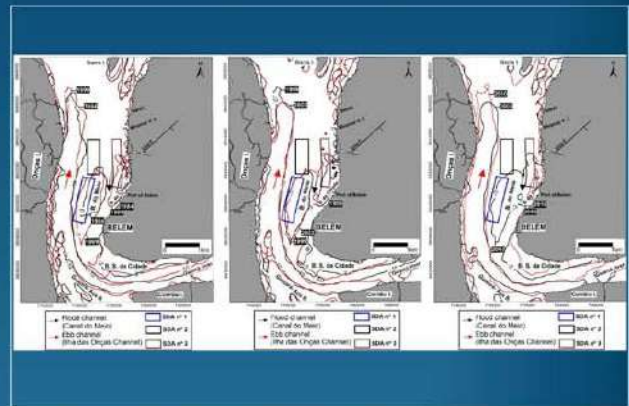


Figura 2 : Mapa multitemporal da Baía de Guajará de 1984 a 2010, com destaque para as ADS no centro da baía (quadro azul, preto e marrom), a seta vermelha mostra o Canal de vazante (Canal da Ilha das Onças) e a preta o canal de enchente (Canal do Meio).

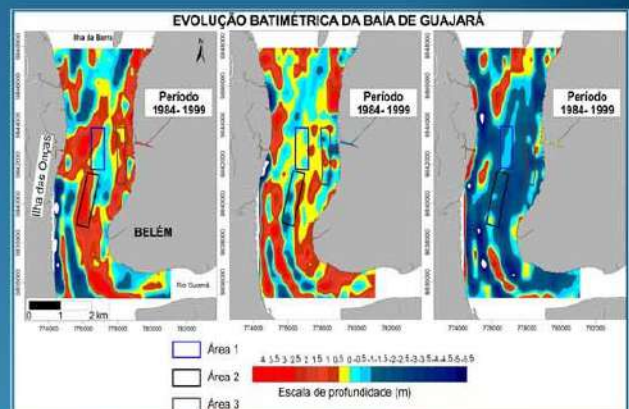


Figura 3. Mapa da evolução batimétrica da Baía de Guajará de 1984 a 2010. Valores positivos representam assoreamento, negativos indicam erosão e o zero identifica áreas que não sofreram alterações no período analisado.

#### CONCLUSÕES

O uso de cartas náuticas para monitoramento da geomorfologia da Baía de Guajará mostrou-se uma ferramenta muito útil, principalmente no que se refere à variação da morfologia dos fundos modificados por ações naturais ou antrópicas, como obras de dragagens e disposição de sedimentos dragados.

A disposição de sedimentos dragados sobre os bancos de areia na Baía de Guajará modificaram o padrão de transporte de sedimentos no estuário. De 1984 a 1999, período que não havia ADS na Baía de Guajará, os bancos e canais sofriram erosão moderada, a partir de 2003 a 2010 houve um aumento no processo erosivo, tanto nos bancos como canais. Entretanto, novas áreas de assoreamento mais elevado surgiram após a criação das ADS.

O trabalho multi-temporal de 26 anos de dados batimétricos (1984- 2010), mostrou as transformações morfológicas dos bancos, antes e depois da criação das ADS na Baía de Guajará. Conclui-se que as áreas escolhidas para despejo de sedimentos dragados na Baía não são locais adequados para recebimento de grandes quantidades de sedimentos dragados.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aarninkhof, S. G. J. The day after we stop dredging: a world without sediment plumes? *Terra et Aqua*, n. 110, p. 15-25, mar, 2008.
- Álvarez, M.; Cambello, R.; Ramos, V.; Iglesias, G. Na integrated approach for the planning of dredging operations in estuaries. *Ocean Engineering* 140 (2017), pp. 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2017.05.014>.
- Gómez, F. R. Sedimentos dragados como recurso en construcción: descontaminación electrocinética y viabilidad de reutilización. Madrid, 2015. 204f. Tesis (Doctoral) - Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Complutense de Madrid, 2015.
- Wenger, A. S.; Rawson, C. A.; Wilson, S.; Newman, S. J.; Traversa, M. J.; Atkinson, S.; Browne, N.; Clarke, D.; Depczynski, M.; Erttemeijer, P. L. A.; Evans, R. D.; Hobbs, J. P. A.; McIlwain, J. L.; McLean, D. L.; Saunders, B. J.; Harvey, E. Management strategies to minimize the dredging impacts of coastal development on fish and fisheries. *Conservation Letters: A Journal of the Society for Conservation Biology*, 11 (2018). <https://doi.org/10.1111/conl.12572>.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS ACÚSTICOS E ÓTICOS PARA A CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DE PLUMAS DE DESPEJO DE SEDIMENTOS EM AMBIENTES AQUÁTICOS

TOLEDO, C.W.S.; CAVALCANTI, A.M.; MOLLER, O.O.

Universidade Federal do Rio Grande (Claus William Saidelles Toledo, [claus.william@hotmail.com](mailto:claus.william@hotmail.com))

O monitoramento ambiental da dragagem (2018-2019) do canal de acesso ao Porto de Rio Grande, realizado pelo Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira (SiMCosta), busca entender melhor as variações das concentrações do material em suspensão na coluna d'água. O objetivo deste trabalho foi rastrear e comparar as plumas de sedimentos do lançamento dos traçadores no dia 25/09/18 e do despejo do material dragado no dia 29/11/18. Ambos os lançamentos de material ocorreram na Área de Despejo delimitada pelo IBAMA na zona costeira, durante condições semelhantes de parâmetros físico-químicos da água do mar. Os dados foram coletados através de um ADCP 600 KHz rebocável (sensor acústico) e por um CTD com turbidímetro acoplado (sensor ótico). Foram avaliadas as respostas do retroespalhamento do sinal acústico, as estimativas do material em suspensão (MS) e as variáveis abióticas. O MS estimado pelo sensor ótico foi obtido através de uma curva de calibração previamente estabelecida entre o turbidímetro e o MS filtrado. O MS estimado pelo sensor acústico foi calculado a partir de um ajuste exponencial entre o retroespalhamento e a turbidez ( $R^2=0.86$ ). Para a curva de calibração acústica, devem ser aplicados filtros digitais para remover a atenuação do sinal em função de fatores como temperatura, salinidade, profundidade e as características de reflexão de cada tipo de sedimento, assim isolando a estimativa de concentração de material em suspensão. Para cada dia de lançamento foram amostradas áreas controle afastadas da zona efetiva de despejo para se comparar às respostas acústicas do material lançado no ambiente. As plumas de material despejado responderam com evidência ao sinal acústico do ADCP. Em comparação às áreas controle, o retroespalhamento das plumas de traçadores apresentaram anomalias positivas de até 25 decibéis (dB) e anomalias positivas de turbidez de até 60 'Formazin Turbidity Units' (FTU). Já a pluma do sedimento dragado, apresentou anomalias positivas de retroespalhamento de até 12 dB e anomalias positivas de turbidez de até 550 FTU. Esses resultados indicam que granulometrias e materiais distintos respondem com diferentes intensidades ao sinal acústico. No caso específico, os traçadores responderam com mais intensidade do que o material despejado pela draga, retirado do canal de acesso ao Porto de Rio Grande, mesmo que a concentração de MS em FTU dos traçadores seja cerca de 10 vezes menor. Dessa forma, a utilização conjunta dos métodos acústicos e óticos mostrou-se eficiente na descrição e quantificação do MS na região do sítio de despejo.

Palavras-chave: Perfilador de correntes. Despejo. Dragagem. Turbidez.





## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### UTILIZAÇÃO DE MÉTODOS ACÚSTICOS E ÓTICOS PARA A CARACTERIZAÇÃO E COMPARAÇÃO DE PLUMAS DE DESPEJO DE SEDIMENTOS EM AMBIENTES AQUÁTICOS

Toledo, C.W.S.<sup>1,2</sup>; Cavalcanti, A.M.<sup>2</sup>; Möller, O.O.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica (CECO), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);

<sup>2</sup>Laboratório de Oceanografia Física Costeira e Estuarina (LOCOSTE), Universidade Federal do Rio Grande (FURG).



#### INTRODUÇÃO

O monitoramento ambiental da dragagem (2018-2019) do canal de acesso ao Porto de Rio Grande, realizado pelo Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira (SIMCosta), busca entender melhor as variações das concentrações de sólidos em suspensão (CSS).

O objetivo deste trabalho foi rastrear e comparar as plumas de sedimentos do lançamento dos traçadores no dia 25/09/18, e do despejo do material dragado no dia 29/11/18. Ambos os lançamentos ocorreram na área de despejo delimitada pelo IBAMA na zona costeira, durante semelhantes condições físico químicas do mar.



Figura 1. Mapa da área de estudo, destacando-se o Site de Despejo.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados foram coletados através de um ADCP 600 KHz rebocável (sensor acústico) e por um CTD com turbidímetro acoplado (sensor ótico). Foram avaliadas as anomalias do retroespalhamento acústico, as estimativas das CSS, e as variáveis abióticas. As CSS estimadas pelo sensor ótico foram obtidas através de uma curva de calibração previamente estabelecida entre o turbidímetro e a garrafa. As CSS estimadas pelo sensor acústico foram calculadas a partir do ajuste exponencial, entre o retroespalhamento e o turbidímetro, para os traçadores ( $R^2=0.46$ ) e para o despejo da draga ( $R^2=0.87$ ). Para a curva de calibração acústica, devem ser aplicados filtros digitais para remover a atenuação do sinal em função de fatores como temperatura, salinidade, profundidade, e as características de reflexão de cada tipo de sedimento, assim isolando as estimativas das CSS. Para cada dia de lançamento foram amostradas áreas controle afastadas da zona efetiva de despejo para se comparar às respostas acústicas do material lançado no ambiente.

#### RESULTADOS

As plumas de material despejado responderam com evidência ao sinal acústico do ADCP. Em comparação às áreas controle, o retroespalhamento da pluma de traçadores apresentaram anomalias positivas de até 25 decibéis (dB) e anomalias positivas de turbidez de até 60 FTU (*Formazin Turbidity Units*). Já a pluma do sedimento dragado, apresentou anomalias positivas de retroespalhamento de 12 dB e anomalias positivas de turbidez de 550 FTU. Esses resultados indicam que granulometrias e materiais distintos respondem com diferentes intensidades ao sinal acústico. No caso específico, os traçadores responderam com mais intensidade do que o material despejado pela draga, retirado do canal de acesso ao Porto de Rio Grande, mesmo que as CSS em FTU dos traçadores seja cerca de 10 vezes menor.

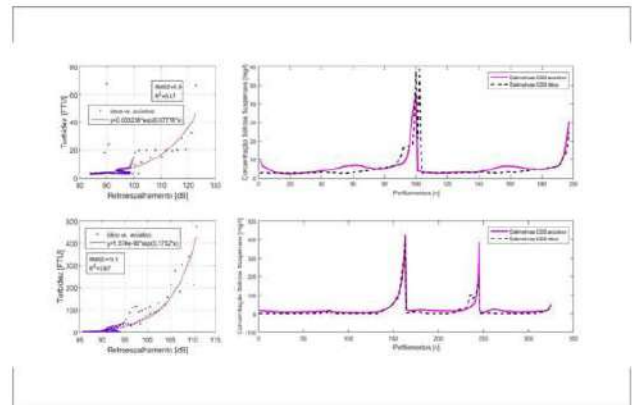


Figura 2. Gráficos superiores, (esquerda) ajuste para os traçadores e (direita) estimativas das CSS. Gráficos inferiores, (esquerda) ajuste para a draga e (direita) estimativas das CSS.

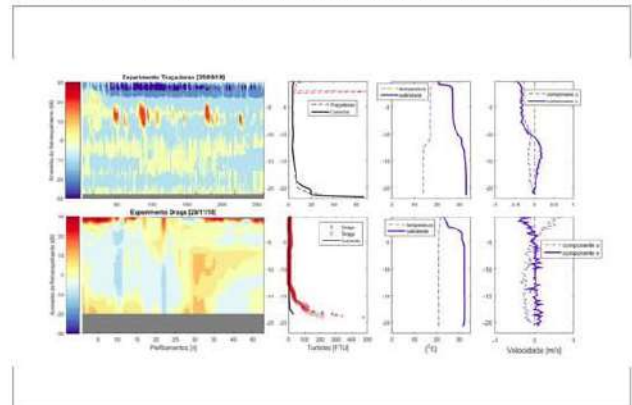


Figura 3. Gráficos superiores, da esquerda para a direita: anomalias do retroespalhamento, turbidez, temperatura e salinidade, componentes da velocidade. Gráficos inferiores, da esquerda para a direita: anomalias do retroespalhamento, turbidez, temperatura e salinidade, componentes da velocidade.

#### CONCLUSÕES

Dessa forma, a utilização conjunta dos métodos acústicos e óticos mostrou-se eficiente na descrição e quantificação das CSS na região do site de despejo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<http://www.sbggm.br/>



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **AVALIAÇÃO DE MUDANÇAS SEDIMENTARES NO COMPLEXO ESTUARINO DE PARANAGUÁ, PR**

MENGATTO, F. M.<sup>1</sup>; PALADINO, I. M.<sup>1</sup>; ANGELI, J. L. F.<sup>2</sup>; FIGUEIRA, R. C. L.<sup>2</sup>; MARTINS, C. C.<sup>1</sup>; MAHIQUES, M.M.<sup>2</sup>; NAGAI, R. H.<sup>1</sup>

Universidade Federal do Paraná<sup>1</sup> (Mateus Farias Mengatto, [mateusmengatto@gmail.com](mailto:mateusmengatto@gmail.com));  
Universidade de São Paulo<sup>2</sup>

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP), compreende a porção centro norte do litoral do estado do Paraná, com uma área superficial de aproximadamente 600 km<sup>2</sup>. Este estuário possui duas desembocaduras, ao norte e a sul da Ilha do Mel – PR. A desembocadura sul compreende o canal da Galheta, que dá acesso aos portos de Paranaguá e Antonina e é mantido por frequentes atividades de dragagem, com influência direta sobre a hidrodinâmica e os processos sedimentares da região. O CEP apresenta uma dinâmica sedimentar complexa, governada principalmente por fluxos fluviais e correntes de maré, sendo que a variabilidade temporal pode modificar as características sedimentares da região. O presente trabalho teve o objetivo de avaliar as mudanças ambientais locais por meio de análises de parâmetros granulométricos de sedimentos superficiais do CEP nos anos de 1978, 2004 e 2018. Dentro desse período de 40 anos foram realizadas pelo menos duas campanhas de dragagem para o aprofundamento do canal da Galheta (1997 e 2017) e diversas campanhas para a manutenção do mesmo. Os levantamentos granulométricos realizados em 2004 e 2018 evidenciam a predominância de sedimentos mais finos (silte e argila) nas baías de Antonina e Paranaguá, e mais grossos (areia fina/muito fina) na baía de Laranjeiras e na foz dos principais tributários do CEP. A princípio, a principal diferença notada entre essas duas campanhas é na desembocadura Norte do CEP, onde houve diminuição no diâmetro médio dos grãos, de areias grossas e médias passando para siltes médios e finos. Entretanto, para a corroboração e interpretações dessa mudança, a próxima etapa do presente estudo será a avaliar estatisticamente com auxílio de uma EOF (Função Ortogonal Empírica) com os dados de diâmetro médio do grão (classificados segundo Folk & Ward) dos sedimentos superficiais ao longo do CEP, e uma análise de variância (ANOVA) entre o diâmetro médio do grão e hidrodinâmica local.

Palavras-chave: Granulometria. Sedimento superficial. Dragagem. Complexo Estuarino de Paranaguá.

### INTRODUÇÃO

A caracterização dos sedimentos de fundo em ambientes estuarinos auxiliam na compreensão da resposta desses ambientes a mudanças de aporte sedimentar, processos de sedimentação e hidrodinâmica. Variações ambientais e climáticas, além de atividades antrópicas (como dragagem de canais e obras costeiras) podem alterar de forma relevante a dinâmica sedimentar (Lamour; Soares, 2007), refletindo em mudanças no tamanho dos sedimentos.

O Complexo Estuarino de Paranaguá (CEP) localizado na porção centro norte do litoral do estado do Paraná, Brasil, tem 800 km<sup>2</sup> de área superficial e é composto pelas Baías de Paranaguá e Antonina (eixo leste-ocidente), e Laranjeiras e Pinheiros (eixo norte-sul) (Figura 1). A hidrodinâmica desse estuário é dominada pela maré (amplitude média – 2,2 m). O CEP abriga o Porto de Paranaguá, no município de Paranaguá, e o Terminal Portuário Ponta do Félix (TPPF) em Antonina. O canal de navegação de acesso aos portos e regularmente dragado para manutenção e, ocasionalmente, para o aprofundamento (1997 e 2017).

O objetivo deste trabalho é avaliar se houve mudanças nos processos sedimentares do CEP nos últimos 40 anos a partir da comparação de dados de diâmetro médio do grão (DM) obtidos em campanhas realizadas em 1978 (Bigarella et al., 1978), 1995-2004 (Lamour et al., 2004), e 2018 (este trabalho).

### MATERIAIS E MÉTODOS

O material desse trabalho provém de 111 amostras de sedimento superficial (0-2 cm) coletadas ao longo do CEP em 2018 e de dados de DM extraídos dos trabalhos de Bigarella et al. (1978) e Lamour et al. (2004). As análises granulométricas das amostras coletadas em 2018 foram obtidas com auxílio de um analisador a laser Malvern Hydro 2000, em alíquotas de 2 g de sedimento, previamente descarbonatadas e sem matéria orgânica. Os dados brutos foram processados utilizando o Software Sysgran 3.2 (Camargo, 2006). Os dados de DM de Bigarella et al. (1978) e Lamour et al. (2004) foram obtidos a partir dos mapas dos trabalhos, que foram remasterizados a partir do georreferenciamento dos contornos da distribuição do DM, utilizando o Software ArcGIS 10.5. Os dados das três campanhas, foram processados em mapas de mesma escala para a análise visual das mudanças. Foram calculadas as diferenças dos DM nos pontos de coleta apenas entre as campanhas de 2018 e 1995-2004 (Figura 3), uma vez que a campanha de 1978 apresenta classes distintas para o DM (Figura 2a).

### RESULTADOS

Os sedimentos superficiais do CEP apresentam distribuição espacial granulométrica heterogênea, com sedimentos relativamente mais finos (siltes e argilas) predominando nas Baías de Antonina e Paranaguá e mais grossos (areia fina a muito fina) depositados nas regiões de desembocadura do CEP (Figura 2a-c), onde as correntes de maré são mais intensas (Herrling, 2003). Ainda, de acordo com Lamour et al. (2004) devido à contínua dragagem do canal de acesso aos portos, os fluxos de maré são preferencialmente direcionados para a desembocadura Sul.



Figura 2. Mapas de distribuição do diâmetro médio dos sedimentos superficiais no CEP nos anos de (a) 1978 (Bigarella et al., 1978), (b) 1995-2004 (Lamour et al., 2004), e (c) 2018 (este trabalho).

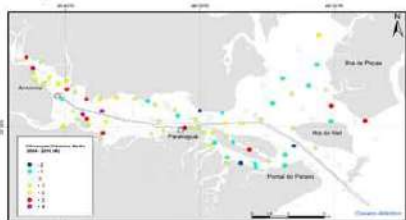


Figura 3. Diferenças entre Lamour et al. (2004) e pontos amostrais da campanha de 2018 (desvio padrão,  $\pm 1,3 \Phi$ ).

Nos últimos 40 anos, é possível observar diferenças na distribuição do DM. Em 2018 (Figura 2c), por exemplo, foram encontrados sedimentos de tamanho silte grosso a médio na desembocadura Norte, enquanto em 1995-2004 (Figura 2b) essa região apresentava sedimentos com DM maior (areia média/areia grossa). Isto sugere uma diminuição na intensidade dos fluxos nessa região provavelmente associada a realização do aprofundamento do canal de navegação do porto em 2017.

Observando os valores das diferenças pontuais entre 1995-2004 e 2018 (Figura 3), nota-se que a maioria dos valores positivos (diminuição do DM) são encontrados no interior do estuário, ao contrário dos negativos (aumento do DM), onde a maioria se encontra na porção mais próxima a desembocadura. Essas diferenças do DM no interior do estuário, principalmente próximo a Ilha do Teixeira e ao canal de acesso, e em regiões próximas a foz de rios que desaguam no CEP, podem ser associadas a diminuição na descarga dos rios, uma vez que esta região é dominada pela drenagem fluvial (Soares et al., 1996). Além disso, o aumento na área do aterro onde foi construído o TPPF, podem ter provocado alterações na hidrodinâmica local desde a seção transversal dos berços de atracação deste porto, até a circulação resultante da descarga do Rio Nhundiaquara (Gonçalves et al., 2007).

### CONCLUSÕES

A partir da comparação de dados de distribuição de DM de campanhas realizadas nos anos de 1978, 1995-2004 e 2018 foi possível identificar que nos últimos 40 anos os processos sedimentares do CEP sofreram alterações. As mudanças observadas no DM dos sedimentos superficiais do CEP refletem a ocorrência de mudanças naturais e antrópicas. A próxima etapa será a realização de uma análise de variância (ANOVA) dos parâmetros granulométricos das diferentes campanhas, como assimetria, grau de seleção, curtose, além do DM.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Bigarella et al. (1978). A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná: um problema de segurança ambiental e nacional. Curitiba, Governo do Estado do Paraná: Secretaria de Estado do Planejamento, Associação de Defesa e Educação Ambiental – ADEA, 249 p.  
 • Camargo (2006). *Revista Brasileira de Geociências*, vol. 36(2), p. 371-378.  
 • Gonçalves et al. (2007). In: *Dragagens Portuárias no Brasil: Licenciamento e Monitoramento Ambiental*, p. 181-191.

### AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo CNPq dentro do projeto "Panorama histórico e perspectivas futuras frente a ocorrência de estressores químicos presentes no Complexo Estuarino de Paranaguá (EQCEP)" (aprovado no Edital MCTIC/CNPq chamada 21/2017 – processo nº 441265/2017-0), com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Além disso, o trabalho contribuiu para o ODS 14 – ONU (metas 14.2 e 14.a).



• Herrling (2003). Development of a numerical model for the Paranaguá Bay in Brazil. *Dissertação de Mestrado*. Christian Albrechts University, Kiel, Alemanha.  
 • Lamour et al. (2004). *Boletim Paranaense de Geociências*, vol. 55, p. 77-82.  
 • Lamour; Soares (2007). In: *Dragagens Portuárias no Brasil: Licenciamento e Monitoramento Ambiental*, p. 244-252.  
 • Soares et al. (1996). Anais do Congresso Brasileiro de Geologia. Salvador, ed. 39, vol. 3, p. 390-393.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DA MARÉ NA BARRA NORTE DA FOZ DO RIO AMAZONAS

GREGORIO, A. M. S.<sup>1,2</sup>

Cooperativa de Apoio e Logística aos Práticos da ZP-01 – UNIPILOT<sup>1</sup> (Aderson Manoel da Silva Gregorio; [amsgregorio@gmail.com](mailto:amsgregorio@gmail.com)); Universidade Federal do Pará<sup>2</sup>

Entre 2010 e 2017, a movimentação de soja e milho aumentou 360% nos portos da Amazônia, sendo que em 2018 40% do total nacional foram exportados pelos portos do Arco Norte. A foz do rio Amazonas é uma das principais saídas/entradas do Arco Norte, onde a navegação depende da maré. O trabalho pretendeu atualizar os estudos da maré na Barra Norte, depois de mais de uma década sem novas investigações nesse sentido. O objetivo foi gerar informações para aumento do calado operacional dos navios mercantes. Foi realizado fundeio (32 dias), obtendo-se dados com ecobatímetro monofeixe dupla frequência (38 kHz e 200 kHz), CTD e receptor GNSS (L1 e L2) com correção diferencial e licença *offshore*. As taxas de aquisição foram de 1 segundo (ecobatímetro e GNSS) e de 30 minutos (CTD). Simultaneamente, dados de maré foram coletados a 63 MN do ponto de fundeio. Os dados GNSS foram pós-processados (PPP) e os de batimetria, corrigidas as variações da velocidade do som. A salinidade aumentou de 2 para 24, mostrando o avanço da frente salina devido à diminuição da descarga fluvial do Amazonas. Houve forte modulação com a fase da lua (maiores variações diárias na sizígia). As profundidades determinadas apresentaram diferenças de até 30 cm entre frequências (diferença máxima na preamar e praticamente nula na baixamar). A frequência de 38 kHz apresentou maiores profundidades, demonstrando o substrato dinâmico e inconsolidado, já que essa frequência apresenta maior poder de penetração que a de 200 kHz. Os dados contínuos de batimetria e GNSS (correlação entre ambos com  $R^2 = 0,996$ ) permitiram observar variações do nível d'água em torno de 3,30 metros no ponto de fundeio. Em relação à estação maregráfica, a maré é cerca de 33% menor na região de fundeio. A preamar ocorre cerca de 2 horas e 38 minutos antes da preamar na estação maregráfica e a baixamar, 3 horas e 50 minutos. As novas informações, em relação aos dados anteriores, permitiram corrigir em 10 MN a posição do ponto de referência da maré na Barra Norte; as diferenças de fase da preamar e da baixamar em 1 hora e 30 min e 50 min, respectivamente; além da amplitude da maré (cerca de 30 cm). A frequência de 200 kHz foi a melhor para medição da maré pelo método acústico enquanto rastreadores GNSS mostraram-se úteis para medição da maré pelo método geodésico. Após o estudo, o Comando do 4º Distrito Naval autorizou o aumento de calado em 20 cm (para 11,70 m), sem dragagem ou intervenções, apenas aproveitando os estudos e as "janelas de maré" (quando ocorrem alturas de preamar seguras para a travessia no trecho mais raso). Futuramente, serão obtidas informações ao longo do ano hidrológico, de modo a avaliar os calados operacionais dinâmicos máximos possíveis na Barra Norte do rio Amazonas.

Palavras-chave: Maré. Amazonas. Navegação. Estuário.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### ATUALIZAÇÃO DOS ESTUDOS DA MARÉ NA BARRA NORTE DA FOZ DO RIO AMAZONAS

Aderson Gregório

UFPA - Programa de Pós-graduação em Engenharia Naval; UNIPILOT - Cooperativa de Apoio e Logística aos Práticos da ZP-01



#### INTRODUÇÃO

A região da Barra Norte consiste em uma área particularmente sensível para navegação dado bancos arenolamosos (*ridges*), típicos de estuários de macromaré com desembocadura larga. Esses bancos alongados e alinhados com o escoamento situam-se entre os canais de navegação do canal norte da foz do rio Amazonas (canal Grande do Curuá). Na área associada à zona de máxima turbidez, onde há um acúmulo de sedimentos finos da descarga do Amazonas (NITTROUER E DEMASTER, 1996; FIGUEIREDO E NITTROUER, 1995; ALLISON E LEE, 2004; SOMMERFIELD, 2006), as profundidades são em torno de 10 m, de acordo com as cartas náuticas em vigor. Em relação à detecção de profundidades, devido à viscosidade, à densidade e à coesão dos sedimentos lamosos os feixes de maior frequência não penetram profundamente nas camadas de lama. Logo, a utilização de ecobatímetros com essas faixas de frequência tendem a detectar profundidades menores. Por sua vez, ecobatímetros de menor frequência penetram mais profundamente, atravessando camadas de lama e detectando o "fundo duro". Logo, a utilização de ecobatímetros com essas faixas de frequência tendem a detectar profundidades maiores.

Em relação à maré, é importante destacar que o rio Amazonas possui a maior descarga fluvial do mundo. Assim, em sua foz, intensos processos estuarinos e oceanográficos ocorrem devido à mistura da água doce com a água do mar e à descarga/transporte de sedimentos (em suspensão e no fundo). Isso afeta o escoamento hidrodinâmico, causando deformações (assimetrias) nos padrões das correntes de maré e nos tempos de enchente e de vazante. Nesse sentido, é fundamental destacar que a maré na região da Barra Norte não é linear. Logo, a tarefa de prever as alturas da maré com o máximo de precisão não se configura como uma tarefa simples. No caso do trecho denominado como Arco Lamoso, onde a travessia de navios com calado até 11,70 m deve ser cautelosa devido às profundidades em torno de 10 m, a navegação só é possível com conhecimento da maré local.

Assim, em outubro de 2018, após mais de uma década sem novas investigações sobre a maré na Barra Norte, a UNIPILOT sugeriu a atualização dos estudos de marés realizado pela Marinha do Brasil em 1999, considerando que a região de travessia dos navios carregados (calado entre 11,50 e 11,70 m) no Arco Lamoso localiza-se atualmente acerca de 10 MN (18 km) a sul do Ponto H, indicado na carta náutica 21300 como referência para o cálculo da maré (Figura 01).



Figura 1. Localização dos principais pontos de referência em relação à maré na Barra Norte.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado fundeio, obtendo-se dados com ecobatímetro monofeixe dupla frequência (38 kHz e 200 kHz), CTD e receptor GNSS (L1 e L2) com correção diferencial e licença offshore. As taxas de aquisição foram de 1 segundo (ecobatímetro e GNSS) e de 30 minutos (CTD). Simultaneamente, dados de maré foram coletados a 63 MN do ponto de fundeio. Os dados GNSS foram pós-processados (PPP) e os de batimetria, corrigidas as variações da velocidade do som.

#### RESULTADOS

A salinidade aumentou de 2 para 24, mostrando o avanço da frente salina devido à diminuição da descarga fluvial do Amazonas. Houve forte modulação com a fase da lua (maiores variações diárias na sizígia). As profundidades determinadas apresentaram diferenças de até 30 cm entre frequências, sendo que a diferença máxima ocorreu na preamar e foi praticamente nula na baixamar (Figura 2 e 3). A frequência de 38 kHz apresentou maiores profundidades, demonstrando o substrato dinâmico e inconsolidado, já que essa frequência apresenta maior poder de penetração que a de 200 kHz.

Os dados contínuos de batimetria e GNSS (correlação entre ambos com  $R^2 = 0,996$ ) permitiram observar variações do nível d'água em torno de 3,30 metros no ponto de fundeio (Figura 3). Em relação à estação maregráfica, a maré é cerca de 33% menor na região de fundeio. A preamar ocorre cerca de 2 horas e 38 minutos antes da preamar na estação maregráfica e a baixamar, 3 horas e 50 minutos.

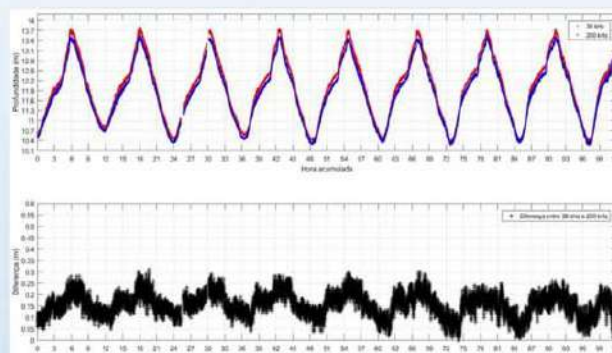


Figura 2. Dados de profundidade obtidos no fundeio em novembro de 2018, com destaque para as diferenças de profundidade determinadas pelas frequências de 38 KHz e 200 kHz.

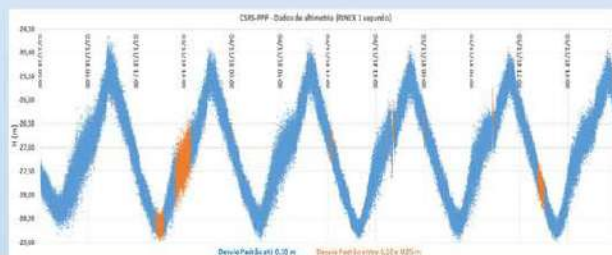


Figura 3. Série de dados pós-processados dos arquivos RINEX com intervalo 1 segundo de amostragem, considerando somente informações com valor de GDOP até 4 e desvio padrão até 0,25 m.

Assim, as análises dos dados permitiram obter atualizações nas correlações de maré entre "Ponta do Céu/Igarapé Grd Curuá" e o Arco Lamoso, o que ajuda na travessia de navios mercantes carregados. Os resultados demonstraram que, durante o período da correlação, as amplitudes da maré naquela região do Arco Lamoso, em média, foram até 25,26 % menores (cerca de 104 cm) que em Igarapé Grande.

As novas informações, em relação aos dados anteriores, permitiram corrigir em 10 MN a posição do ponto de referência da maré na Barra Norte (Figura 6); as diferenças de fase da preamar e da baixamar em 1 hora e 30 min e 50 min, respectivamente, além da amplitude da maré no Arco Lamoso (cerca de 30 cm). A frequência de 200 kHz foi a melhor para medição da maré pelo método acústico enquanto rastreadores GNSS mostraram-se úteis para medição da maré pelo método geodésico.

#### CONCLUSÕES

Considerando que os fatores de fase e amplitude foram atualizados com os dados do fundeio e as Tábuas de Marés, corrigidas pela DHN com base nos dados coletados na estação maregráfica mantida pela UNIPILOT, e uma vez que é possível afirmar que as alturas das preamares previstas atuais são maiores que as anteriores (fato comprovado na comparação entre os dados), atualmente, estudos para tráfegos de navios com calado até 11,90 m estão sendo realizados pela Marinha do Brasil. Recentemente, as Tábuas das Marés da carta 21300 foram atualizadas, com novas previsões para a estações "Igarapé Grande do Curuá" e para a nova estação "Barra Norte - Arco Lamoso". Cabe Destacar que para a navegação no Arco Lamoso deverão ser cumpridas as determinações constantes na Portaria Nº 87/Com4DN, de 25 de fevereiro de 2019, que autoriza tráfego de navios com calado de até 11,70 m.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLISON, M. A.; LEE, M. T. Sediment exchange between Amazon mudbanks and shore-fringing mangroves in French Guiana. *Marine Geology*, 206, p. 169-190, 2004.
- FIGUEIREDO A. G.; C. A. NITTROUER. New insights to high-resolution stratigraphy on the Amazon continental shelf. *Marine Geology*, 125, p. 393-399, 1995.
- NITTROUER, C. A.; DEMASTER, D. J. The Amazon shelf setting: tropical, energetic, and influenced by a large river. *Continental Shelf Research*, 16, No. 5/6, p. 553-573, 1996.
- SOMMERFIELD, C. K. 2006. On sediment accumulation rates and stratigraphic completeness: lessons from Holocene ocean margins. *Continental Shelf Research*, 26, p. 2225-2240, 2006.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DE FONDO Y PROCESOS SEDIMENTARIOS EN EL CANAL LA LISTA, ESTUARIO DE BAHIA BLANCA, ARGENTINA

VECCHI, L.G.<sup>1,2</sup>; GINSBERG, S.S.<sup>1,2,3</sup>; ALIOTTA, S.<sup>1,2</sup>

Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET-UNS)<sup>1</sup> (Laura G. Vecchi; [vecchi@criba.edu.ar](mailto:vecchi@criba.edu.ar)); Universidad Nacional del Sur<sup>2</sup> (UNS), Universidad Tecnológica Nacional<sup>3</sup>

En la zona interna del estuario de Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina) se localiza el canal de marea La Lista, que desemboca en el canal de acceso a uno de los complejos portuarios más importantes de la Argentina. La Lista tiene una orientación E-O y se caracteriza por ser sinuoso en el sector interno, presentar un pozo de confluencia-difluencia al unirse a otro importante canal (El Alambre) y disponerse recto hacia la desembocadura, donde se desarrolla un gran banco arenoso elongado. Mediante prospección con ecosonda, sonar de barrido lateral y sísmica de 3,5 kHz se determinan los rasgos de fondo y condiciones hidrosedimentológicas. Además, la caracterización sismoestratigráfica del subsuelo permite establecer los procesos de erosión-depositación intervinientes. En la zona interna del canal se distinguen dunas asimétricas 2D y 3D pequeñas y medianas ( $0,45 \text{ m} > \text{Altura (H)} > 0,10 \text{ m}$ ), orientadas según la corriente de reflujó. El fondo, altamente reflectivo, con *sand ribbons*, pone en evidencia un sustrato duro con delgada cubierta sedimentaria. Las márgenes del canal presentan reflectores con truncamiento erosivo y configuraciones progradantes (sigmoidea u oblicua), vinculados a procesos de erosión, en veriles cóncavos y de depositación, en veriles convexos. Hacia la unión con El Alambre se desarrollan dunas 3D pequeñas y medianas ( $0,50 \text{ m} > \text{H} > 0,20 \text{ m}$ ). En el pozo de confluencia-difluencia con El Alambre, sobre el flanco O y S, se forman dunas medianas tipo barjan ( $\text{H}=0,35 \text{ m}$ ). Estas últimas, provienen de El Alambre y van variando su disposición según la orientación del pozo, evidenciando un transporte sedimentario hacia la zona externa. En los taludes O y S de la depresión, los materiales poseen reflectores de configuración progradante y estructuras de deslizamiento. En cambio, sobre el margen N, el truncamiento de los estratos refleja un intenso proceso erosivo. Hacia la desembocadura del canal se desarrollan dunas medianas y grandes ( $1,5 \text{ m} > \text{H} > 0,40 \text{ m}$ ), cuya asimetría indica un transporte de sedimento hacia el exterior, mientras que la sismoestratigráfica del veril N y S evidencia procesos de depositación y erosión, respectivamente. En la zona de la desembocadura del canal las mencionadas condiciones se revierten, siendo dominante la erosión al N (terminaciones *top lap* y truncamientos erosivos) y la depositación al S (progradación). El sector central se caracteriza por la generación de grandes *sand ribbons*. El análisis integrado de los datos geofísicos del canal La Lista permitió establecer la distribución espacial de los procesos sedimentarios (erosión, transporte y depositación) intervinientes en la morfodinámica del canal.

Palabras clave: Canal de marea. Formas de fondo. Erosión-depositación.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DE FONDO Y PROCESOS SEDIMENTARIOS EN EL CANAL LA LISTA, ESTUARIO DE BAHÍA BLANCA, ARGENTINA.

VECCHI, L.G.,<sup>1,2</sup>; GINSBERG, S. S.<sup>1,3</sup>; ALIOTTA, S.<sup>1,2</sup>

Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET-UNS)<sup>1</sup> (Laura Gabriela Vecchi, lvecchi@criba.edu.ar); Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geología<sup>2</sup>; Universidad Tecnológica Nacional, FRBB, Departamento de Ingeniería Civil<sup>3</sup>.



#### INTRODUCCIÓN

En la zona interna del estuario de Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina) se localiza el canal de marea La Lista, que desemboca en el canal de acceso a uno de los complejos portuarios más importantes de la Argentina. La Lista tiene una orientación E-O y se caracteriza por ser sinuoso en el sector interno, presentar un pozo de confluencia-difluencia al unirse a otro importante canal (El Alambre) y disponerse recto hacia la desembocadura, donde se desarrolla un gran banco arenoso elongado (Fig. 1).



Figura 1. Ubicación del Canal La Lista en el sector interno del Estuario Bahía Blanca.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

La obtención de los datos en el campo se llevó a cabo utilizando la embarcación oceanográfica "Buen Día Señor" perteneciente al Instituto Argentino de Oceanografía (IADO). Mediante prospección con ecosonda, sonar de barrido lateral y sísmica de 3,5 kHz se determinan los rasgos de fondo y condiciones hidrosedimentológicas. Además, la caracterización sísmoestratigráfica del subsuelo permite establecer los procesos de erosión-depositación intervinientes.

#### RESULTADOS

En la zona interna del canal se distinguen dunas asimétricas 2D y 3D pequeñas y medianas (0,45 m > Altura (H) > 0,10 m), orientadas según la corriente de reflujio. El fondo, altamente reflectivo, con *sand ribbons*, pone en evidencia un sustrato duro con delgada cubierta sedimentaria. Los márgenes del canal presentan reflectores con truncamiento erosivo y configuraciones progradantes (sigmoidea u oblicua), vinculados a procesos de erosión, en veriles cóncavos y de depositación, en veriles convexos (Fig. 2).

Hacia la unión con El Alambre se desarrollan dunas 3D pequeñas y medianas (0,50 m > H > 0,20 m). En el pozo de confluencia-difluencia con El Alambre, sobre el flanco O y S, se forman dunas medianas tipo barján (H=0,35 m). Estas últimas, provienen de El Alambre y van variando su disposición según la orientación del pozo, evidenciando un transporte sedimentario hacia la zona externa. En los taludes O y S de la depresión, los materiales poseen reflectores de configuración progradante y estructuras de deslizamiento. En cambio, sobre el margen N, el truncamiento de los estratos refleja un intenso proceso erosivo convexos (Fig. 3).

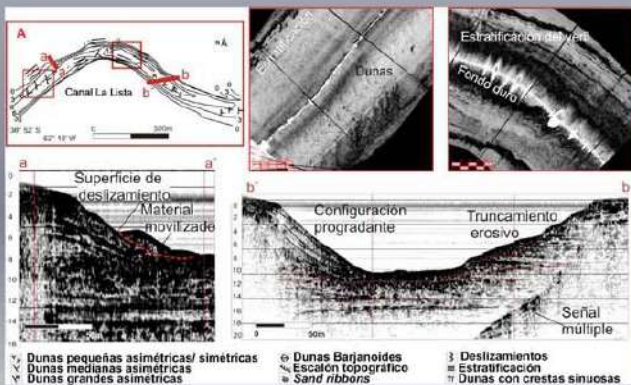


Figura 2. Imágenes de sonar de barrido lateral y sismogramas zona interna del canal La Lista

Hacia la desembocadura del canal se desarrollan dunas medianas y grandes (1,5 m > H > 0,40 m), cuya asimetría indica un transporte de sedimento hacia el exterior, mientras que la sísmoestratigráfica el veril N y S evidencia procesos de depositación y erosión, respectivamente. En la zona de la desembocadura del canal las mencionadas condiciones se revierten, siendo dominante la erosión al N (terminaciones *top lap* y truncamientos erosivos) y la depositación al S (progradación). El sector central se caracteriza por la generación de grandes *sand ribbons* (Fig. 4).

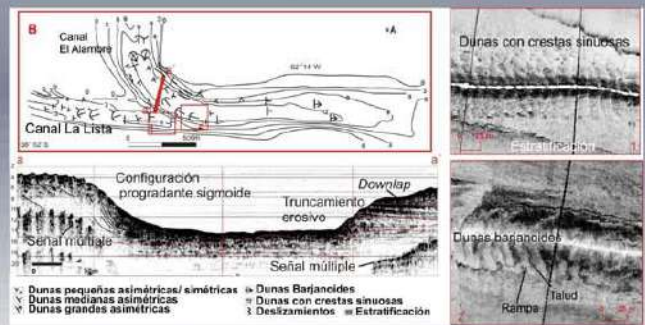


Figura 3. Rasgos de fondo del sector medio del canal La Lista. Sonogramas y perfiles sísmicos de alta resolución.

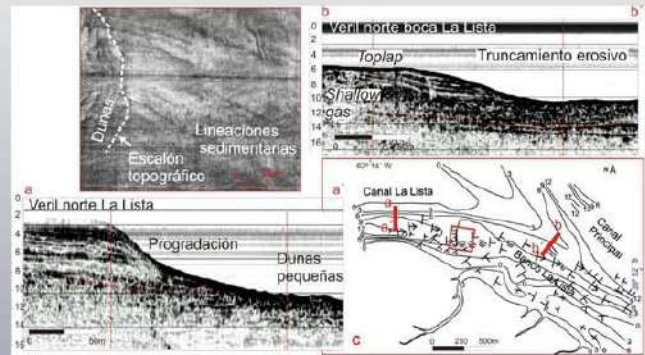


Figura 4. Rasgos de fondo presentes en la zona de desembocadura del canal La Lista. Registro de sonar de barrido lateral y perfiles de sísmica somera.

#### CONCLUSIONES

El análisis integrado de los datos geofísicos del canal La Lista permitió establecer la distribución espacial de los procesos sedimentarios (erosión, transporte y depositación) intervinientes en la morfodinámica del canal (Fig. 5)



Figura 5. Localización de las áreas con dominio de procesos erosivos, de transporte y de depositación en el Canal La Lista.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EVIDENCIAS SÍSMICAS DE *SHALLOW GAS* EN EL SECTOR INTERNO DEL ESTUARIO DEL BAHÍA BLANCA, ARGENTINA

PEREYRA FERNÁNDEZ E. A.<sup>1</sup>; ALIOTTA S.<sup>1, 2</sup>; GINSBERG S. S.<sup>1, 2, 3</sup>

Instituto Argentino de Oceanografía (UNS-CONICET)<sup>1</sup> (Eliana A. Pereyra Fernández; [elianapf@iado-conicet.gob.ar](mailto:elianapf@iado-conicet.gob.ar)); Universidad Nacional del Sur<sup>2</sup> (UNS), Argentina; Universidad Tecnológica Nacional<sup>3</sup>

La morfología regional del Estuario de Bahía Blanca, sur de la provincia de Buenos Aires (Argentina), se caracteriza por una costa baja, areno limo-arcillosa, con una densa red de canales, separados por islas y amplias llanuras de marea. El área de estudio comprende la porción más interna del estuario, constituida por el Canal Principal y varios canales secundarios. En la zona de la presente investigación, mediante sísmica de 3,5 kHz, se han relevado diversas acumulaciones de *shallow gas*, las cuales se vinculan a sedimentos de un paleoambiente deltaico del Cuaternario tardío. El objetivo de este trabajo es establecer los patrones anómalos en la registración sísmica asociados a la presencia de *shallow gas*. Mediante datos de perforaciones y muestreo con testigos se determinó que el subsuelo marino se halla constituido por limo areno-arcilloso. Para evaluar y clasificar las anomalías, fue considerada la intensidad de la respuesta sísmica, junto con su geometría y extensión. Se definen dos áreas acotadas de acumulaciones de gas: dentro de un canal secundario (La Leña) y en el veril sur del Canal Principal. En La Leña la presencia de gas se extiende por 1800 m. En esta se observa turbidez acústica (*acoustic turbidity*), en donde la energía sísmica es disipada y no es posible la determinación de reflectores. Hacia el interior de este canal se encuentran anomalías de tipo plumas intra-sedimentarias (*intrasedimentary plumes*), de hasta 4 m de longitud vertical, cuyo patrón responden a parábolas que cortan la estratificación suprayacente. Además, en este sector, se registran plumas acústicas (*acoustic plume*) dentro de la columna de agua. Por otro lado, en el Canal Principal, el gas se extiende por 2700 m. Se observan patrones que varían entre los del tipo apantallamiento acústico (*acoustic blanking*), sombra negra (*black shadow*) y turbidez acústica (*acoustic turbidity*). Los del primer tipo presentan alta reflectividad de la energía acústica, que enmascara totalmente los reflectores subyacentes. Las *black shadow* manifiestan patrones de reflexiones múltiples. Asimismo, se observan sectores con patrones de turbidez acústica. En síntesis, las anomalías acústicas definidas en el área de estudio corresponden a plumas, tanto intra-sedimentarias como en la columna de agua, turbidez, sombras y apantallamiento. El *shallow gas* analizado en el sector más interno del estuario se halla genéticamente asociado con los extensos depósitos de sedimentos gasíferos presentes a lo largo de toda la región costera de Bahía Blanca.

Palabras Clave: *Shallow gas*. Sísmica. Estuario de Bahía Blanca.



### EVIDENCIAS SÍSMICAS DE SHALLOW GAS EN EL SECTOR INTERNO DEL ESTUARIO DEL BAHÍA BLANCA, ARGENTINA

PEREYRA FERNÁNDEZ E. A.<sup>1</sup>; ALIOTTA S. I.<sup>2</sup>; GINSBERG S. S.<sup>1,3</sup>

Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET-UNS)<sup>1</sup>; Universidad Nacional del Sur, Departamento en Geología<sup>2</sup>; Universidad Tecnológica Nacional, FRBB, Departamento de Ingeniería Civil<sup>3</sup>; Eliana Adabella Pereyra Fernández, elianapf@iado-conicet.gov.ar

#### INTRODUCCIÓN

La morfología regional del Estuario de Bahía Blanca, sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina, se caracteriza por una costa baja, arenosa limo-arcillosa, constituida por una densa red de canales mareales, separados por islas y amplias llanuras de marea. El área de estudio comprende la porción más interna del estuario, constituida por el Canal Principal y varios canales secundarios (Fig. 1). Dentro de la misma se encuentra la desembocadura del río Sauce Chico. En la zona de la presente investigación, mediante sísmica de 3,5 kHz, se han relevado diversas acumulaciones de gas somero (shallow gas), las cuales se vinculan a sedimentos de un paleocambiente deltaico del Cuaternario tardío. El objetivo de este trabajo es establecer los patrones anómalos de reflexión sísmica asociados a la presencia de shallow gas en el subsuelo del estuario.

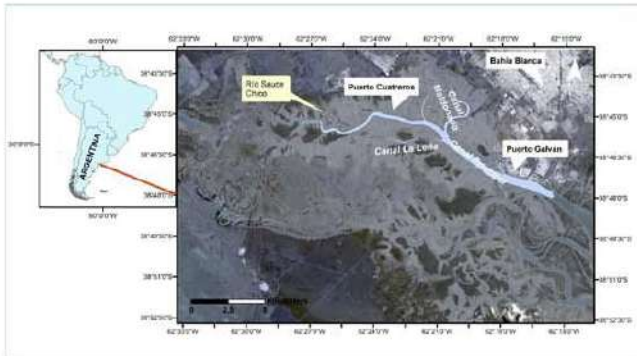


Figura 1. Área de estudio: sector interno del Estuario Bahía Blanca. Se muestran los canales de marea correspondiente al Canal Principal y los canales secundarios La Leña y Maldonado.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

La prospección geofísica del área fue mediante un perfilador sísmico de subfondo 3,5 kHz. Los registros se trataron mediante uso de software específico. Luego se evaluaron y clasificaron las anomalías sísmoacústicas, considerando las intensidades de la respuesta sísmica, junto con su geometría y extensión. Mediante datos de perforaciones, muestreo con testigos y muestreo superficial se determinó la sedimentología del subsuelo marino.

#### RESULTADOS

Se identificaron dos áreas acotadas de acumulaciones de gas: dentro de un canal secundario (La Leña) y en el veril sur del Canal Principal.

En el canal La Leña (Fig. 2), la acumulación con presencia de gas se extiende por 1800 m. En este se observa turbidez acústica (*acoustic turbidity*), en donde la energía acústica es disipada y no es posible observar los reflectores de la unidad. Hacia el interior de este canal, se encuentran anomalías de tipo plumas intrasedimentarias (*intrasedimentary plumes*), de hasta 4 m de longitud vertical, cuyo patrón responden a parábolas que cortan los reflectores suprayacentes. Además, en este sector, se registran plumas acústicas (*acoustic plume*) dentro de la columna de agua.

Por otro lado, en el Canal Principal (Fig. 3), la acumulación total de gas se extiende por de 2700 m. Se observan patrones anómalos que varían entre los del tipo apantallamiento acústico (*acoustic blanking*), sombra negra (*black shadow*) y turbidez acústica (*acoustic turbidity*). Las del primer tipo se distinguen por presentar alta reflectividad de la energía acústica, lo que enmascara totalmente los reflectores subyacentes. Esta acumulación habitualmente se observa a 1 m del fondo. Las anomalías sombras negras manifiestan patrones de reflexiones múltiples por reverberación de energía de la fase superior del gas en contacto con el fondo marino. Asimismo, en este canal se observan sectores con patrones de turbidez acústica.

El análisis sedimentario de testigos indicó que, dentro del canal La Leña el subfondo es principalmente limo arenoso altamente cohesivo, con restos de conchillas y grava. Mientras que en el veril sur del Canal Principal, los sedimentos del subfondo corresponden a limos arcillo-arenosos a limos arenos-arcillosos cohesivos.

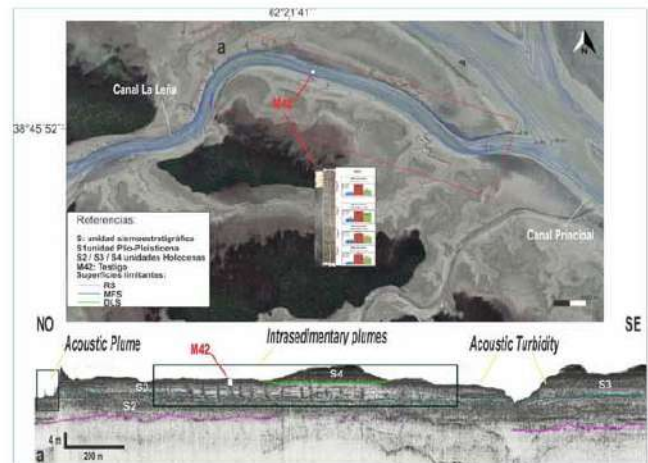


Figura 2. Sector del canal secundario La Leña donde se observaron 3 patrones sísmicos anómalos y que indican presencia de *shallow gas*: *Acoustic turbidity*, *Intrasedimentary plumes* y *Acoustic plume*.

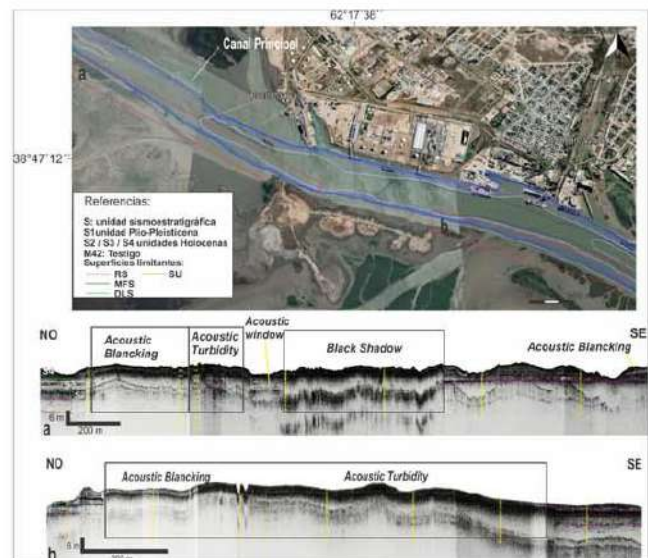


Figura 3. Sectores del Canal Principal donde se observaron 3 patrones de anomalías sísmoacústicas y que indican presencia de *shallow gas*: *Acoustic turbidity*, *Acoustic Blanking* y *Black Shadow*.

#### CONCLUSIONES

Las anomalías acústicas definidas en el área de estudio corresponden a plumas, tanto intra-sedimentarias como en la columna de agua, turbidez, sombras y apantallamiento. El *shallow gas* analizado en el sector más interno del estuario se halla genéticamente asociado con los extensos depósitos de sedimentos gasíferos presentes a lo largo de la región costera de Bahía Blanca.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CONSTRUÇÃO DE MAPAS DE ILUMINAÇÃO SÍSMICA BASEADA NA FUNÇÃO DE PONTO DE ESPALHAMENTO PARA ANÁLISE DE MODELOS DE VELOCIDADE

PAULA, R.A.A.; DA SILVA, L.E.F.; CORSO, G.; ARAÚJO, J.M.A.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Rafael Alves de Azevedo de Paula, [rafael.alvesazevedo@hotmail.com](mailto:rafael.alvesazevedo@hotmail.com))

O imageamento da subsuperfície é um importante tema na geofísica e um tópico de grande interesse econômico. Diversas técnicas têm sido usadas na construção de modelos geológicos com informações precisas de suas propriedades físicas, desde estudos ambientais até exploração de petróleo e gás. Uma das técnicas mais poderosas é baseada na equação de onda e é conhecida na literatura como Inversão da Forma de Onda Completa (FWI - Full-Waveform Inversion). O FWI é um método usado na construção de imagens de subsuperfície (geralmente, modelos de velocidades de onda P), FWI é uma técnica poderosa, pois considera todos os fenômenos ondulatórios que ocorrem no meio em que elas atravessam. Por se tratar de um problema não-linear, ela é formulada como um problema de otimização, o qual tem como objetivo é minimizar a diferença entre os dados sísmicos observados no campo e os dados simulados em um determinado modelo de velocidades. Assim como a grande maioria dos problemas geofísicos inversos, o FWI é um problema inverso mal-posto no sentido de Hadamard, isto significa que vários modelos de velocidades podem ser uma solução para o problema de otimização. Em outras palavras, o modelo de velocidades resultante pode conter erros. Desse modo, surge a necessidade do desenvolvimento de técnicas de controles de qualidade que sejam capazes de indicar as regiões mais confiáveis nos modelos de velocidades obtidos no processamento sísmico. Tradicionalmente, este controle de qualidade é realizado através da obtenção de um mapa de iluminação usando técnicas baseadas no traçado de raio ou com uso da própria equação de onda, onde a parte do modelo de velocidades que mais experimenta a passagem de ondas sísmicas é a mais iluminada e, a parte mais confiável do modelo de velocidades. Neste trabalho, usamos a técnica baseada na função de ponto de espalhamento (PSF - *point spreading function*) para calcular o mapa de iluminação para avaliar a precisão dos modelos de velocidades obtidos. O PSF fornece informações sobre a resolução da imagem sísmica, e carrega informações completas sobre os fatores que afetam a sua qualidade. Para mostrar a efetividade da metodologia estudada, simulamos uma aquisição marinha usando um modelo de velocidades sintético conhecido como BUJA2019. Com a imagem sísmica resultante do FWI, construímos o mapa de iluminação sísmica com a metodologia estudada e comparamos com o modelo de velocidades real, fazendo um estudo quanto a limitação do método, dada a iluminação adquirida pela geometria de aquisição aplicada no levantamento.

Palavras-chave: Inversão da forma completa de onda. Iluminação sísmica. *Point spread function*. Aquisição marinha.

### Construção de mapas de iluminação sísmica baseada na função de ponto de espalhamento para análise de modelos de velocidade

DE PAULA, R.A.A.<sup>1</sup>; DA SILVA, S.L.E.F.<sup>1</sup>; CARVALHO, P.T.<sup>1</sup>; ARAÚJO, J.M.<sup>1</sup>; CORSO, G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal - RN, Brasil

#### Introdução

O imageamento da subsuperfície é um tema importante na geofísica e um tópico de grande interesse econômico. Diversas técnicas têm sido usadas na construção de modelos geológicos com informações de suas propriedades físicas, desde estudos ambientais até exploração de petróleo e gás. Uma das técnicas mais poderosas é baseada na equação de onda e é conhecida na literatura como Inversão da Forma de Onda Completa (FWI - Full-Waveform Inversion) (Lailly, 1983; Tarantola, 1984). O FWI é um método usado na construção de imagens de subsuperfície (geralmente, modelos de velocidades de onda P), e é uma técnica com grande potencial, pois considera todos os fenômenos ondulatórios que ocorrem no meio em que elas atravessam. Apesar das suas potencialidades se faz necessário avaliar a confiabilidade do resultado. Nesse trabalho foram construídos mapas de iluminação com base na função de ponto de espalhamento (PSF - Point Spread Function)(Chen et al., 2016), para avaliar o quanto a iluminação pode indicar a confiabilidade desses resultados.

#### Função de ponto de espalhamento

Para se obter a PSF, é necessário obter o campo gerado por um único ponto do modelo. Dessa forma, as equações sem e com perturbação em um único ponto do modelo de velocidades ( $\nu$ ) ficam:

$$\left(\frac{1}{\nu^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \nabla^2\right) p = f \quad (1) \quad \left(\frac{1}{(\delta\nu + \nu)^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \nabla^2\right) (\Delta p) = f \quad (2)$$

onde,  $p$  é a pressão acústica,  $\Delta p = \delta p + p$ ,  $f$  a fonte sísmica,  $\nabla^2$  o laplaciano e  $t$  o tempo. Fazendo a diferença da Equação 1 e Equação 2, temos o campo espalhado pontualmente:

$$\frac{1}{\nu(x)^2} \frac{\partial^2 \delta p}{\partial t^2} - \nabla^2 \delta p = \frac{2\alpha \delta \nu}{\nu^2} \frac{\partial^2 p}{\partial t^2} \quad (3)$$

onde  $\alpha = \frac{\delta \nu}{\nu}$ . A Figura 2C ilustra o campo pontual em um sismograma. Nosso fluxograma de trabalho:

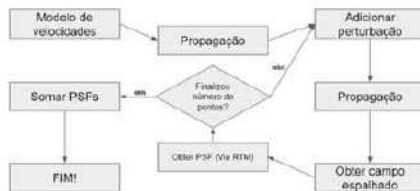


Figura 1: Fluxograma esquemático ilustrando o processo utilizado para construção do mapa de iluminação sísmica a partir dos PSFs.

#### Resultados

Em nosso estudo foi utilizado o modelo Buja2019 (Rego et al. (2019)), apresentado na Figura 3(A). Primeiro foi aplicada a inversão de norma L2 dos resíduos (diferença entre dados observados e modelados) no domínio do tempo. Na aquisição sísmica foram utilizados 20 fontes Ricker com frequência pico de 8Hz, separadas de 288 m, com 376 geofones espaçados de 16 m. O resultado da inversão das formas de ondas é apresentada na Figura 3(C), enquanto os mapas de iluminação para o modelo verdadeiro e reconstruído via FWI estão ilustradas nas Figuras 3(B) e 3(D), respectivamente..

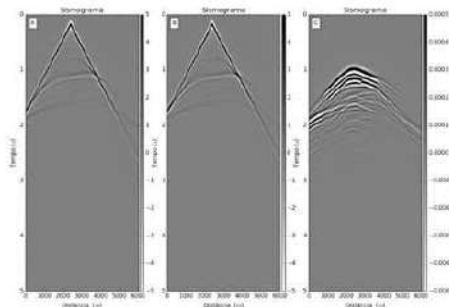


Figura 2: Sismograma A: Sismograma com modelo de velocidades real Sismograma B: Sismograma com modelo de velocidades com perturbação. Sismograma C: Diferença do Sismograma A e B, que vem a ser o campo espalhado por um único ponto do modelo.

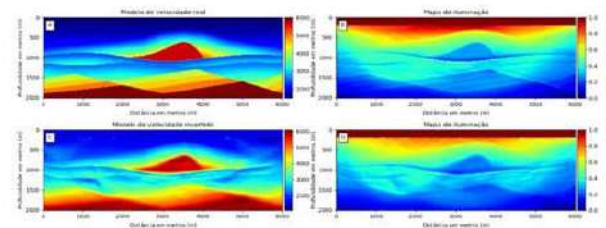


Figura 3: As Figura A e B são respectivamente o Modelo Buja2019 real e a iluminação adquirida. As Figura C e D são respectivamente o Modelo Buja2019 invertido com 160 iterações e a iluminação adquirida.

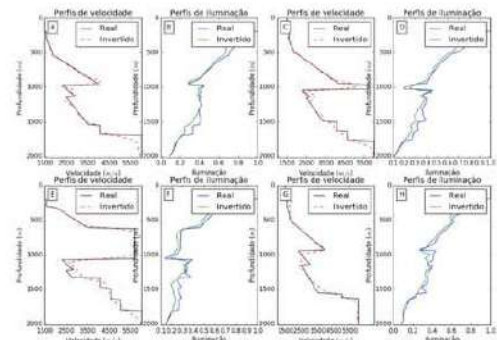


Figura 4: Comparação dos perfis de velocidade real e invertido, juntamente com perfis de iluminação do modelo e real e invertido. Os perfis A e B, C e D, E e F, G e H estão localizados respectivamente em  $x = 2000$  m,  $x = 2400$  m,  $x = 3000$  m e  $x = 4800$  m.

#### Conclusões

Analisando a inversão obtida (Figura 3C) juntamente com a iluminação Figura 3D, dada a geometria de aquisição, observamos resultados coerentes, uma vez que a região que apresentou uma boa iluminação mostrou melhores resultados. Para regiões com boa iluminação, valores acima de 0,5, as camadas apresentaram ajustes congruentes com as do modelo real, já para regiões mais profundas, valores de iluminação abaixo de 0,5, temos uma suavização das velocidades observadas nos perfis C, E e G (Figura 4). O modelo invertido apresenta distorções nos limites laterais do modelo, apesar disso a iluminação permanece baixa após a inversão indicando baixa confiabilidade dos resultados para região. Para região abaixo do sal, temos uma iluminação ainda menor após a inversão, também indicando uma região de baixa confiabilidade.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio da **Shell Brasil** através do projeto *Métodos para inversão de forma de onda completa* na Universidade Federal do Rio Grande do Norte **UFRN** e a importância estratégica do apoio dado pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (**ANP**) através do regulamento de PD. Os autores também agradecem o apoio do Conselho Nacional Brasileiro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (**CNPq**).

#### Referências

Chen, B., Jia, X.-F., and Xie, X.-B. (2016). Broadband seismic illumination and resolution analyses based on staining algorithm. *Applied Geophysics*, 13(3):480-490.

Lailly, P. (1983). *The seismic inversion problem as a sequence of before stack migrations*. Conference on Inverse Scattering, Theory and Application. Conference on Inverse Scattering: Theory and Application. Proceedings in Applied Mathematics Series. SIAM.

Rego, R. C. L., Lima, W. A., da Costa, C. A. N., Duarte, E. F., and de Araujo, J. M. (2019). Regularized multiscale frequency domain full-waveform inversion based on hybrid regularization scheme. In *International Congress of the Brazilian Geophysical Society. SBGf*.

Tarantola, A. (1984). Inversion of seismic reflection data in the acoustic approximation. *Geophysics*, 49:1259 - 1266.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### OBTENÇÃO DA BATIMETRIA DE UM ESTUÁRIO ATRAVÉS DE IMAGEM DE SATÉLITE

FILIPPI, B<sup>1</sup>; PINTO, M.W.<sup>1</sup>; ALMEIDA, L.P.M.<sup>2</sup>; KLEIN, A.H.F.<sup>1</sup>

Universidade Federal de Santa Catarina<sup>1</sup> (Bianca Filippi, [bianca\\_filippi@hotmail.com](mailto:bianca_filippi@hotmail.com));  
Universidade Federal de Rio Grande<sup>2</sup>

Este trabalho apresenta dados de batimetria obtidos através do uso de imagens de satélite para a Baía da Babitonga, um estuário localizado ao norte de Santa Catarina. A batimetria derivada de satélite é uma das ferramentas mais promissoras para mapear a morfologia de águas rasas e apresenta como vantagem a extensa área de cobertura dos sistemas de imageamento orbital e a repetitividade, facilitando a identificação de mudanças. Através da aplicação do algoritmo de inversão ótica, o qual utiliza a razão entre as bandas azul e verde das imagens de satélite, foi possível fazer estimativas do campo de profundidade para a Baía da Babitonga. Um levantamento batimétrico monofeixe classificado com categoria B de acordo com a NORMAM-25 foi realizado no período entre 14 e 24 de Maio de 2018 para calibrar e validar o algoritmo. Uma imagem do satélite Landsat-8 foi baixada para a data 20 de Maio de 2018, nas condições ideais para o processamento, compreendendo a área de estudo e sem cobertura de nuvens. Os dados do levantamento monofeixe e os diferentes valores de reflectância das bandas do satélite foram correlacionados. O processamento das imagens consistiu na separação da água-terra através do valor da banda infravermelho próximo e aplicação de filtros para remoção dos ruídos. Por fim, foi aplicado o algoritmo para obtenção da profundidade e calculado o erro entre os dados medidos e os obtidos pelo satélite. O modelo batimétrico gerado apresenta uma resolução espacial de 30 metros, originada da mesma resolução da imagem de satélite utilizada. O levantamento batimétrico monofeixe apresentou profundidade mínima de 0 metros e máxima de -29,7 metros, em baixios e no canal de navegação dos portos, respectivamente. Já a batimetria obtida pelo satélite apresentou profundidade de mínima -0,7 metros e máxima de -30,3 metros. Ambos os resultados foram referenciados ao datum vertical da DHN. Os resultados do modelo mostraram uma boa correlação, com um coeficiente de correlação ( $r$ ) de 0,90 entre a profundidade derivada da imagem e a medida in situ do levantamento monofeixe. Foi encontrada uma raiz do erro quadrático médio (RMSE) de 0,48 metros e um viés (bias) de 0,81 metros, representando uma superestimação das profundidades estimadas pelo satélite. O mapa obtido representou melhor águas rasas com profundidades menores que 10 metros. Já em profundidades maiores, a exatidão do modelo diminuiu devido à turbidez e a dificuldade de penetração da luz nessas regiões. A técnica de batimetria derivada de satélite representou um resultado eficiente para obtenção da batimetria do estuário da Baía da Babitonga.

#### INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta dados de batimetria obtidos através do uso de imagens de satélite para a Baía da Babitonga (Figura 1), um estuário localizado ao norte de Santa Catarina. A Batimetria Derivada de Satélite é uma das ferramentas mais promissoras para mapear a morfologia de águas rasas e apresenta como vantagem a extensa área de cobertura dos sistemas de imageamento orbital e a repetitividade, facilitando a identificação de mudanças. Através da aplicação do algoritmo de inversão óptica proposto por Stumpf *et al.* (2003), foi utilizada a razão entre as bandas verde e vermelha das imagens de satélite para fazer estimativas do campo de profundidade.

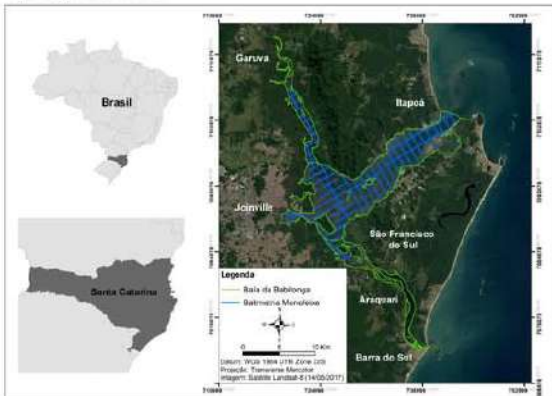


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo e as linhas de batimetria sondadas.

#### RESULTADOS

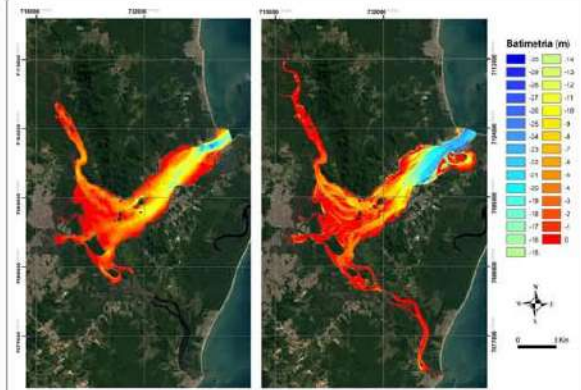
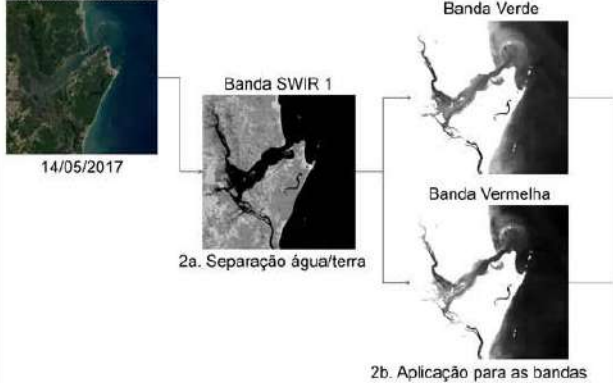


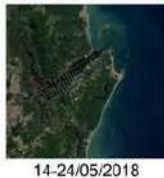
Figura 2. Comparação entre a batimetria obtida no levantamento monofeixe (esquerda) e a batimetria obtida pela imagem de satélite (direita).

#### MATERIAIS E MÉTODOS

##### 1. Imagem Landsat 8

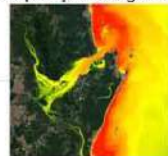


##### Levantamento batimétrico monofeixe



14-24/05/2018

##### 3. Aplicação do algoritmo



##### 4. Referência vertical



Regressão

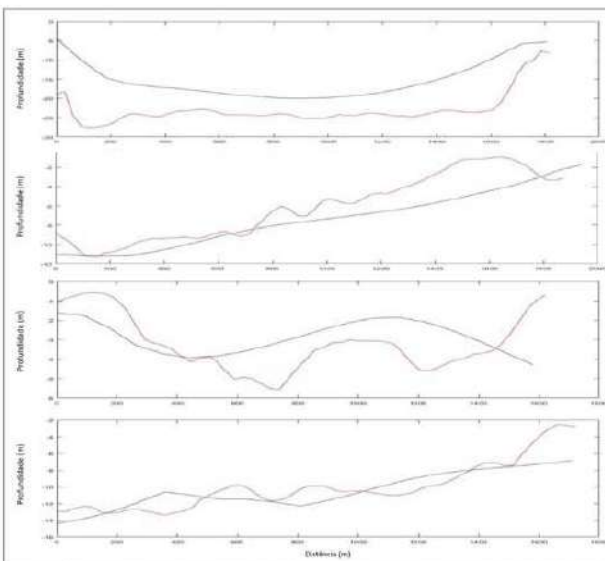


Figura 3. Comparação entre os perfis batimétricos do levantamento monofeixe (azul) e da imagem de satélite (vermelho).

#### CONCLUSÕES

Os resultados do algoritmo mostraram uma boa correlação, com um coeficiente de correlação ( $r$ ) de 0,90 entre a profundidade derivada da imagem e a medida pelo levantamento monofeixe. Foi encontrada uma raiz do erro quadrático médio (RMSE) de 0,43 metros e um viés (bias) de 0,81 metros, representando uma superestimação das profundidades medidas pelo satélite.

O mapa obtido representou melhor águas rasas com profundidades menores que 10 metros. Já em profundidades maiores, a exatidão do modelo diminuiu devido à turbidez e a dificuldade de penetração da luz nessas regiões.

A técnica de batimetria derivada de satélite representou um resultado eficiente para obtenção da batimetria do estuário da Baía da Babitonga.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

STUMPF, R.P.; HOLDERIED, K.; SINCLAIR, M. Determination of water depth with resolution satellite imagery over variable bottom types. *Limnology and Oceanography*, v. 48, n. 12, p. 547-555, 2003.

#### AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) através do projeto "Subida do nível do mar e a Baía da Babitonga: uma abordagem eco-morfodinâmica para prever e mitigar impactos (Bay Squeeze)" Chamada Pública MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 - Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Bacias do Brasil N° Processo: 441545/2017-3.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### UN GRAN CAMPO DE DUNAS EN EL ESTUARIO DE BAHIA BLANCA (ARGENTINA): MORFOLOGIA Y CONDICIONES HIDRODINAMICAS

MINOR SALVATIERRA, M.<sup>1,2</sup>; GINSBERG, S.S.<sup>1,2,3</sup>; ALIOTTA, S.<sup>1,2</sup>

Instituto Argentino de Oceanografía (UNS-CONICET)<sup>1</sup> (Minor Salvatierra; [mminor@iado-conicet.gob.ar](mailto:mminor@iado-conicet.gob.ar)); Universidad Nacional del Sur<sup>2</sup> (UNS), Argentina; Universidad Tecnológica Nacional<sup>3</sup>, Argentina

En la entrada al Canal Principal del estuario de Bahía Blanca, (sureste de la Pcia. de Buenos Aires, Argentina) se desarrolla un campo de dunas de grandes dimensiones (ancho: 1,8 km, largo: 5,5 km), con geformas de diversas características. Relevamientos con sonda multihaz permitieron realizar un análisis morfológico, mientras que el subsuelo marino fue evaluado mediante el uso de un perfilador sísmico de 3,5 kHz. Además, a través de mediciones de corriente efectuadas por método acústico (ADCP) se estudiaron las condiciones hidrodinámicas del sector. Las dimensiones de las dunas varían desde 20 m de longitud de onda y 1-2 m de altura (dunas medianas), a grandes dunas, con más de 140 m de longitud de onda y 4,5 m de altura. Las dunas de mayores dimensiones (crestas sinusoidales y de tipo barján) se desarrollan en el sector más profundo (19-24 m), donde el suministro de sedimento es relativamente escaso. Aquí, los datos sísmicos corroboraron la presencia de un fondo duro (relictico) con escasa o nula cubierta sedimentaria. En cambio, la mayor densidad de dunas, especialmente crestas sinuosas o rectas, se generan en el sector sur del campo de dunas, adyacente a un banco de arena y a lo largo de un sector con alta disponibilidad de sedimento. Las mediciones de corriente indican que la máxima velocidad promedio de la corriente de flujo es de 120 cm.s<sup>-1</sup>, mientras que el reflujó alcanza 135 cm.s<sup>-1</sup>. En ambas fases de la marea, la mayor velocidad se registra en la cresta de las dunas, especialmente durante el reflujó, mientras que la menor en el seno de las geformas. En este sitio, durante la corriente de flujo, se advierte que el forzamiento topográfico produce la generación de una pequeña turbulencia. El análisis del campo de flujo sobre las dunas muestra que las formas de mayores dimensiones (dunas grandes con crestas sinuosas o barján) se desarrollan donde la velocidad de la corriente es mayor. La sinusoidad de la línea de cresta es elevada, mientras que la altura a lo largo de la misma se torna variable. En cambio, a menores velocidades de corriente las dunas tienden a desarrollar crestas suavemente sinuosas o rectas y una altura uniforme a lo largo de su longitud. Se concluye que la configuración y distribución que adquieren las dunas dentro del campo están vinculadas a la disponibilidad de sedimento móvil y a las velocidades del flujo en el sector en que ellas se generan.

Palabras clave: Dunas. Corrientes de marea. Disponibilidad sedimentaria.

#### INTRODUCCIÓN

En el estuario de Bahía Blanca (Argentina), (Fig. 1) las dunas submareales constituyen un rasgo morfológico frecuente. Particularmente, en el área de entrada al estuario se localiza un gran campo de dunas, con formas mayores a 5 m de altura, constituyéndose en las más altas del ambiente estuarial (Aliotta, 1987). La presencia de estas grandes geoformas representa un constante peligro para la navegación, en especial si las mismas sufren cambios significativos en respuesta a las tareas antrópicas, que modifican la disponibilidad y distribución de los sedimentos, y perturban el equilibrio natural del sistema. Es por ello que estudiar sus características morfológicas y dinámicas es necesario para conocer el comportamiento de las dunas (desplazamiento y velocidad de migración) para lograr un buen manejo de la navegación del estuario. El objetivo del presente trabajo es analizar la morfología de las dunas y determinar las velocidades de las corrientes de flujo y reflujo.



Figura 1. Imagen satelital de la región costera-marina de Bahía Blanca con la ubicación del área de estudio.

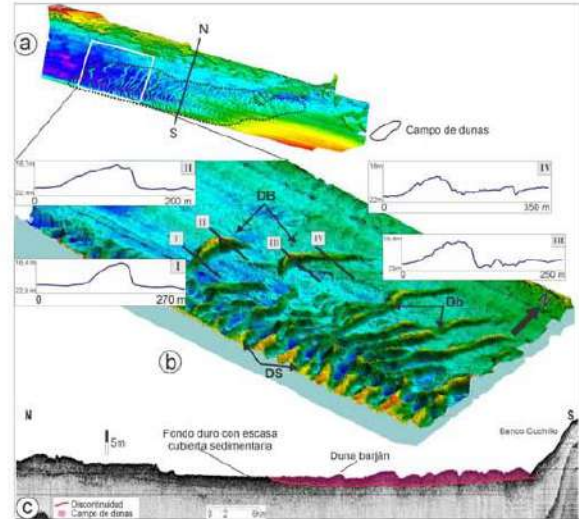


Figura 2. a) Morfología por imagen multibeam que muestra los detalles de las características morfológicas. El área delimitada por líneas negras discontinuas encierra el campo de dunas. b. Detalle del recuadro, DB: Dunas barjanes, DS: Dunas sinusoidales. c. Perfil sísmico N-S se diferencia el fondo duro y el campo de dunas.

#### MÉTODOS

Este trabajo fue realizado mediante el análisis de datos batimétricos obtenidos con un sistema batimétrico multihaz de alta resolución (GeoSwath Plus de GeoAcoustics Ltd. (UK), 250 kHz) junto a un perfilador sísmico de alta resolución 3.5 kHz, montados en la embarcación oceanográfica "Buen día Señor", del Instituto Argentino de Oceanografía (IADO). Se llevaron a cabo perfiles transversales y longitudinales al canal Principal. La navegación se posicionó mediante DGPS y se controló por un programa de navegación específico.

Los datos del flujo de agua fueron obtenidos utilizando un ADCP Broadband Workhorse marca Monitor fabricado por RD Instrument, operando en una frecuencia de 600 kHz. Este equipo mide perfiles continuos de las corrientes de marea a lo largo de la columna de agua.

#### RESULTADOS

Los datos obtenidos con sonda multihaz permitieron determinar con alta resolución y de forma tridimensional el fondo marino (Fig. 2 a). En el sector centro-sur del canal se presenta un gran campo de dunas. Las dimensiones de las dunas varían desde 20 m de longitud de onda y 1-2 m de altura (dunas medianas), a grandes dunas, con más de 140 m de longitud de onda y 4.5 m de altura (Fig. 2 b). Las dunas de mayores dimensiones (crestas sinusoidales y de tipo barján) se desarrollan en el sector más profundo (19-24 m), donde el suministro de sedimento es relativamente escaso. Los datos sísmicos corroboraron la presencia de un fondo duro (relicto) con escasa o nula cubierta sedimentaria (Fig. 2 c). En cambio, la mayor densidad de dunas, especialmente crestas sinusoidales o rectas, se generan en el sector sur del campo de dunas, adyacente a un banco de arena y a lo largo de un sector con alta disponibilidad de sedimento. Las mediciones de corriente indican que la máxima velocidad promedio de la corriente de flujo es de 120 cm.s<sup>-1</sup>, mientras que el reflujo alcanza 135 cm.s<sup>-1</sup>. En ambas fases de la marea, la mayor velocidad se registra en la cresta de las dunas, especialmente durante el reflujo, mientras que la menor en el seno de las geoformas (Fig. 3). En este sitio, durante la corriente de flujo, se advierte que el forzamiento topográfico produce la generación de una pequeña turbulencia. El análisis del campo de flujo sobre las dunas muestra que las formas de mayores dimensiones (dunas grandes con crestas sinusoidales o barján) se desarrollan donde la velocidad de la corriente es mayor. La sinusoidalidad de la línea de cresta es elevada, mientras que la altura a lo largo de la misma se torna variable. En cambio, a menores velocidades de corriente las dunas tienden a desarrollar crestas suavemente sinusoidales o rectas y una altura uniforme a lo largo de su longitud.

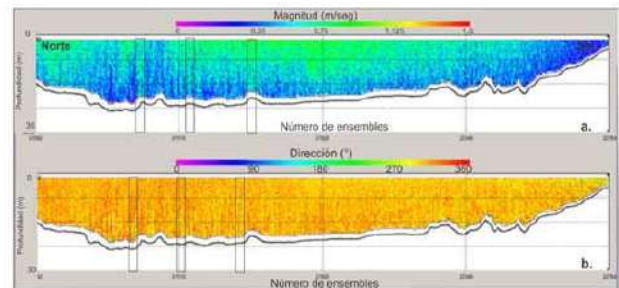


Figura 3. Campo de velocidad (a) y dirección (b) del flujo de agua durante la corriente de creciente. Los recuadros muestran (a) Aceleración del flujo por encima de las crestas y (b) cambios en la dirección del flujo en el seno entre dunas.

#### CONCLUSIONES

En el sector de mayor profundidad del área, entre los 19 y 24 m, se desarrollan dunas de diversas dimensiones, agrupadas en un gran campo de forma elongada. Las dunas poseen un perfil topográfico marcadamente asimétrico, evidenciando un transporte de sedimento hacia el exterior del sistema estuarial. Un análisis particular de la distribución de las alturas indica que las mayores dimensiones (4.0-5.5 m) tienden a desarrollarse en el sector oeste y hacia el sur del campo.

En base a su morfología se han diferenciados dos tipos de configuración que presentan estas geoformas: dunas sinusoidales y de tipo barján. Las crestas de las primeras son continuas, pudiendo extenderse desde 100 a 500 m, mientras que las de tipo barján tienen sus partes terminales ("cuernos") hacia la parte externa del estuario.

Se concluye que la forma que adquieren y su distribución de las dunas estarían vinculadas a la disponibilidad de sedimento y velocidades del flujo en el área que se generan.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aliotta, S., 1987. Estudio de la geomorfología y de la dinámica sedimentaria del Estuario de Bahía Blanca entre Puerto Rosales y Fondeadero. Tesis Doctoral. Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, p. 180.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### DETECÇÃO AUTOMATIZADA DE FALHAS E FRATURAS EM DADOS DE SÍSMICA DE POÇO NA BACIA DE CAMPOS

BULHÕES, F.C.; FERREIRA, G.D.; OLIVEIRA, R. L.

Petróleo Brasileiro S.A. (Frank Cenci Bulhões; [frankcenci@petrobras.com.br](mailto:frankcenci@petrobras.com.br))

A metodologia de sísmica de poço vertical (VSP – *Vertical Seismic Profile*) é geralmente considerada subutilizada. Tradicionalmente, os dados VSP são adquiridos para determinar relações diretas de tempo-profundidade e produzir seções e imagens. Os dados de levantamento *walk-away* são geralmente adquiridos para fornecer informações sobre anisotropia e informações estruturais e os dados intermediários são frequentemente usados para fornecer informações sobre direções de fratura. Esses conjuntos de dados de deslocamento contêm uma abundância de informações adicionais, particularmente em fraturas, que raramente são exploradas, mas podem ser extraídas por meio de processamento avançado adicional. O mapeamento e a caracterização de fraturas naturais em subsuperfície é importante para observar o desenvolvimento de reservatórios de hidrocarbonetos, devido ao grande impacto mecânico e hidráulico das fraturas nas rochas reservatório, principalmente de gás. Além da importância de definição de rotas de migração, as acumulações ocorrem nas vizinhanças de regiões com maior densidade de fraturas. Este trabalho apresenta um estudo de caso no qual conjunto de dados VSP *multi-offset* é utilizado para aplicação do fluxo de detecção de falhas e fraturas automatizada em dados sísmicos utilizando atributos de coerência sísmica. O estudo foi aplicado em levantamento sísmico *offshore* na Bacia de Campos. Tradicionalmente, falhas e fraturas são interpretadas como descontinuidades em volumes de amplitude sísmicos. A extração automática de falhas e fraturas utiliza tecnologia de processamento de sinais e um conjunto de ferramentas interativas para diminuição do tempo de interpretação comparado aos métodos totalmente manuais. A entrada desse fluxo é um volume de descontinuidade ou similaridade extraído da amplitude e a saída é um volume de probabilidade relativa de falhas e fraturas. O fluxo de trabalho proposto é: 1) pré-condicionamento dos dados para remoção de ruídos; 2) geração de atributos sísmicos geométricos não convencionais a partir de um processo automático de extração de falhas; 3) análise de componentes principais em uma abordagem multi-atributo como entrada para um processo de reconhecimento de padrões sísmicos usando filtros estruturalmente orientados por volumes de *dip* e *azimuth* para realçar as descontinuidades; 4) geração de um atributo que representa os vetores das direções de falha e fraturas extraídos em cada *slice* e determinar a orientação dos azimutes das famílias de fraturas e 5) controle de qualidade das direções de famílias de falhas e fraturas obtidas comparando a interpretações existentes em perfis imagens de poços utilizando diagramas de roseta e com a razão de energia entre a onda-S transversa e radial no levantamento *walk-around*. No trabalho realizado as direções de falhas e fraturas detectadas a partir do fluxo apresentaram grande correlação quando comparados às interpretações nos poços. Os atributos mostraram-se bastante efetivos melhorando a visualização de falhas e fraturas.

Palavras-chave: Sísmica. Atributos. VSP.





## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### DETECÇÃO DE FALHAS E FRATURAS AUTOMATIZADA EM DADOS DE SÍSMICA DE POÇO NA BACIA DE CAMPOS

BULHÕES, F.C.<sup>1</sup>; FERREIRA, G.D.<sup>1</sup>; OLIVEIRA, R. L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Petrobras – Petróleo Brasileiro S.A., frankcanci@petrobras.com.br



#### INTRODUÇÃO

A metodologia de sísmica de poço vertical (VSP – *Vertical Seismic Profile*) é geralmente considerada subutilizada. Tradicionalmente, os dados VSP são adquiridos para determinar relações diretas de tempo-profundidade e produzir seções e imagens. Os dados de levantamento *walkaway* são geralmente adquiridos para fornecer informações sobre anisotropia e informações estruturais; e os dados intermediários são frequentemente usados para fornecer informações sobre direções de fratura. Esses conjuntos de dados de deslocamento contêm uma abundância de informações adicionais, particularmente em fraturas, que raramente são exploradas, mas podem ser extraídas por meio de processamento avançado adicional.

O mapeamento e a caracterização de fraturas naturais em subsuperfície é importante para observar o desenvolvimento de reservatórios de hidrocarbonetos, devido ao grande impacto mecânico e hidráulico das fraturas nas rochas reservatório, principalmente de gás. Além da importância da definição de rotas de migração, as acumulações ocorrem nas vizinhanças de regiões com maior densidade de fraturas.

#### MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho apresenta um estudo de caso no qual um conjunto de dados VSP *multi-offset* é utilizado para aplicação do fluxo de detecção de falhas e fraturas automatizado em dados sísmicos, empregando-se atributos de coerência sísmica. O estudo foi aplicado em levantamento sísmico *offshore* na Bacia de Campos (Figura 1).

Tradicionalmente, falhas e fraturas são interpretadas como descontinuidades em dados de amplitude sísmica Gersztenkorn & Marfurt (1999). O fluxo de detecção automatizada de fraturas (Figura 2) utilizado por Tomaso *et al.* (2013) possui tecnologia de processamento de sinais e um conjunto de ferramentas iterativas para diminuição do tempo de interpretação comparado aos métodos totalmente manuais. A entrada do fluxo é um volume de descontinuidade ou similaridade extraído da amplitude e a saída é um volume de probabilidade relativa de falhas e fraturas. O fluxo é aplicado às sísmicas 2D *walkaway* (processamento PSDM anisotrópico TTI). O fluxo de trabalho proposto é: 1) pré-condicionamento dos dados para remoção de ruídos; 2) geração de atributos sísmicos geométricos não convencionais a partir de um processo automático de extração de falhas; 3) análise de componentes principais em uma abordagem multi-atributo como entrada para um processo de reconhecimento de padrões sísmicos usando filtros estruturalmente orientados por volumes de *dip* e *azimuth* para realçar as descontinuidades; 4) geração de um atributo que representa os vetores das direções de falha e fraturas extraídos em cada *slice* e determinar a orientação dos azimutes das famílias de fraturas. O resultado do fluxo é comparado às interpretações realizadas no levantamento *walkaround* no dado de razão das energias T/R da onda-S em função do azimute, onde uma menor razão T/R é indicativo de presença de corredores de fraturas (Daley *et al.* 1996; Horne, 2003; Jocker *et al.*, 2008) e com as interpretações realizadas no perfil imagem (Figura 4).

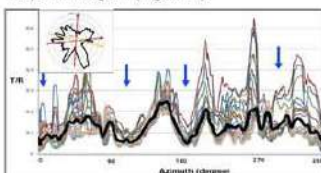


Figura 3 Razão da energia T/R da onda S em função do azimute do levantamento *walkaround*. As setas onde ocorrem a presença de corredores de fraturas.

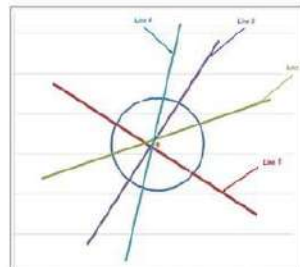


Figura 1. Geometria dos levantamentos *walkaway* (4 linhas), *walkaround* (circular) e o poço (ponto laranja).



Figura 2 Fluxo de detecção automática de falhas e fraturas utilizando atributos sísmicos.

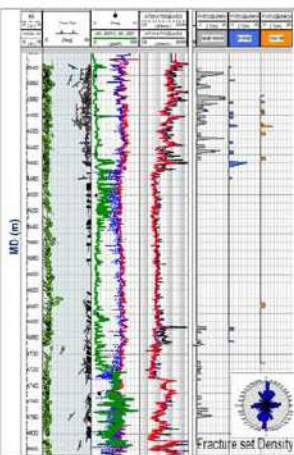


Figura 4. Perfis com falhas e fraturas interpretadas a partir do perfil imagem. Os tracks representam o *dip* e *azimuth* e a densidade do conjunto de fraturas. No diagrama de roseta estão representadas as principais direções interpretadas.

#### RESULTADOS

Na Figura 5 estão representadas a seção sísmica em profundidade da linha 2 PSDM utilizando anisotropia TTI (Figura 5 a), o atributo de coerência calculado (Figura 5b) e o resultado da filtragem realçando as falhas e fraturas (Figura 5c).

Na Figura 6 estão representados os diagramas de roseta das principais direções identificadas pelo fluxo de detecção automatizada.

Na interseção das 4 linhas *walkaway* gerou-se o diagrama de roseta com a representação das principais direções identificadas (Figura 7 a). A principal direção identificada no fluxo foi a 5º N, apresentando forte similaridade com as interpretadas nos dados *walkaround* (Figura 7b) e perfil imagem do poço (Figura 7c). As direções secundárias identificadas apresentaram uma correlação menor.

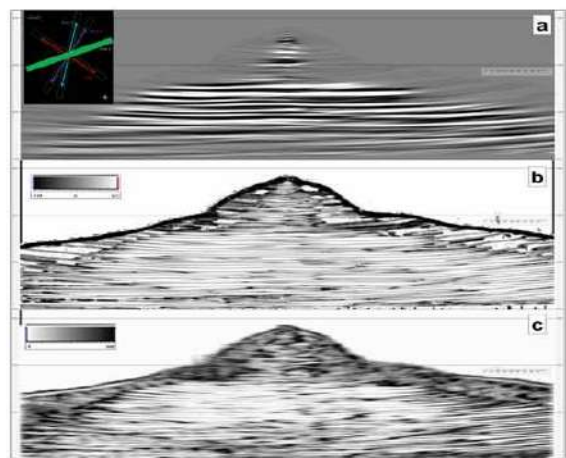


Figura 5 (a) Linha 2 do levantamento *walkaway* com processamento PSDM anisotrópico TTI (b) atributo de coerência e (c) Atributo *fault enhanced*.

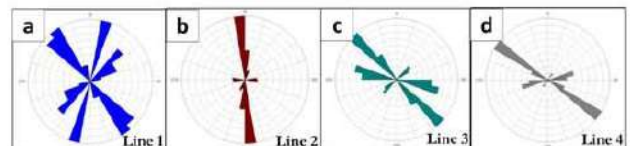


Figura 6. Diagramas de roseta com as direções das descontinuidades detectadas pelo fluxo automatizado aplicado às linhas do levantamento *walkaway*.

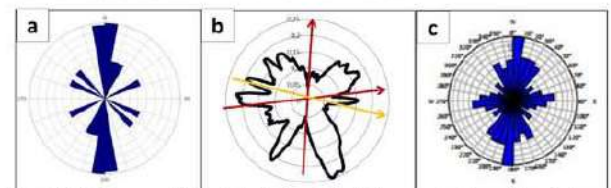


Figura 7 (a) Diagramas de Roseta das fraturas detectadas usando o fluxo automatizado nos dados sísmicos *walkaway*. (b) *walkaround* Transverse/Radial down S-Wave energy ratio e (c) a roseta com as falhas e fraturas interpretadas no perfil imagem.

#### CONCLUSÕES

No trabalho realizado as direções de falhas e fraturas detectadas a partir da sísmica *walkaway* utilizando o fluxo automático apresentaram grande correlação nas direções principais quando comparadas às interpretações no perfil imagem de poço e *walkaround*. Os atributos mostraram-se bastante efetivos na identificação, e melhorando a visualização de falhas e fraturas. A melhor identificação de falhas permite a construção de um modelo estrutural mais realista, delimitando os padrões de fraturamento e indicando mudanças no campo de tensões ao longo da história geológica de uma bacia sedimentar, contribuindo para redução do risco exploratório e delimitação de reservatórios em levantamentos 3D.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DALEY, T. M., LEONARD, M., MAJER, E.L., QUEEN, H., & COX, V.D. Measurement of Fracture-Induced Anisotropy in Shear-Wave Attenuation and Velocity From VSP Data, ERNEST ORLANDO LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY, October 1996.  
 GERSZTENKORN, A. & MARFURT, K. J. Eigenstructure-based coherence computations as an aid to 3-D structural and stratigraphic mapping. *GEOPHYSICS*, VOL. 64, NO. 5, P. 1468-1479. 1999.  
 HORNE, S. Fracture characterization from walkaround VSPs. *Geophysical Prospecting*, 51, 493-499. 2003.  
 JOCKER, J., PRIOLI, R., MONTAGGIONI, P., IDREES, M., LOUBENS, E., & ESCARF, L. Analysis of walkaround VSP azimuthal response using borehole images. SEC Las Vegas 2008 Annual Meeting  
 TOMASO, K., BENAC, F., SARTURI, J., GONZALEZ, G. & DE RIBET, B. Seismic fracture characterization workflow and support for the geological model: Alban carbonate reservoir, Campos Basin, Brazil. 13th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EFEITOS DA REGULARIZAÇÃO NA TOMOGRAFIA DE REFRAÇÃO SÍSMICA MARINHA RASA 2D

BULHÕES, F.C.<sup>1,2</sup>; ALMEIDA, V.T.X.<sup>2</sup>; CETALE SANTOS, M.A.<sup>2</sup>; SANTOS, L.A.<sup>1,2</sup>

Petróleo Brasileiro S.A.<sup>1</sup> (Frank Cenci Bulhões; [frankcenci@petrobras.com.br](mailto:frankcenci@petrobras.com.br)); Universidade Federal Fluminense<sup>2</sup>

Na sísmica de exploração, soluções precisas de superfície rasa são essenciais para o mapeamento de estruturas de baixo-relevo e armadilhas estratigráficas. Tais feições podem ser identificadas através da velocidade em subsuperfície, as quais a tomografia de primeiras quebras pode estimar de forma robusta. Uma abordagem comum para estabilizar o problema inverso mal-posto é aplicar a regularização, que na prática corresponde a restringir as possíveis soluções para a inversão. Assim, um termo de regularização é frequentemente incorporado na função de erro tomográfica para resolver a não-unicidade do problema geofísico inverso. O objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos da regularização de Tikhonov à tomografia sísmica de refração 2D e analisar os efeitos destas nas velocidades sísmicas resultantes. O estudo baseou-se, metodologicamente, em um estudo de caso. Utilizou-se o programa Seismic Unix em linguagem Fortran criado pelo Grupo de Imageamento Sísmico e Inversão da Universidade Federal Fluminense. O programa de tomografia é baseado no traçamento de raios de Podvin. A geometria de aquisição para parametrização da modelagem direta consiste de 12 tiros com um intervalo de 40 m e um total de 150 geofones ao longo de uma linha de 2500 m, em intervalos de 10 m, sendo o primeiro geofone à 100 m da fonte. A obtenção da matriz de tempo de trânsito utiliza diferenças finitas pela equação eikonal referente às primeiras chegadas, cálculo de matriz tomográfica e aplicação do algoritmo de regularização. O modelo de velocidade consiste em 250 células na horizontal e 25 células em profundidade, com um espaçamento uniforme na malha de 10 m. Comparou-se o modelo verdadeiro que contém três camadas e estrutura de um canal de fundo marinho, com velocidades para água do mar de 1500 m/s e as velocidades dos sedimentos marinhos rasos de 2000 m/s e 2500 m/s. Os tempos de trânsito para tomografia foram obtidos por modelagem direta desse modelo, com o mesmo algoritmo usado na tomografia para cálculo do tempo de trânsito. Compararam-se os resultados da tomografia de tempo de trânsito sem regularização com os resultados obtidos pelos esquemas de regularização de Tikhonov. Conclui-se desse trabalho que: 1) os resultados da tomografia apresentam melhores resultados com melhor definição e menor distorção das estruturas com a aplicação da regularização de Tikhonov; 2) impacta no tempo de processamento computacional, com a convergência mais rápida do algoritmo tomográfico com aplicação da regularização e 3) o teste de sensibilidade dos parâmetros mostra o quanto uma escolha não adequada pode resultar em valores sem sentido geológico.

Palavras-chave: Sísmica. Velocidade. Refração. Tomografia.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 - Porto Alegre - RS

### EFEITOS DE REGULARIZAÇÃO PARA TOMOGRAFIA DE REFRAÇÃO SÍSMICA MARINHA RASA 2D

BULHÕES, F.C.<sup>1,2</sup>; ALMEIDA, V.T.X.<sup>2</sup>; CETALE SANTOS, M.A.<sup>2</sup>; SANTOS, L.A.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Petrobras – Petróleo Brasileiro S.A., frankenci@petrobras.com.br  
<sup>2</sup> Universidade Federal Fluminense, fcbulhoes@id.uff.br



#### INTRODUÇÃO

Na sísmica de exploração, soluções precisas de superfície rasa são essenciais para o mapeamento de estruturas de baixo-relevo e armadilhas estratigráficas. Tais feições podem ser identificadas através da velocidade em subsuperfície, as quais a tomografia de primeiras quebras pode estimar de forma robusta. As principais aplicações são investigações geotécnicas, ambiental, estruturas arqueológicas, sedimentares, aterros, estimativa de lençol freático, camada rochosa, mapeamento estratigráfico, arquitetura da bacia sedimentar, profundidade do embasamento, estrutura da crosta e manto, Moho e conversão tempo-profundidade de dados de reflexão sísmica.

A tomografia (fluxo apresentado na Figura 1) é um problema inverso que é definido por Engl *et al.* (1996): "Resolver um problema inverso é determinar causas desconhecidas a partir de efeitos desejados ou observados" (Figura 2). Na prática, os efeitos observados são imprecisos (os dados contêm ruídos e erros experimentais) e incompletos (falta de cobertura, limite de equipamento e de verba). Problemas geofísicos inversos são problemas mal-postos, ou seja, não satisfazem pelo menos um dos critérios de Hadamard para ser um problema bem-posto: (1) que exista solução; (2) que a solução seja única ou (3) uma perturbação pequena nos dados de entrada que causam uma perturbação pequena na solução. Uma abordagem comum para estabilizar o problema inverso mal-posto é aplicar a regularização, que na prática corresponde a restringir as possíveis soluções para a inversão. Assim, um termo de regularização é frequentemente incorporado na função de erro tomográfica para resolver a não-unicidade do problema geofísico inverso (Equações 01, 02, 03 e 04). A regularização também pode ser entendida como introdução de informação *a priori* nos dados sendo invertidos. Aplicou-se neste trabalho a regularização aplicada de Tikhonov (Tikhonov & Arsenin, 1977).

No Gráfico 2 estão representadas a variação do resíduo RMS do tempo de trânsito em função da iteração para os respectivos valores ótimos e comparando com a tomografia sem regularização. A convergência da tomografia sem regularização ocorre após 31 iterações. Com a regularização, a convergência ocorre na iteração 22 (ordem 1), 25 (ordem 1 componente horizontal), 28 (ordem 1 esquema avançado) e 17 (ordem 2).

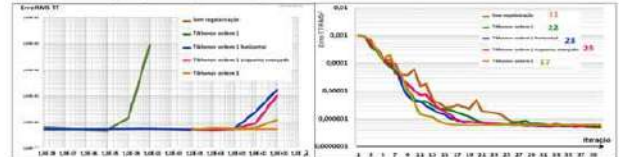


Gráfico 1. Resíduo RMS do tempo de trânsito em função da iteração para os casos com e sem regularização. Gráfico 2. Resíduo RMS do tempo de trânsito em função da iteração para os casos com e sem regularização.

Na Figura 4 estão os modelos reais (Figura 4 a) e os resultados da tomografia sem regularização e dos cenários utilizando os valores ótimos de parametrização. Sem regularização as estruturas ficam distorcidas (Figura 4b). A mesma distorção ocorre nos casos de regularização de ordem 1 (Figura 4c). Por outro lado, nos casos ordem 1 componente horizontal (Figura 4d), ordem 1 com esquema avançado (Figura 4e) e ordem 2 (Figura 4f) não apresentam distorção nas estruturas.

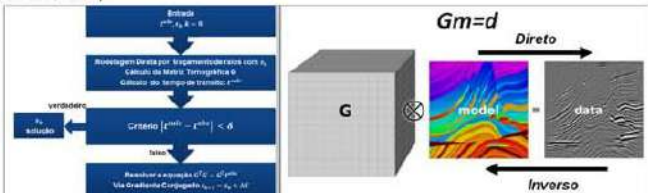


Figura 1. Fluxo da Tomografia de refração. Fonte: Adaptado de Capucci (2013).

$$Gm = d^{obs} \quad \text{Eq. 01}$$

$$\min \|d - Gm\|_2 \quad \text{Eq. 02}$$

$$\min \|d - Gm\|_2 + \lambda^2 \|Lm\|_2 \quad \text{Eq. 03}$$

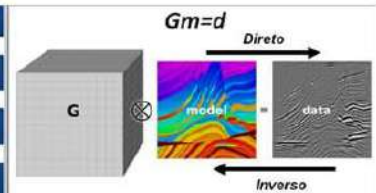


Figura 2. Representação esquemática de problema direto e inverso. Fonte: Bianco (2013).

$$\|L\| = \lambda_0 \|L^{(0)}\|_2^2 + \lambda_1 \|L^{(1)}\|_2^2 + \lambda_2 \|L^{(2)}\|_2^2 + \lambda_3 \|L^{(3)}\|_2^2 + \dots + \lambda_n \|L^{(n)}\|_2^2 \quad \text{Eq. 04}$$

$L^{(i)}$  – estimas derivadas;  $i = 0 \dots n$   
 $\lambda_n \geq 0$  estabilizadores de ordem  $n$ .

#### MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos da regularização de Tikhonov à tomografia sísmica de refração 2D e analisar os efeitos dessas nas velocidades sísmicas resultantes. O estudo baseou-se, metodologicamente, em um estudo de caso de um modelo da velocidade 2D de estrutura rasa em ambiente costeiro, próximo ao Sul de Boston, Massachusetts (Zhang & Toksöz, 1998). O modelo verdadeiro que contém três camadas e estrutura de um canal de fundo marinho, com velocidades de 1500 m/s (mar), 2000 m/s e 2500 m/s. Utilizou-se o programa Seismic Unix em linguagem Fortran criado pelo Grupo de Imageamento Sísmico e Inversão da Universidade Federal Fluminense (Almeida, 2013). O programa de tomografia é baseado no traçamento de raios de Podvin (Podvin & Lecomte, 1991). A geometria de aquisição para parametrização da modelagem direta está descrita na Quadro 1 e representada na Figura 3. A obtenção da matriz de tempo de trânsito utiliza diferenças finitas pela equação eikonal referente às primeiras chegadas, cálculo de matriz tomográfica e aplicação do algoritmo de regularização. O modelo de velocidade consiste em  $250 \times 25$  células com um espaçamento uniforme de 10 m. Comparou-se o modelo verdadeiro com os resultados da tomografia de tempo de trânsito sem regularização com os esquemas de regularização de Tikhonov. Os tempos de trânsito para tomografia foram obtidos por modelagem direta desse modelo, com o mesmo algoritmo usado na tomografia para cálculo do tempo de trânsito.

Descrição dos Dados de Aquisição	
Intervalo entre Pontos de Tiro	40 m
Número Total de Tiros	176
Profundidade das Fontes e Receptores	20 m
Intervalo entre Receptores	30 m
Número Total de Receptores	150

Quadro 1. Parâmetros da geometria de aquisição.

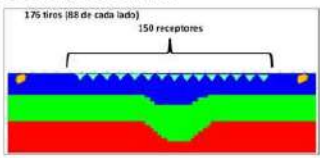


Figura 3. Representação com o modelo de velocidade real e a geometria de aquisição.

#### RESULTADOS

A tomografia de refração foi realizada para quatro cenários: sem regularização e três casos usando regularização de Tikhonov (ordem 1, ordem 1 apenas componente horizontal, ordem 1 com esquema avançado e ordem 2). Para os casos com regularização utilizaram-se parâmetros variando entre  $10^{-6}$  e  $10^2$ , com 40 iterações. No Gráfico 1 estão representados o resíduo RMS dos tempos de trânsito em função dos parâmetros. Os valores ótimos dos parâmetros  $\lambda$  para cada cenário estão localizados no vértice da curva e variam para cada cenário.

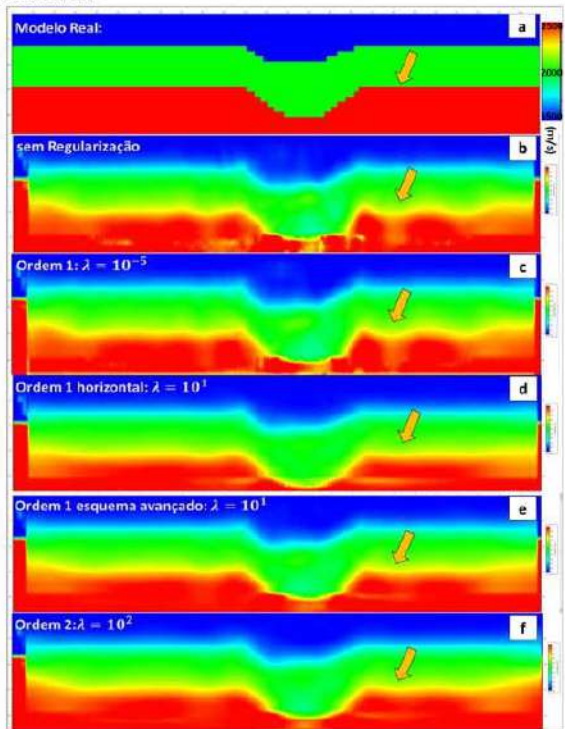


Figura 4. (a) Modelo real, (b) Tomografia sem regularização, Regularização Tikhonov (c) ordem 1, (d) ordem 1 componente horizontal, (e) ordem 1 esquema avançado, (f) ordem 2.

#### CONCLUSÕES

Conclui-se que: 1) os resultados da tomografia apresentam melhores resultados com melhor definição e menor distorção das estruturas com a aplicação da regularização de Tikhonov e que 2) impacta no tempo de processamento computacional, com a convergência mais rápida do algoritmo tomográfico com aplicação da regularização.

#### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, V. T. X. Tomografia sísmica de superfície: modelagem direta calculando as trajetórias de ondas refratadas. Dissertação de Mestrado em Geologia e Geofísica Marinha, Universidade Federal Fluminense, 2013.  
BIANCO, E. Backwards and forwards reasoning. Postado no site Agile dia 16 de abril de 2012. Disponível em: <https://agilescientific.com/blog/2013/4/16/backwards-and-forwards-reasoning.html>. Acesso em 26-10-2019.  
CAPUCCI, F. V. Tomografia Sísmica por Tempos de Trânsito Poço-a-Poço. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha, Niterói, RJ, 2013.  
ENGL, H.W., HANKLE, M. AND NEUBAUER, A. Regularization of Inverse Problems. Mathematics and Its Applications, Vol. 375. Kluwer Academic Publishers Group, Dordrecht, 1996. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/978-94-009-1740-8>. Acesso em 20-10-2019.  
PODVIN, P. & LECOMTE, I. Finite difference computation of traveltimes in very contrasted velocity models: a massively parallel approach and its associated tools. Geophysical Journal International, 1991, v. 105, p. 271-284, 1991.  
TIKHONOV, A. N. & ARSEENIN, V. Y. Solution of ill-posed Problems. Winston & Sons, 1977. ISBN 0-470-90124-0.  
ZHANG, J. & TOKSÖZ, M. Nonlinear refraction traveltine tomography. GEOPHYSICS, 1998. Society of Exploration Geophysicists, v. 63, n. 5, p. 1726-1727, set. 1998. ISSN 0016-8033. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1190/1.1444468>. Acesso em 20-10-2019.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### IDENTIFICAÇÃO DE PLUMAS GASOSAS NA COLUNA D'ÁGUA COM ECOBATÍMETRO MULTIFEIXE EM EXPERIMENTO CONTROLADO

SOBREIRA, J.F.F.<sup>1</sup>; ABREU, C.E.B.S.<sup>1</sup>; OLIVEIRA JÚNIOR, E.A.<sup>1</sup>; DA FONSECA, L.E.<sup>2</sup>;  
PERES, M.R.<sup>2</sup>; IANNIRUBERTO, M.<sup>2</sup>

Petróleo Brasileiro S.A.<sup>1</sup> (Jorge Fiori Fernandes Sobreira; [fiori@petrobras.com.br](mailto:fiori@petrobras.com.br)); Universidade de Brasília<sup>2</sup>

Os métodos sísmicos constituem os principais métodos geofísicos aplicados à Indústria de Petróleo. Enquanto a Sísmica convencional procura imagear a subsuperfície como um todo, métodos acústicos que empregam fontes de frequência de emissão algumas ordens de grandeza superiores (geralmente entre 3,5 e 420 kHz), tais como Ecobatímetros Monofeixe e Multifeixe, Sonares de Varredura Lateral e Perfiladores de Sub-fundo (como *boomer*, *sparker* e *chirp*), possibilitam ganhos razoáveis em termos de resolução vertical, embora com penetração restrita à seção mais rasa. Em especial, o Multifeixe é empregado no *offshore* para a determinação acurada da batimetria, geomorfologia submarina e natureza do sedimento superficial (a partir da análise do retroespalhamento acústico do fundo). Com os devidos cuidados na aquisição (por exemplo, tempo mais longo de registro, que permita obter informações também na coluna d'água) e no seu posterior processamento, é possível também produzirem-se imagens das plumas ascendentes na coluna d'água, associadas a exsudações gasosas ou líquidas de hidrocarbonetos, sejam elas naturais ou antropogênicas, eventualmente relacionadas a efeitos geomecânicos nos reservatórios petrolíferos ou à infraestrutura submarina, com implicações diretas para a Indústria de Petróleo em termos de Exploração, Meio-ambiente e Monitoramento da Produção. Um experimento controlado, conduzido pela Universidade de Brasília (UnB), no âmbito de um Termo de Cooperação coordenado pela área de Reservatório do Centro de Pesquisa da PETROBRAS, simulou uma exsudação gasosa no fundo do Lago Paranoá (em Brasília – DF), a partir da injeção de ar comprimido no fundo do Lago (alvo submerso), a qual originou uma pluma de bolhas ascendente na coluna d'água que pôde ser imageada por dados de Ecobatímetro Multifeixe de elevada frequência (190 a 420 kHz), comprovando assim a aplicabilidade deste tipo de dado a problemas reais da atividade *offshore*. Digno de nota é que a profundidade do Lago nesse experimento, de até 15 m, se aproxima da altura de voo efetiva dos *Autonomous Underwater Vehicles (AUV's)* empregados na aquisição deste tipo de dado, de até 40 m. Neste experimento também foi observado um aumento da intensidade do retroespalhamento da pluma com a profundidade, o que pode ser relacionado ao aumento da rigidez das bolhas, que faz com que elas entrem em ressonância mais facilmente. Este efeito implica maior potencial de detecção de exsudações em maiores lâminas d'água/ mais elevadas pressões hidrostáticas, embora com alguma perda de resolução. Experimentos controlados como aqui descrito são valiosos por permitirem obter uma resposta à simulação de fenômenos reais, devendo, por isso, ser replicados em condições similares. Neste sentido, experimentos futuros poderão incluir a injeção de diferentes gases, a fim de caracterizar a assinatura acústica de cada um, e a aquisição de dados em regiões com exsudações naturais, conhecidas, eventualmente com o emprego simultâneo de múltiplas frequências, o que permite ampliar a gama de feições de fundo de diferentes dimensões que podem ser adequadamente caracterizadas. Os resultados do experimento controlado descrito trazem ainda orientações para futuras campanhas de aquisição de dados, bem como para o seu fluxo de processamento, inclusive daqueles já adquiridos, maximizando o valor da informação que pode ser deles extraída.

Palavras-chave: Mutifeixe. Exsudações. Retroespalhamento acústico.



## II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA

03 a 08 de novembro de 2019 Porto Alegre - RS



### IDENTIFICAÇÃO DE PLUMAS GASOSAS NA COLUNA D'ÁGUA ATRAVÉS DA GEOFÍSICA DE ALTA RESOLUÇÃO

Jorge Fiori Fernandes Sobreira\*; Carlos Eduardo Borges de Salles Abreu\*; Esmeraldino Aletuia Oliveira Júnior\*; Luciano Emídio da Fonseca\*\*; Marcelo Rocha Peres\*\*

\* PETROBRAS; \*\* UnB



#### INTRODUÇÃO

Os métodos sísmicos constituem os principais métodos geofísicos aplicados à Indústria de Petróleo. Enquanto a Sísmica convencional procura imagear os reservatórios e a subsuperfície profunda, métodos acústicos que empregam fontes de frequência de emissão algumas ordens de grandeza superiores (em geral entre 3,5 e 420 kHz), tais como Ecobatímetros Monofeixe (*Single beam*) e Multifeixe (*Multibeam*), Sonares de Varredura Lateral (*Side Scan Sonar*) e Perfiladores de Sub-fundo (*Sub Bottom Profiler* ou *SBP*, como *boomér*, *sparker* e *chirp*) possibilitam ganhos evidentes em termos de resolução vertical, embora com penetração restrita à seção mais rasa. Tais métodos são empregados no *offshore* para a determinação acurada da batimetria e da geomorfologia submarina, mas se prestam também à obtenção de uma imagem sísmica do substrato marinho raso, até profundidades que dependem das características de atenuação do meio, do equipamento e da frequência utilizada. Deste modo podem ser identificadas feições como interfaces sedimentares rasas e mesmo plumas, associadas a exsudações gasosas ou líquidas de hidrocarbonetos, sejam elas naturais ou eventualmente induzidas, relacionadas a efeitos geomecânicos nos reservatórios petrolíferos e/ou seção sobrejacente. Por meio da análise de dados de *SBP* é possível identificar tais plumas diretamente na seção sedimentar rasa, ou mesmo possíveis indícios das mesmas na coluna d'água (fig. 1).

Com o devido cuidado na aquisição dos dados (por exemplo, tempo mais longo de registro, que permita obter informações também na coluna d'água) e no seu posterior processamento, é possível também produzirem-se imagens das plumas ascendentes na coluna d'água, com implicações diretas para a Indústria de Petróleo, com aplicações para fins de Exploração, Meio-ambiente e Monitoramento da integridade geomecânica do campo produtor. Este tipo de dado permite ainda inferir a natureza do sedimento de fundo, através de inversão da resposta do feixe acústico incidente sob diferentes ângulos, a partir do retroespalhamento acústico (*backscatter*) do fundo do mar.

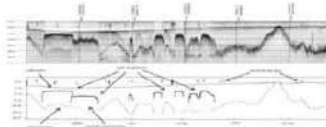


Figura 1. Plumagens de gás (biogênico) interpretadas na seção rasa, em dados de SBP adquiridos na Baía de Aratu (BA)

#### MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de avaliar a possibilidade de imageamento acústico de plumas gasosas também na coluna d'água, um experimento controlado foi conduzido, em 2016 e 2017, pela Universidade de Brasília (UnB), no âmbito de um Termo de Cooperação coordenado pelo Centro de Pesquisa da PETROBRAS. Neste experimento simulou-se uma exsudação gasosa no fundo de um corpo d'água extenso, no caso o Lago Paranoá (em Brasília - DF), o que foi feito por meio da injeção de ar comprimido (à pressão de 4 bar), bombeado a partir de um compressor instalado numa embarcação de apoio. Este ar fluiu através de uma mangueira até tubos de PVC perfurados, montados sobre placas de acrílico por sua vez sustentadas por uma estrutura metálica (alvo submerso) com dimensões (2 x 1) m, especialmente construída para o experimento (fig. 2). Esta injeção de gás originou uma pluma gasosa ascendente na coluna d'água.

Para o registro de dados acústicos, empregou-se um Ecobatímetro Multifeixe de elevada frequência (420 kHz).

#### RESULTADOS

Além de detecção do alvo submerso na imagem acústica do fundo do Lago (fig. 2), uma pluma ascendente de bolhas gasosas pôde ser imageada na coluna d'água por dados de Ecobatímetro Multifeixe com frequência 420 kHz, comprovando assim a aplicabilidade deste tipo de dado ao reconhecimento de problemas reais da atividade *offshore* (fig. 3). Digno de nota é que a profundidade do Lago nessa área, de até 15 m, não difere muito da típica altura de voo dos *Autonomous Underwater Vehicles (AUV's)* empregados na aquisição deste tipo de dado, que é da ordem, de até 40 m.

Por outro lado, observou-se que a resposta acústica da exsudação na coluna d'água pode ser amplificada pelo efeito de ressonância das bolhas, associada a uma frequência característica, que depende de fatores como a pressão hidrostática local, o que potencialmente ressalta tal resposta em águas mais profundas, onde reside boa parte do interesse da Indústria de Petróleo no Brasil, devido à maior rigidez esperada para as bolhas nesta situação. Um outro fator que determina aquela frequência é o diâmetro da bolha. Havendo bolhas de diâmetros variados, maior será a probabilidade de uma determinada faixa de diâmetros entrar em ressonância, o que facilita a sua identificação.

Também observou-se neste experimento que, embora a tendência seja de uma maior quantidade de pontos de retroespalhamento em menores lâminas d'água, o valor médio de sua intensidade aumenta em profundidade (fig. 4), o que estaria relacionado ao mencionado efeito de ressonância das bolhas.

#### CONCLUSÕES

Demonstrou-se, através de um experimento realizado em condições controladas, o potencial de se detectar uma exsudação gasosa na coluna d'água através de dados de Ecobatímetro Multifeixe, desde que tomando-se os devidos cuidados, tais como permitir um tempo de registro mais longo, de modo a não registrar apenas as informações referentes ao fundo, o emprego de frequências de emissão elevadas e de preferência, múltiplas; e o processamento adequado dos dados. Tal processo de identificação deve ser corroborado pela análise de dados de *SBP* do subfundo marinho e pela própria resposta do retroespalhamento acústico do fundo do mar, que deve ressaltar porções saturadas no gás.

Existe ainda potencial de detecção de exsudações sutis, que não cheguem a formar bolhas, em dados sonográficos, a partir do contraste de impedância acústica produzido na água.

Os contrastes em relação ao meio aquoso (tomando a densidade da água nas condições ambiente como cerca de 997 kg/m<sup>3</sup>) devem ser ainda maiores para hidrocarbonetos gasosos como o metano (cuja densidade é de 0,66 kg/m<sup>3</sup>) em relação a átomos introduzidos pelo ar (cuja densidade é de 1,29 kg/m<sup>3</sup>, no caso do ar seco, a 0 °C e 1 atm), embora o mesmo não se verifique para outros gases como é o caso do dióxido de carbono (com densidade em torno de 1,98 kg/m<sup>3</sup>).

Experimentos controlados como aqui descrito são valiosos, no sentido de permitir a obtenção de uma resposta à simulação de fenômenos de interesse para a Indústria de Petróleo, e devem por isso ser replicados em condições realistas ou similares, o que se torna ainda mais relevante num cenário de crescentes restrições ambientais e preocupação com possíveis efeitos induzidos, relacionados às atividades de Exploração & Produção.

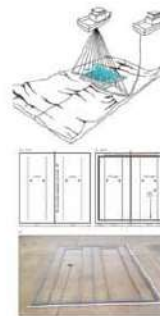


Figura 2. Esquema do experimento controlado de injeção de gás (ar comprimido) no fundo (lodoso) do Lago Paranoá (DF), empregando uma embarcação para injetar o gás numa estrutura acrílica com base metálica (alvo submerso), e outra para o registro de dados de Ecobatímetro Multifeixe de 420 kHz. A assinatura acústica do fundo difere no caso do alvo com e sem bolhas, mostrando a influência da presença do gás na resposta acústica

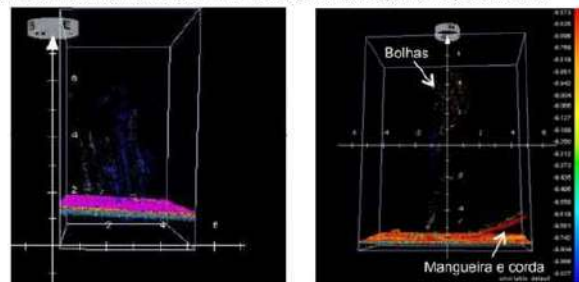


Figura 3. Experimento no Lago Paranoá (DF): imagem acústica da pluma de bolhas gasosas na coluna d'água a partir da resposta da intensidade do retroespalhamento acústico em dados de Ecobatímetro Multifeixe de 420 kHz (à esquerda, em lâmina d'água um pouco mais rasa; e à direita, em lâmina d'água um pouco mais profunda). Observar que mesmo a mangueira injetora de ar comprimido e a corda que prendia o alvo submerso foram imageadas. Este tipo de resposta tende a ser ressaltado em lâminas d'água maiores

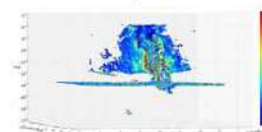


Figura 4. Experimento no Lago Paranoá (DF): distribuição espacial dos pontos onde ocorreu retroespalhamento acústico pela pluma de ar comprimido, a partir do fundo do Lago, mostrando maior intensidade na resposta (isto é, cores tendendo ao vermelho, conforme mostrado na barra de cores) mais próximo deste



## **II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)**

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



# **RESUMOS DAS PALESTRAS APRESENTADAS E DISPONIBILIZADAS PELOS AUTORES**



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



TÍTULO	AUTORES	PG.
GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA PLANÍCIE COSTEIRA DO AMAPÁ: UMA SÍNTESE DO CONHECIMENTO	SANTOS, V. F. dos; JARDIM, K. A.; SILVA, J. P. F. da; SILVA, J.F.B.R.	383
HIDRODINÂMICA E BALANÇO REGIONAL DE SEDIMENTOS NO LITORAL SUL DO BRASIL	TOLDO JR, E.E; NUNES, J.C.R.	384
EXPERIÊNCIAS DE GOVERNANÇA COSTEIRA EM CONFLITOS DE USO NA ÁREA DA APA DA BALEIA-FRANCA: O CASO DE JAGUARUNA/SC	GRUBER, N.L.S.; MARTINS, E.M.	385
ESTRUTURAS SEDIMENTARES PRIMÁRIAS SUPERFICIAIS E SUBSUPERFICIAIS DOS DEPÓSITOS ARENOSOS DE BAÍA E MARINHO PRAIAL HOLOCÊNICOS DA ILHA DE SANTA CATARINA-SC, BRASIL	HORN FILHO, N.O.	386
GEODINÂMICA ACTUAL DE CUENCAS COSTERAS ANDINAS DE CHILE SEMIÁRIDO Y NORPATAGÓNICO.	SOTO, M.V.	387
RIESGO DE DESASTRES EN ÁMBITOS URBANO COSTEROS DEL DESIERTO MARGINAL DE ATACAMA, CHILE	CORREA, C.P.C.	388
CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PRAIAL E PLATAFORMA INTERNA NA ORLA OCEÂNICA DE ITAJAÍ, LITORAL CENTRO-NORTE DE SANTA CATARINA COMO SUBSÍDIO PARA IMPLANTAÇÃO DE DUAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	ABREU, J.G.N. de; ARAUJO, R.S.; SANTOS, M.I.F. dos, JERÔNIMO, M.G.; BERRIBILLI, M.P.	389
EVENTOS EXTREMOS RECENTES E SEUS DESDOBRAMENTOS PARA A GESTÃO COSTEIRA NO FUTURO	MUEHE, D.	390
MESA-REDONDA PANORAMA DE GESTÃO COSTEIRA E MARINHA NO BRASIL: O CASO DO PARANÁ	ANGULO R.J.; SOUZA M.C	391
RECIFES DE MANOEL LUIS (MA) REVELADOS POR IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO DO SATÉLITE WORLDVIEW-3	DIAS, G.T.M.; SILVA, R.C.O.; SANTOS FILHO, J.R.	392
PESQUISAS MULTIDISCIPLINARES NOS ESTUÁRIOS DA AMAZÔNIA ORIENTAL	ROBRINI, M.	393
VARIAÇÕES DO NÍVEL DO MAR NAS ILHAS OCEÂNICAS BRASILEIRAS	ANGULO R.J.; SOUZA M.C.	394
ANÁLISE GEOAMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DA LAGOA MIRIM E PLATAFORMA ADJACENTE	GARCÍA-RODRIGUEZ, F.	395
SISTEMAS DEPOSICIONAIS QUATERNÁRIOS DE ÁGUAS PROFUNDAS DA BACIA DO ESPÍRITO SANTO	HERCOS, C.M.	396
INTERAÇÃO MORFOSEDIMENTAR PRAIA – PLATAFORMA: CONTRIBUIÇÃO PARA A FORMAÇÃO DE GEOHABITATS	MORAIS, J.O.	397
EVENTOS MAGMÁTICOS NA MARGEM CONTINENTAL SUDESTE BRASILEIRA E IMPLICAÇÕES PARA A EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO	MOHRIAK,W.U.	398
CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTES CONVERGENTES COM SUBDUCÇÃO A PARTIR DE REGISTROS VULCÂNICOS E SEDIMENTARES SUBAQUOSOS	BONGIOLO, E.; CHEMALE JR., F.; TEIXEIRA, W.	399
ESTRATIGRAFIA E ASPECTOS VULCANOLÓGICOS DO ARQUIPÉLAGO DE MARTIN VAZ E COMPARAÇÕES COM A ILHA DA TRINDADE	BEVILAQUA, L.A.; BONGIOLO, E.M.; MARINS, G.M.; MACHADO JUNIOR, D.L.	400
EVOLUÇÃO E APLICAÇÃO DE LEVANTAMENTOS GEOFÍSICOS DE ALTA RESOLUÇÃO NA MARGEM SUDESTE DO BRASIL	SILVA, M.G.L.; CORREA E CASTRO, F.C.	401
IBSC E A CAPACITAÇÃO EM HIDROGRAFIA NO BRASIL	ROSCHE, N.	402
EVALUACIÓN GEOLÓGICA DEL FONDO PARA CONTROL O COLOCACIÓN DE GASODUCTOS U OLEODUCTOS SUBMARINOS	ALIOTTA, S.	403



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA DA PLANÍCIE COSTEIRA DO AMAPÁ: UMA SÍNTESE DO CONHECIMENTO

SANTOS, V. F. dos<sup>1</sup>; JARDIM, K. A.<sup>1,2</sup>; SILVA, J. P. F. da.<sup>1,3</sup>; SILVA, J.F.B.R.<sup>4</sup>

Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá<sup>1</sup> (Valdenira Ferreira dos Santos, [valdeniraferrera@gmail.com](mailto:valdeniraferrera@gmail.com)); Universidade Federal Fluminense<sup>1,2</sup>; Universidade Federal do Rio Grande do Norte<sup>1,3</sup>; Museu Paraense Emilio Goeldi<sup>4</sup>

A Planície Costeira do Amapá (PCA) ocupa uma área de cerca de 20.000 km<sup>2</sup> e possui forte influência das descargas hídricas e sólidas do rio Amazonas e suas variabilidades. Ainda, a sua posição geográfica as margens do Escudo das Guianas e no limítrofe entre duas grandes bacias sedimentares condiciona a sua história geológica e consequentemente seus registros sedimentares e feições morfológicas. Este trabalho está baseado na integração de dados analisados por imagens de satélite, nos resultados de mapeamentos geológicos e geomorfológicos, na integração de dados geoquímicos, sísmicos, na reanálise e integração de datações C-14 e em resultados de trabalhos de campo realizados na região. A PCA pode ser compartimentada em quatro setores: dominância de depósitos associados ao sistema do estuário amazônico; dominância de sistemas fluvio-lacustres; dominância de sistemas estuarinos e dominância de estuários associados a cabos lamosos. Ao longo das margens do rio Amazonas se destacam os depósitos formados em ambientes de pântanos de água doce com sedimentos siltico-argilosos, bordejados por depósitos lamosos do dique marginal do rio Amazonas com idades em torno de 5000 anos A.P. Na foz do rio Amazonas, os sistemas fluvio-lacustres são formados em uma larga planície com mais de 80 km que desenha a fisiografia do Cabo Norte. Destacam-se nesse sistema os depósitos siltico-argilosos dos pântanos de água doce em planície de inundação influenciada por marés e os depósitos de turfa. Largas e extensas paleodrenagens recortam estes depósitos e deixaram como registro vários sistemas de lagos cujas idades variam em função de sua localização na planície costeira. Nesse setor se iniciam os depósitos de manguezais em franja que, neste trecho do litoral, possuem idades recentes em torno de 1000 anos A.P. Em direção a porção setentrional sistemas estuarinos com planícies de cheniers são bordejados por depósitos de pântanos de água doce. Os cheniers, formados após 4.000 anos A.P. marcam os paleolitorais. Em direção ao mar, depósitos de supramaré são recobertos por manguezais em franja estabelecidos nos últimos 3000 anos. Estes depósitos são bordejados por planícies de intermaré areno-siltosas com extensos segmentos de praias. No extremo norte destacam-se os sistemas estuarinos associados a cabos lamosos, formados durante a regressão holocênica que registram os vários pulsos de sedimentação do rio Amazonas. A compartimentação da planície resulta em setores com dominância atual de processos progradacionais e retrogradacionais. A diversidade na distribuição dos depósitos, unidades e feições morfológicas indicam profunda, rápida e contínua transformação dos sistemas. As variações nas espessuras dos depósitos holocênicos, a presença de trechos encachoeirados nos estuários e as evidências de migração recente de paleoestuarinos indicam ainda a existência de controles estruturais na formação dessa planície costeira cuja evolução precisa ser esclarecida, a fim de traçar cenários de mudanças frente a elevação do nível marinho.

Palavras-chave: Geomorfologia costeira. Foz do Amazonas. Evolução costeira.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### HIDRODINÂMICA E BALANÇO REGIONAL DE SEDIMENTOS NO LITORAL SUL DO BRASIL

TOLDO JR, E.E.; NUNES, J.C.R.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul; (Elírio Ernestino Toldo Jr., [toldo@ufrgs.br](mailto:toldo@ufrgs.br))

O litoral sul do Brasil possui um extenso e bem desenvolvido sistema praial ao longo de 615 km, a leste da planície costeira, o qual não recebe atualmente sedimentos arenosos provenientes do continente, e os principais processos hidrodinâmicos em águas rasas resultam da quebra das ondas e das correntes induzidas pelos ventos, ondas e marés. A combinação destas forçantes estabelece o limite de influência da zona de arrebentação entre a linha d'água e a profundidade de 7,5 m, ou seja, a fronteira a partir da qual não ocorrem mais alterações significativas da cota no fundo marinho. Entretanto, a amplitude máxima do transporte de sedimentos induzidos por ondas se estende além, até aproximadamente 36 m, onde o movimento é praticamente nulo, ou seja, todo o transporte arenoso longitudinal e transversal significativo está restrito até esta profundidade. A circulação hidrodinâmica e as variações do nível do mar, são fortemente controladas pela incidência dos ventos e pelas oscilações mareais e submareias, as quais somadas ao fenômeno do *run-up* da onda, durante os eventos de tempestades, produzem significativas elevações da superfície d'água, superiores a 3,50 m, numa costa com amplitudes astronômicas média de 0,31 m. Neste trabalho apresentamos uma análise integrada das respostas morfológicas associadas à deriva costeira, particularmente ao longo de 275 km do sistema praial no litoral médio do estado. Zonas de erosão e acreção foram delimitadas através de mapeamento no terreno. Os resultados indicam um extenso recuo da zona costeira e, estimativas numéricas do potencial de transporte longitudinal regional produzem a mobilização anual de um grande volume de areia, com deriva líquida para o norte, embora ocorram inversões desta direção no trecho sul deste litoral, controladas por um padrão regional de refração das ondulações do quadrante SE. O balanço de sedimentos foi realizado para identificar áreas que servem como fontes ou sumidouros de sedimentos. As áreas correspondentes a cada célula costeira foram classificadas como fonte de areia quando a linha de praia sofre retração, ou sumidouros, quando a linha de praia avança em direção ao mar. Os parâmetros que controlam a adição ou remoção de sedimentos foram, também, classificados com base no mecanismo de transporte, por exemplo: deriva litorânea (adição e remoção), jatos costeiros (remoção), galgamentos por tempestades (remoção), sangradouros (adição) ou transporte eólico (adição e remoção). A principal resposta morfológica do balanço de sedimentos, a partir da estabilização do nível do mar durante o Holoceno, é representada pela formação de grandes campos de dunas costeiras e extensos depósitos arenosos na antepraia, localizados principalmente na mudança do alinhamento da linha de costa, e os segmentos sob erosão apresentam significativas flutuações de curto período, mas com elevadas taxas líquidas de recuo da linha de praia.

Palavras-chave: Limite litorâneo e oceânico. Circulação em águas rasas. Deriva litorânea. Balanço regional de sedimentos.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EXPERIÊNCIAS DE GOVERNANÇA COSTEIRA EM CONFLITOS DE USO NA ÁREA DA APA DA BALEIA-FRANCA: O CASO DE JAGUARUNA/SC

GRUBER, N.L.S.<sup>1</sup>; MARTINS, E.M.<sup>2</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Nelson Luiz Sambaqui Gruber, [nelson.gruber@ufrgs.br](mailto:nelson.gruber@ufrgs.br))<sup>1</sup>; Universidade Federal de Santa Catarina<sup>2</sup>

A velocidade de ocupação da zona costeira brasileira tem superado a capacidade de planejamento dos municípios, unidades administrativas em que os atores são os principais transformadores do espaço e, ao mesmo tempo, onde há limitação de recursos financeiros, técnicos e tecnológicos para mitigar os impactos e favorecer novas perspectivas de desenvolvimento sustentável. O intuito do presente trabalho é analisar a experiência de governança costeira no município de Jaguaruna/SC a partir do desenvolvimento do projeto *Diagnóstico e Plano de Manejo de Dunas Frontais do Município de Jaguaruna* entre 2012 e 2019 no município de Jaguaruna/SC, cujos balneários costeiros foram alvo de um embargo imposto pelo Ministério Público Federal – Unidade de Tubarão/SC (MPF/Tubarão) pela intensificação de impactos ambientais em Áreas de Preservação Permanente e em sambaquis (sítios histórico-arqueológicos registrados pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional) devido à expansão urbana acelerada e sem controle. As definições metodológicas derivaram de reconhecimento socioambiental regional e local, com etapas de campo e de gabinete; e de reuniões com o MPF/Tubarão, que convidou órgãos gestores para definição de prioridades e critérios balizadores para zoneamentos: Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca/Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade; Secretaria de Estado de Planejamento Regional de Santa Catarina (SPG/SC); comitê gestor do Programa Estadual de Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina (GERCO/SC); Instituto Municipal do Meio Ambiente de Jaguaruna; e Associação de Balneários de Jaguaruna. O MPF/Tubarão, dessa forma, alterou o seu papel: de proponente do embargo para coordenador da integração interinstitucional, constituindo um comitê gestor, algo inédito no país, e realizando com apoio da SPG/SC e do GERCO/SC, oficinas de capacitação para gestores públicos municipais do Litoral Sul de Santa Catarina. Seguindo as decisões consensuais, o *Projeto Jaguaruna* resultou na elaboração de um plano de manejo na escala 1:10.000 para setores da costa de Jaguaruna, com 1.500 páginas e 24 mapas organizados em 14 volumes, definindo zoneamentos socioambientais e cenários de manejo visando subsidiar gestores públicos, decisões ao embargo e Termo de Ajustamento de Conduta (TAC). A experiência em Jaguaruna/SC permitiu observar: (1) inovação no processo de gestão, com a articulação e o diálogo entre instituições e atores locais orquestrados por instituições públicas; (2) o desafio da implementação de planos de gestão passa pela promoção de um processo de governança que encaminhe a consecução de propostas articuladas a partir da manutenção de articulação proativa entre instituições e atores sociais ao longo do tempo; (3) a implementação desse processo de governança sugere *workshops* com experiências integradas (incluindo atividades de campo), enfoque multidisciplinar e multi-institucional. A experiência ainda sugere: (a) a integração dos órgãos gestores na adoção pelo poder público de *softwares* livres e de Parcerias Público-Privadas, (b) transmissão de conhecimento, formação e informação técnico-científica em linguagem acessível à população local e (c) educação ambiental nas escolas.

Palavras-chave: Governança. Gerenciamento Costeiro. Políticas Públicas.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **ESTRUTURAS SEDIMENTARES PRIMÁRIAS SUPERFICIAIS E SUBSUPERFICIAIS DOS DEPÓSITOS ARENOSOS DE BAÍA E MARINHO PRAIAL HOLOCÊNICOS DA ILHA DE SANTA CATARINA-SC, BRASIL**

HORN FILHO, N. O.

Universidade Federal de Santa Catarina<sup>1</sup> (Norberto Olmiro Horn Filho, [norberto.horn@ufsc.br](mailto:norberto.horn@ufsc.br))

Os depósitos praias são considerados ambientes transicionais que sofrem influência tanto de processos continentais quanto marinhos, tornando-se assim, ambientes dinâmicos e extremamente sensíveis. As estruturas sedimentares traduzem a interação do ambiente praias com os processos formadores, expressando as condições influentes durante o Holoceno. Este trabalho tem como objetivo exemplificar, caracterizar e classificar as estruturas sedimentares primárias decorrentes dos 80km de praias arenosas da zona litorânea da ilha de Santa Catarina, distribuídos em suas seis costas. O projeto contou com amostragens de campo, criação de um banco de dados fotográficos e elaboração de croquis para a melhor compreensão das suas morfologias e de seus agentes formadores. As estruturas descritas neste trabalho possuem sua classificação geral relacionada a sua origem, englobado dois grupos de estruturas: físicas e biológicas. As físicas apresentam origem nos processos marinhos, fluviais, pluviais e eólicos. As biológicas compreendem a ação direta ou indireta dos animais, vegetais e do homem. O processamento dos dados resultou na elaboração de pranchas ilustrativas compostas pelo elemento fotográfico amostrado em campo, somados aos croquis esquemáticos, associados a nomenclatura proposta, levando não apenas o nome da estrutura, mas também a sua granulometria, setor praias e praia em que foi encontrada. A posterior interpretação dos dados, permitiu a correlação dessas estruturas considerando variáveis determinantes para sua formação - surgindo assim - uma classificação específica, levando em conta os setores de costa, granulometria, morfodinâmica praias, tipo morfológico de praia, setores praias e ocupação da orla. As estruturas expressam em diversas escalas o conjunto de forças atuantes nas praias da ilha de Santa Catarina, logo, descrevem a interação dos processos com meio. Essas nos contam uma história de deposição, hidrodinâmica, interferência antrópica e a interação da biota marinha com o ambiente costeiro ao longo do Holoceno na ilha de Santa Catarina.

Palavras-chave: Estruturas sedimentares. Sedimentologia costeira. Praias.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### GEODINÁMICA ACTUAL DE CUENCAS COSTERAS ANDINAS DE CHILE SEMIÁRIDO Y NORPATAGÓNICO

SOTO, M.V.

Universidad de Chile (Maria Victoria Soto, [mvsoto@uchilefau.cl](mailto:mvsoto@uchilefau.cl))

La geografía andina de Chile, en el margen occidental del Océano Pacífico constituyen los aspectos más relevantes en la evolución del territorio y en la geodinámica del paisaje geográfico. Chile durante las últimas décadas ha experimentado un gran desarrollo económico que ha significado el crecimiento urbano, cambio de uso del suelo y ocupación de territorios con una geografía compleja. Los escenarios de cambio climático y su influencia en la geodinámica actual constituyen una variable relevante que aún está en estudio, pero con efectos en el paisaje ya evidenciados. En este contexto, se analizan dos cuencas andinas con dominio costero, pero de ambientes morfoclimáticos diferentes. Una corresponde a un sistema de cuencas y bahías de clima semiárido (30° S) y otra de cuencas andinas y fiordo, mar interior y régimen meso mareal (42°S). Las cuencas andinas semiáridas y sus litorales asociados se caracterizan por procesos geomorfológicos asociados a eventos pluviométricos extremos, tales como El Niño con lluvias de invierno y, en los últimos años, COL (Cut off Low), lluvias de verano-otoño. Se ha evidenciado las diferencias entre cuencas alto andinas, que mantienen los cursos de agua permanentes de los ríos, no obstante, casi dos décadas de sequía. Las cuencas costeras, por el contrario, solo presentan dinámica ocasional asociadas eventos pluviométricos extremos. La zona litoral de la mega bahía de Coquimbo, está conformada por bahías y playas arenosas, con perfiles de playa muy dinámicos, pero con un balance positivo de masa. El gran campo de dunas del extremo norte de la mega bahía se explica por la transferencia de sedimentos longshore (S-N), conformando una extensa playa Disipativa, con perfiles de playas erosionales, pero con dunas embrionarias y un cordón de duna transgresiva actual. Los 15 km de dunas Mio-Pliocenas y holocenas cabalgan en las laderas de la cordillera. Las cuencas andinas nortapagónicas, aun con remanentes glaciares presentan ríos meandranes que desembocan en mar interior de Chiloé y de la zona de los canales y fiordos; el caso estudiado, corresponde al fiordo Comau. El control estructural de la geografía regional está asociado a una zona de falla activa a la que se asocia la sismicidad y el volcanismo actual. La dinámica de transferencia sedimentaria de las cuencas andinas al fiordo es con un patrón recurrente: fan deltas de gravas y eventualmente, deltas, en una zona litoral de régimen meso mareal (7 m) semidiurnas. La dinámica de estas formas depositacionales ha evidenciado una tendencia a la acreción, observada en las últimas décadas y que es correlativo con el retroceso glacial medido en las cumbres andinas, además del aumento de las temperaturas y disminución de las precipitaciones (6000 mm al año). El fiordo Comau presenta una profundidad máxima central de 450 m.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RIESGO DE DESASTRES EN ÁMBITOS URBANO COSTEROS DEL DESIERTO MARGINAL DE ATACAMA, CHILE

CORREA, C.P.C.

Universidad de Chile (Carmen Paz Castro Correa, [cpcastro@uchilefau.cl](mailto:cpcastro@uchilefau.cl))

Los sistemas costeros son especialmente vulnerables al riesgo de desastres por su alto requerimiento para localización de la población y de diversas actividades económicas e infraestructura. La comuna costera de Caldera, en la Región de Atacama, en Chile, posee diferentes condicionantes y niveles de riesgo y ha estado sujeta a significativas modificaciones en el uso del suelo en las últimas décadas, asociadas principalmente a la actividad portuaria en la capital comunal, y a la actividad turística en los centros poblados menores, debido al atractivo paisajístico y la calidad de sus playas. El paisaje presenta una morfología heredada del Cuaternario que manifiesta actividad actual durante episodios de precipitaciones concentradas debidas al escenario actual de cambio y variabilidad climática, que provocan inundaciones que impactan significativamente en la población cuyas residencias no están preparadas para enfrentarlos. El área de estudio se encuentra también afectada por amenazas de gran magnitud como sismos y tsunamis, y por otras que tienen una magnitud menor pero una mayor recurrencia, que corresponden a marejadas, remociones en masa y flujos de detritos. Los conos aluviales son representativos de la dinámica actual de los cursos de agua efímeros de la zona de estudio, presentando algunos de ellos gran actividad con el consecuente riesgo para las zonas habitadas y vías de comunicación. Los factores determinantes de las amenazas de tipo geomorfológico, que provocan el funcionamiento actual de conos y quebradas, dicen relación con: a) las litologías aflorantes, conformadas principalmente por materiales sedimentarios; b) la topografía escalonada de las terrazas que forma amplios anfiteatros; c) la evolución climática cuaternaria que permitió la intercalación de fases donde predominó la formación de conos aluviales con fases de incisión, modelando una morfología de quebradas que funcionan en eventos actuales de precipitación; d) las escasas precipitaciones torrenciales asociadas principalmente a eventos El Niño; e) la ausencia de vegetación que favorece la erosión por efecto del *splash* y la formación de caudales instantáneos durante tormentas y f), los procesos de alteración facilitados por la neblina costera (*camanchaca*).



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA PRAIAL E PLATAFORMA INTERNA NA ORLA OCEÂNICA DE ITAJAÍ, LITORAL CENTRO-NORTE DE SANTA CATARINA COMO SUBSÍDIO PARA IMPLANTAÇÃO DE DUAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

ABREU, J.G.N. de; ARAUJO, R.S.; SANTOS, M.I.F. dos, JERÔNIMO, M.G.; BERRIBILLI, M.P.

Universidade do Vale do Itajaí (José Gustavo Natorf de Abreu, [gabreu@univali.br](mailto:gabreu@univali.br))

A Prefeitura Municipal de Itajaí promoveu a implantação de duas unidades de conservação (UC): a APA da Orla de Itajaí e respectivo Plano de Manejo (PMA) como ação compensatória à construção de um empreendimento imobiliário na região da praia Brava. Nesse sentido foi realizado um levantamento do meio físico (geomorfologia praial, geologia, pedologia etc.) das praias da Atalaia, Geremias, Cabeçudas e Brava e do relevo da porção submersa das praias, além dos aspectos biológicos, sócio-econômicos e paisagísticos, ao longo dos 8,0km de extensão da orla marítima de Itajaí. Este trabalho apresenta os resultados dos estudos da caracterização do sistema praial e porção interna da plataforma continental, aspectos estes considerados critérios para demarcação das UC's. A geomorfologia praial foi caracterizada com 23 perfis topográficos transversais empregando uma Estação Total e o software *BMAP – Beach Morphology Analysis Package* para a espacialização. A morfologia da porção submersa da praia (*foreshore*) foi realizado com uma ecossonda monofeixe marca Odom – modelo Echotrac MK III (36-210kHz) e DGPS, em tempo real, marca Trimble – modelo R6 da Trimble Navigation Limited de precisão submétrica. O levantamento batimétrico contou com 52 perfis totalizando cerca de 14km<sup>2</sup>, posicionados com o sistema RTK e HypackTM MAX® para a navegação. O software ESRI ArcGIS, versão 10.2.2. módulo – ArcMap foi utilizado para gerar o mapa batimétrico em escala absoluta de 1:25.000 da APA que compreende a porção marinha. A face de praia na porção norte da área de estudo ao largo das praias da Atalaia e Geremias, tem baixo gradiente com a profundidade aumentando gradualmente e presença de afloramentos rochosos na Atalaia, Geremias e Cabeçudas. Na área submersa correspondente à plataforma continental, a distribuição granulométrica tende para fácies arenosa na porção mais rasa gradando para mais fina (silte e argila) até a isóbata 6,0m e silte muito e fino até a profundidade de 12,0m, refletindo a influência da foz do rio Itajaí-Açu. Na praia Brava a profundidade aumenta a partir da cota de 10m, determinando uma menor largura da área submersa da futura APA. Na área em frente ao promontório do Canto do Morcego, a fácies silte fino e muito fino predominam. Na extremidade sul ocorre uma fácies de areia fina até além de 9,0m, seguida de areia grossa na entre 9,0 e 10,0m, e de silte muito fino para além de 11,0m. Quanto à sedimentologia das praias Atalaia e Geremias, pertencentes ao mesmo arco praial, predomina a fácies areia muito fina estando também presentes argila fina a silte muito fino. O estágio morfodinâmico é dissipativo, com extensa zona de surfe e ondas deslizantes. A praia de Cabeçudas é refletiva, reduzida ou inexistente zona de surfe e ondas mergulhantes e ascendentes. Ao sul, a praia Brava é classificada como intermediária com bancos submersos, correntes de retorno e ondulação predominantemente mergulhante e deslizante. O diagnóstico realizado contribui de maneira significativa apresentando um embasamento técnico e científico que irá nortear a criação da APA da Orla e do PNM Canto do Morcego, e seu respectivo Plano de Manejo.

Palavras-chave: Unidades de conservação. Orla de Itajaí. Meio Físico. Morfodinâmica praial.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EVENTOS EXTREMOS RECENTES E SEUS DESDOBRAMENTOS PARA A GESTÃO COSTEIRA NO FUTURO

MUEHE, D.

Universidade Federal do Espírito Santo (Dieter Muehe, [dieter.muehe@gmail.com](mailto:dieter.muehe@gmail.com))

Faz pouco mais de meio século que gerenciamento costeiro era sinônimo de controle de erosão. Protagonizado pela engenharia foi aos poucos incluindo o conceito de balanço sedimentar a partir da contribuição de geomorfólogos (geólogos e geógrafos) e a substituição do conceito de obras duras por alternativas como *working with nature*. Atualmente os diagnósticos para o gerenciamento e gestão costeira são realizados com a participação de geógrafos, sociólogos, biólogos, geólogos, oceanógrafos engenheiros, arquitetos, urbanistas entre outros, ao mesmo tempo em que a vulnerabilidade da zona costeira se ampliou e se expandiu para outros perigos além da erosão, em parte pelo aumento exponencial da urbanização e de outro pelo aumento das forças que *ensanduicham* essa faixa entre ao mar e a terra, por ação de eventos extremos ligados a tempestades que resultam em ressacas, enchentes por transposição de ondas ou transbordamento de rios, chuvas intensas, desmoronamento de encostas, vendavais, e terremotos. Num momento histórico em que, em grande parte do planeta, a amplitude de aumento do nível do mar não chegou a ordens de grandeza capazes de serem responsabilizados pelos efeitos de erosão costeira, os eventos extremos, registrados com frequência cada vez maior, já o podem, a pontos de alguns países começarem a incrementar medidas de proteção que variam entre o extremo de desocupar a faixa costeira, o estabelecimento de limites de urbanização, a construção de muros, diques e aterros, até o não fazer nada, isto é, reconstruir no mesmo local da área atingida por um evento catastrófico. A presente apresentação foca em alguns exemplos de desastre recentes e as medidas propostas de mitigação.

Palavras chave: Gestão costeira. Eventos extremos. Vulnerabilidade costeira. Mitigação.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### MESA-REDONDA PANORAMA DE GESTÃO COSTEIRA E MARINHA NO BRASIL: O CASO DO PARANÁ

ANGULO R.J.; SOUZA M.C.

Universidade Federal do Paraná (Rodolfo José Angulo, [fitoangulo@gmail.com](mailto:fitoangulo@gmail.com))

O Paraná, com o segundo menor litoral de mar aberto, foi um estado pioneiro no gerenciamento costeiro. Em 14 de março de 1984, com base na lei estadual de 12 de novembro 1980, que dispunha sobre Áreas e Locais de Interesse Turístico, sancionou o decreto que regulamentava a ocupação e uso do solo da orla litorânea. Em 26 de dezembro do mesmo ano instituiu o Conselho de Desenvolvimento Territorial do Litoral Paranaense. Ademais, em 11 de maio de 1989 sancionou o decreto que definia o Macrozoneamento do Litoral Paranaense, que apresentava um conjunto de diretrizes, normas, sugestões e recomendações visando o desenvolvimento sustentável da região litorânea paranaense. Estes instrumentos, moldaram o desenho urbano do litoral, estabeleceram faixas de recuo e definiram áreas de proteção ambiental, entre outras providências. As prefeituras nem sempre aceitaram esta participação do Estado na política territorial dos seus municípios. Apesar disso, estes e outros decretos posteriores mantiveram certo controle na ocupação e uso do solo da orla costeira dos quatro municípios costeiros: Guaraqueçaba, Guaratuba, Matinhos e Paranaguá. Em 20 de dezembro de 1995 a orla costeira deste último foi desmembrada com a criação do município de Pontal do Paraná. Paradoxalmente, apesar do pioneirismo no planejamento, o Gerenciamento Costeiro teve escassa contribuição no ordenamento territorial dos municípios. Nenhum instrumento legal se debruçou sobre as obras costeiras, ficando estas a critério dos tomadores de decisão. As obras geralmente tinham caráter emergencial e atendiam interesses imediatos do controle da erosão e da urbanização da orla. Porém, a maioria das vezes, desconsideravam ou tinham compreensão equivocada da dinâmica costeira. O último grande projeto de controle de erosão proposto, que ainda depende de obtenção de recursos para sua execução e cujo custo era de aproximadamente 300 milhões de reais, apresenta sérios problemas de interferência na dinâmica costeira e dúvidas quanto aos seus impactos negativos, sua eficácia, eficiência e prioridade. Deste modo, no Paraná ainda não existe consenso de como enfrentar os problemas de erosão costeira nem do tipo de ocupação e uso do solo e de desenvolvimento que se pretende para o futuro.

Palavras-chave: Obras costeiras. Gerenciamento costeiro. Ocupação e conflitos.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### RECIFES DE MANOEL LUIZ (MA) REVELADOS POR IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO DO SATÉLITE WORLDVIEW-3

DIAS, G.T.M.; SILVA, R.C.O.; SANTOS FILHO, J.R.

Universidade Federal Fluminense (Gilberto Tavares de Macedo Dias, [gilbertotmd@id.uff.br](mailto:gilbertotmd@id.uff.br))

Os recifes de Manoel Luíz estão localizados a 100 milhas náuticas ao Norte de São Luís, Maranhão. A região nunca foi mapeada em detalhe devido à grande concentração de pináculos recifais que oferecem grande perigo à navegação. Estas formações ficaram desconhecidas desde 1500 quando iniciaram as primeiras navegações (e naufrágios), até 1820, quando suas coordenadas geográficas foram definidas pelo hidrógrafo francês Almirante Barão de Roussin. Através de imagens programadas do Satélite WorldView-3, obtidas em junho de 2018, com 30 cm de resolução, foi possível mostrar pela primeira vez, de modo georreferenciado, a verdadeira configuração da morfologia recifal. As imagens de satélite revelaram inumeráveis recifes, predominantemente individuais, de formato circular, de modo geral alinhados na direção NW-SE, ou formando concentrações coalescentes. Composições multiespectrais com ênfase na banda 1 (coastal blue, 400-450 nm), de maior penetração na coluna d'água, permitiram visualizar as feições submersas até pelo menos 25-30m. Desde o início do crescimento os recifes são aproximadamente circulares (patch reefs) e isoladamente constroem colunas verticais. Quando estão próximos da superfície podem apresentar diâmetros entre 20 e 30 m. A coalescência dos recifes ocorre quando estão alinhados na mesma direção e se aglutinam quando aumentam de diâmetro. Os escassos estudos da região descrevem principalmente as ocorrências de corais. Os corais, porém, não são os verdadeiros formadores dessas imponentes construções colunares, com 25 a 30 m de altura sobre o fundo, podendo aflorar localmente (<1m) em maré baixa. Estas feições são construídas por crostas de algas calcárias e que as colônias de corais, não construtoras de recifes, recobrem esparsamente os recifes de algas. Filmagens à deriva realizadas em 2019, juntamente com imagens de sonar de varredura lateral, permitiram visualizar detalhes da superfície do fundo e validar a precisão do georreferenciamento das feições mostradas na imagem de satélite. Imagens locais, de vídeo à deriva, mostraram cabeços recifais de algas coralinas com variadas alturas sobre o fundo e todos recobertos por exuberantes concentrações de algas Halimeda, além de esponjas e colônias de corais. O sedimento de fundo, nas áreas filmadas, é inteiramente formado por talos de Halimeda, sem presença de rodólitos.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### PESQUISAS MULTIDISCIPLINARES NOS ESTUÁRIOS DA AMAZÔNIA ORIENTAL

ROBRINI, M.

Universidade Federal do Pará (Maamar El Robrini, [robrini@ufpa.br](mailto:robrini@ufpa.br))

A Zona Costeira Estuarina Paraense (ZCEP) com 3 setores diferenciados: (1) Costa Atlântica do Salgado Paraense (Baía do Marajó – rio Gurupi) ; (2) Insular Estuarino do rio Amazonas (Golfão Marajoará) onde, ocorre uma complexa rede hidrográfica (furos - Estreitos de Brêves, canais de maré e uma rede de paleocanais (partes Leste, Oeste, Sudoeste) e (3) Continental Estuarino do rio Pará/ Baía de Marajó é recortada por estuários profundos: Amazonas, Pará, Curuçá, Marapanim, Maracanã, Caeté, Piriá, Gurupi, entre outros. A ZCEP é constituída por um conjunto de reentrâncias (“falsas rias”), com rios afogados, bastante ativos, configurando uma costa em submersão. A plataforma continental interna adjacente é recoberta por campos de depósitos arenosos orientados no sentido das correntes de maré (NE-SW). As marés são semi-diurnas com amplitude de macromaré (5,50m) no setor 1 e mesomaré nos setores 2 (3,80m) e 3 (3,30m). As correntes de maré são fortes, com velocidades de 1,65m/s a 0,1m/s (Setor 1) entre 1,7m/s a 0,27m/s (Setor 2) e entre 1,74m/s a 0,63m/s (Setor 3). As ondas têm altura abaixo de 1,5m (setores 1 e 2) e 1m (setor 3). Diversas investigações, adotando a sazonalidade amazônica foram realizadas nos estuários nos 3 setores, versando sobre: Caracterização físico (T°, sal, pH, CE, STD, MPS, OD, transparência da água), química (macro nutrientes dissolvidos) e comportamento de nutrientes na coluna d’água, revelando a qualidade das águas estuarinas a luz da Resolução de CONAMA nº 357/2005. Evolução multitemporal dos fundos para observar as mudanças morfológicas ocorridas em fundos e quantificar aprofundamento e/ou assoreamento. Navegabilidade (dragagem), levantamento batimétrico e cálculo do volume dragado (Hypack) do canal do projeto. Hidrodinâmica, com simulações hidrodinâmicas ao longo de um ciclo de maré de sizígia e de quadratura (meia maré vazante, meia maré enchente, estofo de preamar e de baixamar, que permitiram a identificação de pontos com potencial energético (correntes de maré) nos estuários, onde densidades energéticas (W/m<sup>2</sup>) foram avaliadas.

**Palavras-chave:** Amazônia Oriental. Estuário. Qualidade de água. Hidrodinâmica.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### VARIAÇÕES DO NÍVEL DO MAR NAS ILHAS OCEÂNICAS BRASILEIRAS

ANGULO R.J.; SOUZA M.C.

Universidade Federal do Paraná (Rodolfo José Angulo, [fitoangulo@gmail.com](mailto:fitoangulo@gmail.com))

As ilhas oceânicas Brasileiras, que ampliam a Zona Econômica Exclusiva, são: o Atol das Rocas, as ilhas da Trindade e de Martin Vaz e os arquipélagos de São Pedro e São Paulo, Fernando de Noronha a Abrolhos. Estas ilhas apresentam variações relativas do nível do mar diversas às da costa continental e também entre si, decorrentes de sua diversidade geológica. No arquipélago de São Pedro e São Paulo ocorrem níveis relativos do mar holocênicos muito altos, quando comparados com as variações eustáticas verificados na costa continental, que são decorrentes da intensa atividade tectônica que ocorre até o presente devido a atividade na falha transcorrente sobre a qual o arquipélago se localiza. Já, na Ilha da Trindade e no arquipélago de Fernando de Noronha foram verificados níveis do mar semelhantes ou ligeiramente inferiores aos do continente o que sugere componente de afundamento isostático dos edifícios vulcânicos após o término da atividade vulcânica. O Arquipélago de Abrolhos apresenta níveis relativos do mar semelhantes aos do continente devido a que ele se localiza na plataforma continental. Assim, as variações relativas correspondem às mudanças eustáticas do nível do mar. Já, no Atol das Rocas, onde em trabalhos anteriores foram reportados conspícuos indicadores de níveis do mar superiores ao atual, novas interpretações indicam que os mesmos não correspondem a indicadores de níveis marinhos e sim a produtos de tempestades. Contudo, outros indicadores sugerem rebaixamento do nível relativo do mar no Holoceno tardio semelhante ao ocorrido na costa continental.

Palavras-chave: Holoceno. ZEE. Amazônia Azul. Paleoníveis marinhos.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### **ANÁLISE GEOAMBIENTAL INTEGRADA DA BACIA DA LAGOA MIRIM E PLATAFORMA ADJACENTE**

GARCÍA-RODRÍGUEZ, F.

Universidad de la República, Uruguay (Felipe García-Rodríguez, [felipegr@fcien.edu.uy](mailto:felipegr@fcien.edu.uy))

Estudo integrado de natureza multidisciplinar aplicado a evolução paleoambiental de alta resolução e caracterização dos sistemas sedimentares costeiros que compõe Patos-Mirim e cinturão da lama do Rio da Prata. O estudo será baseado em registros sísmicos de alta resolução de acervo e novos testemunhos de sondagem. Nesta proposta estão incluídas análises clássicas de dados geoquímicos, geocronológicos, micropaleontológicos, e escaneados XRF de alta resolução na caracterização paleoambiental durante Holoceno/Antropoceno e dos impactos antropogênicos.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### SISTEMAS DEPOSICIONAIS QUATERNÁRIOS DE ÁGUAS PROFUNDAS DA BACIA DO ESPÍRITO SANTO

HERCOS, C.M.

Petróleo Brasileiro SA (Cizia Mara Hercos, [cizia@petrobras.br](mailto:cizia@petrobras.br))

A fisiografia da Bacia do Espírito Santo é caracterizada por uma plataforma continental com variações expressivas de largura, a qual assume valores de até 240 km na “Plataforma de Abrolhos”, na porção norte, passando a cerca de 30 km em frente à desembocadura do Rio Doce e 50 km na porção sul. Este estreitamento conferiu ao talude uma conformação em anfiteatro (Embaimento de Tubarão) que condicionou a formação de um sistema de drenagem submarina convergente, o qual transferiu areias, nos períodos glaciais, desde a plataforma até o Platô de São Paulo e Sopé Continental através de cânions, canais e calhas pertencentes a 3 grandes sistemas turbidíticos, nomeados de sul para norte como: Vitória, Watu e Doce. O Sistema Vitória é composto por uma drenagem retilínea, paralela, multi-fonte, formada majoritariamente por cânions maduros que convergem em direção ao talude inferior (zona deposicional). A partir da quebra de gradiente observada a 1500 m formaram-se um complexo de lobos amalgamados, na porção sul, e sistemas tipo canal-levees com lobos frontais e de extravasamentos associados, na parte norte. Esses subsistemas se conectam com calhas rasas e largas por onde, eventualmente, foram transferidas areias até uma minibacia distal formada na retaguarda de uma muralha salina de orientação NS. O Sistema Watu está posicionado cerca de 30 km a SE da foz do Rio Doce atual. É constituído por 2 cânions maduros, Watu Norte e Watu Sul, que alimentaram sistemas de canais-levees desenvolvidos após uma quebra de gradiente observada na isóbata de 1300m. Estes canais evoluem para lobos frontais em sua porção distal. Parte das areias foi transferida para jusante contornando diápiros salinos e através de calhas balizadas por muralhas de sal, até desembocar em uma minibacia a partir da isóbata de 2400m, a qual foi preenchida por um complexo de lobos arenosos. Além desta minibacia, as areias atravessaram uma garganta entre muralhas para preencher outra minibacia mais adiante. A geometria do Sistema Doce é controlada pela tectônica do sal desde a sua porção proximal. Este sistema conta com 4 cânions que atuaram em épocas distintas, sendo o Cânion Doce o mais novo. Os cânions convergem para uma calha NS balizada pelas estruturas do sal a partir da isóbata de 2000m. As areias do Sistema Doce, transportadas através de cânions maduros, se depositaram, principalmente, no talvegue dos cânions e no interior da calha distal constituindo depósitos canalizados e de lobos intracalha, os quais se encontram entremeados com depósitos de transporte de massa provenientes das bordas da calha. Cerca de 130 km a sul da borda da plataforma, a calha distal do Sistema Doce encontra a primeira minibacia intrasalina preenchida por areias do Sistema Watu. Depósitos de transporte de massa (DTM) foram observados principalmente no talude inferior e platô, intercalados com os depósitos turbidíticos. Nos testemunhos predominam os DTM de constituição lamosa. No talude, na região intercânions, entre as isóbatas de 1000 e 1500m, ocorrem megaondulações que foram interpretadas como driftes contorníticos resultantes da remobilização dos depósitos hemipelágicos/pelágicos pela CCI (Corrente de Contorno Intermediária), fluindo para norte-nordeste.

Palavras-chave: Bacia do Espírito Santo. Quaternário. Turbiditos. Contornitos.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### INTERAÇÃO MORFOSEDIMENTAR PRAIA - PLATAFORMA: CONTRIBUIÇÃO PARA A FORMAÇÃO DE GEOHABITATS

MORAIS, J.O.

Universidade Estadual do Ceará (Jáder Onofre de Morais, [jader.morais@uece.br](mailto:jader.morais@uece.br))

O setor costeiro e marinho-raso entre Itarema e Camocim (Costa Oeste do Ceará) apresenta uma heterogeneidade de padrões morfoestratigráficos diretamente associada às variações do nível do mar dos últimos 120.000 anos A.P (MIS 5 a 1), além do importante papel desempenhado pela herança estrutural. Dois importantes geohabitats são identificados: Costa Negra (Itarema e Acaraú) e Vale Inciso do Coreaú (Camocim). O setor conhecido como Costa Negra apresenta importantes interações entre os sistemas costeiros e marinho-raso, principalmente do ponto de vista sedimentológico. Caracterizando assim como ambientes deposicionais mistos – siliciclásticos e bioclásticos. Desta forma, fica evidenciado que durante o Holoceno Médio e Tardio este setor apresentou elevado intercâmbio morfosedimentar associado a oscilações do nível do mar. A associação entre o substrato de natureza mista (principalmente com mais bioclásticos no setor marinho do que siliciclástico) e os aspectos fisiográficos costeiros associado ao Alto de Acaraú (baixa declividade) propiciaram a formação de grandes complexos de dunas subaquosas transversais e sistemas deposicionais costeiros associados aos sistemas de barreiras-lagunas, *tidal flat*, eolianitos, paleolagoas interdunares e falésia inativa. Importantes ecossistemas ocorrem neste setor de substrato de natureza mista, tais como os bancos de rodolitos, os bancos de fanerógramas; além de importantes atividades econômicas associadas à pesca – lagosta, camarão. Em relação ao Vale Inciso do Coreaú, evidencia-se que sua gênese está diretamente associada ao glacial de *Wisconsin* (MIS 2, 3 e 4), a transgressão holocênica (MIS1) e a herança estrutural (falha de Camocim e Plataforma Parnaíba – embasamento raso). Analisando a cobertura sedimentar do vale inciso afogado na plataforma interna, verificou-se o nítido controle geomórfico da feição, onde nas margens (profundidade <20m) foi verificado o predomínio da deposição de sedimentos bioclásticos associados principalmente às algas calcárias vermelhas. No entanto, no interior do vale (profundidade de até 45m) foi verificado o predomínio de deposição de lama carbonática, o que demonstra que este vale funciona como uma importante armadilha sedimentar. No interior do vale foi verificada a ocorrência de importantes organismos bentônicos com destaque para o filo Mollusca (Gastropoda, Bivalvia e Scaphopoda). Além disso, verifica-se que a fisiografia da plataforma rasa e planície costeira com praias de natureza dissipativa favoreceram o desenvolvimento de algas foliáceas e capim marinho que apresentaram potencial fármaco (potencial citotóxico contra linhagens tumorais e potencial antioxidante e anticolinesterásico), destacam-se a *Hypnea pseudomusciformis*, a *Corallina panizzoi*, a *Botryocladia occidentalis*, a *Osmundaria obtusiloba* e a *Padina gymnospora*. Os estudos de natureza integrativa (aspectos abiótico, biótica e química) na compreensão de geohabitats são fundamentais para entender o funcionamento da biodiversidade e de serviços ecossistêmicos.

Palavras-chave: Geodiversidade. Sedimentação Marinha. Bentos. Potencialidade.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EVENTOS MAGMÁTICOS NA MARGEM CONTINENTAL SUDESTE BRASILEIRA E IMPLICAÇÕES PARA A EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO

MOHRIAK, W.U.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Webster Ueipass Mohriak, [webmohr@gmail.com](mailto:webmohr@gmail.com))

Diversos eventos magmáticos são caracterizados na margem continental brasileira, entre as bacias de Pelotas, Santos, Campos e Espírito Santo. São discutidos neste trabalho os principais eventos magmáticos registrados na região emersa e na região da plataforma continental e águas profundas, distribuídos no tempo geológico entre o Cretáceo Inferior e o Neógeno. Destacam-se os eventos relacionados a ruptura do Gondwana e abertura do Oceano Atlântico, a formação de crosta oceânica embriônica, incluindo as feições sísmicas interpretadas como refletores mergulhantes para o mar, e formação de intrusões e extrusões ígneas no Cretáceo Superior, Paleógeno e Neógeno. Nesse contexto, são abordadas as feições vulcânicas na Bacia de Pelotas, o propagador oceânico entre Pelotas e Santos, os eventos magmáticos relacionados ao final da fase rift na Bacia de Santos, eventos magmáticos do Cretáceo Superior e Paleógeno na região de Cabo Frio, e o vulcanismo da região de Abrolhos entre a Bacia do Espírito Santo e Mucuri na Bahia. O magmatismo pré-rift é registrado na Bacia do Paraná e na província de Etendeka na África, estendendo-se para a Bacia de Pelotas, Santos, Campos e Espírito Santo na margem brasileira e nas bacias da margem conjugada africana. Geralmente as sequências vulcano-sedimentares são interpretadas como embasamento vulcânico, mas há ocorrências localizadas de acumulação de petróleo em rochas basálticas fraturadas, como as observadas na Bacia de Campos. O magmatismo sin-rift é de ampla ocorrência nas bacias, tendo sido registrado em diversos poços exploratórios que atingiram a seção pré-sal nas bacias do sudeste brasileiro. Interpreta-se que os eventos magmáticos relacionados com os refletores mergulhantes para o mar são associados com a implantação de crosta oceânica na porção distal das bacias sedimentares, sendo sismicamente bem caracterizados nas bacias de Pelotas e Santos, mas também ocorrem nas bacias de Campos e Espírito Santo. Eventos pós-rift são registrados notadamente na região de Cabo Frio entre as bacias de Santos e Campos, onde localmente as sequências vulcânicas estão associadas com reservatórios siliciclásticos produtores de hidrocarbonetos. Esse magmatismo é datado do Cretáceo Superior a Paleógeno, sendo caracterizado por feições ígneas também na região emersa da margem continental sudeste brasileira, onde várias intrusões alcalinas são registradas entre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Registra-se também o magmatismo dessa idade na região do Alto do Rio Grande, a sul da zona de Fratura de Florianópolis. O magmatismo pós-rift do Paleógeno a Neógeno é observado nas bacias de Campos e Espírito Santo, formando grandes feições ígneas na plataforma continental onde destaca-se a região de Abrolhos, com rochas intrusivas e extrusivas na região emersa, em ilhas do Complexo Vulcânico de Abrolhos, e também formando montes submarinos em águas profundas das bacias de Santos, Campos e Espírito Santo. Localmente a distribuição das sequências evaporíticas do Aptiano Superior é afetada pelas rochas vulcânicas, como na região de Cabo Frio. Algumas acumulações de petróleo na margem sudeste estão associadas com sequências vulcano-sedimentares nas Bacias de Campos, Espírito Santo e Santos, incluindo poços que tiveram como objetivo a seção pré-sal.

Palavras-chave: Eventos magmáticos. Margem continental sudeste brasileira. Implicações exploratórias.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTES CONVERGENTES COM SUBDUÇÃO A PARTIR DE REGISTROS VULCÂNICOS E SEDIMENTARES SUBAQUOSOS

BONGIOLO, E.<sup>1</sup>; CHEMALE JR., F.<sup>2</sup>; TEIXEIRA, W.<sup>3</sup>

Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> (Everton Bongioio; [bongioio@ufrgs.br](mailto:bongioio@ufrgs.br));  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos<sup>2</sup>; Universidade de São Paulo<sup>3</sup>

O projeto desenvolveu investigações científicas nas seguintes áreas de estudos: Zona de Retro-Arco (rear-arc) de Izu-Bonin Mariana, no Oceano Pacífico (Expedição 350); Zona sismogênica de Sumatra no Oceano Índico (expedição 362), Maurice Ewing Banks (Expedição DSDP 36), no Oceano Atlântico Sul; Agulhas Plateau, no Oceano Índico, Margem de Subdução Hikurangi na Ilha Norte da Nova Zelândia, Oceano Pacífico (Expedição 375).e Sismogênese da Costa Rica (Expedição 344), na margem SE de Costa Rica. Os resultados obtidos por meio de estudos integrados envolvem diversas ferramentas científicas como petrografia, estratigrafia, sedimentologia, geofísica e geoquímica isotópica de alta e baixa temperatura. Resultados, interpretações e discussões científicas são diversos e abrangem temas científicos de relevância e inovadores como: (i) a variação climática e a proveniência de leques submarinos com aporte de material proveniente de orógenos recentes; (ii) a caracterização das fontes mantélica e processos pós-cristalização na geração de magmatismo toleítico do tipo MORB e magmatismo astenosférico alcalino associado à pluma mantélica, próximos a zona de subdução; (iii) caracterização dos processos de aporte vulcânico controlado pelo períodos glaciais e interglaciais em sedimentos vulcanoclásticos em zona de subdução; (iv) definição da história térmica de bacias sedimentares em ambiente de subdução bem como padrão de dispersão de sedimentos associados a eventos sísmicos de deslizamento ao longo do zonas de subdução; (v) caracterização petrocronológica (com definição de Pressão-Temperatura-Tempo) de terrenos de alto grau gerados em ambiente de subdução. O projeto teve participação de docentes e pesquisadores em nível de doutorado e pós-doutorado durante sua vigência.

Palavras-chave: Zonas de subdução. Oceano Índico. Oceano Pacífico. Placa de Cocos. Maurice Ewing Bank. IODP.





## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### ESTRATIGRAFIA E ASPECTOS VULCANOLÓGICOS DO ARQUIPÉLAGO DE MARTIN VAZ E COMPARAÇÕES COM A ILHA DA TRINDADE

BEVILAQUA, L.A.<sup>1,2</sup>; BONGIOLO, E.M.<sup>2,3</sup>; MARINS, G.M.<sup>4</sup>; MACHADO JUNIOR, D.L.<sup>1</sup>

Petróleo Brasileiro S.A.<sup>1</sup> (Leandro Arrais Bevilaqua, [leandroarrais@petrobras.com.br](mailto:leandroarrais@petrobras.com.br)); Universidade Federal do Rio de Janeiro<sup>2</sup>; Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>3</sup>; Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES)<sup>4</sup>

O arquipélago de Martin Vaz é formado por quatro pequenas ilhas localizadas no Oceano Atlântico Sul que somadas possuem área de 0,37 km<sup>2</sup>. Tanto o arquipélago quanto a ilha da Trindade, localizados a 48 km de distância uma da outra e cerca de 1200 km da cidade de Vitória/ES, correspondem à porção mais oriental da Cadeia Vitória-Trindade (CVT). Embora muitos trabalhos tenham sido desenvolvidos na ilha da Trindade desde 1961, poucos foram realizados em Martin Vaz. Isso se deve principalmente à dificuldade logística para se chegar à ilha, cujo acesso é feito exclusivamente por helicóptero operado pela Marinha do Brasil, usando a ilha da Trindade como base. Como consequência, todas as amostras coletadas em trabalhos anteriores em Martin Vaz não possuem controle estratigráfico adequado. Foi feito um mapeamento geológico pioneiro na escala 1:4000 em conjunto com estudos de difração de raios X, petrografia, microscopia eletrônica de varredura e litogeoquímica em amostras coletadas na ilha de Martin Vaz. Os dados foram utilizados para identificar e caracterizar as unidades litoestratigráficas do arquipélago pela primeira vez e propor os processos vulcânicos associados ao desenvolvimento do arquipélago. Quatro unidades litoestratigráficas foram individualizadas, todas de natureza sódico-alcalina e fortemente subsaturadas em SiO<sub>2</sub>: (i) Formação Martin Vaz, que registra os pulsos mais antigos e expressivos da atividade explosiva do arquipélago. É interpretado como um vulcanismo de estilo Surtseyano e afinidade química fonolítica-basanítica; (ii) Corpos fonolíticos subvulcânicos formados por domos e plugs e representam o maior volume de rochas expostas do arquipélago; (iii) Formação Mirante, que representa um evento piroclástico ignimbrítico ultrabásico de origem freatomagmática e afinidade química basanítica; e (iv) Formação Atobá, composta por derrames do tipo a'a de composição basanítica a fonolítica, esse individualizado como Membro Bandeira, interpretada como um vulcanismo de estilo Estromboliano. As rochas vulcânicas descritas no arquipélago de Martin Vaz e na ilha da Trindade representam os membros finais da série nefelinito-fonolito, com ausência de fases intermediárias. Os basanitos, foiditos e tefritos das formações de Martin Vaz, Mirante e Atobá são geoquimicamente semelhantes aos nefelinitos das formações Valado, Morro Vermelho e Paredão descritos na ilha da Trindade. Da mesma forma, as características geoquímicas dos fonolitos subvulcânicos e dos derrames fonolíticos do Membro Bandeira são similares àquelas observadas em fonolitos do Complexo Trindade. Os dados obtidos permitiram a elaboração de um modelo esquemático inédito para a evolução geológica do arquipélago de Martin Vaz, uma das últimas manifestações vulcânicas do território brasileiro.

Palavras-chave: Arquipélago de Martin Vaz. Litoestratigrafia. Vulcanismo alcalino. Ilhas oceânicas.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EVOLUÇÃO E APLICAÇÃO DE LEVANTAMENTOS GEOFÍSICOS DE ALTA RESOLUÇÃO NA MARGEM SUDESTE DO BRASIL

SILVA, M.G.L.; CORREA E CASTRO, F.C.

Petróleo Brasileiro S.A (Marcos Gleidson Lima da Silva, [marcosgleidson@petrobras.com.br](mailto:marcosgleidson@petrobras.com.br))

No âmbito de seus esforços exploratórios e no desenvolvimento da produção de campos de Petróleo offshore no sudeste do Brasil, a Petrobras vem atuando na investigação e no conhecimento do assoalho marinho para subsidiar os projetos que envolvem a engenharia submarina. Estes projetos têm constituído, desta forma, num condutor deste conhecimento, adquirido através de técnicas cada vez mais precisas e de maior resolução. Este trabalho aborda o histórico dos levantamentos geofísicos realizados nas duas últimas décadas, e a evolução dos produtos que utilizam dados de *multibeam-MB*, sísmica rasa *subbottom profiler-SBP*, *side scan sonar-SSS*, SAS-sonar de abertura sintética e fotografia submarina de alta resolução georreferenciada. A investigação do assoalho marinho em águas cada vez mais profundas, e principalmente o aumento das restrições ambientais, tem exigido da Petrobras atualização constante dos métodos geofísicos, fundamentais para investigação e estudos do fundo marinho das bacias brasileiras.

Palavras-chave: Geofísica Rasa. Alta frequência. Alta Resolução. AUV. SAS. Fotografia georreferenciada.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### IBSC E A CAPACITACAO EM HIDROGRAFIA NO BRASIL

ROSCHER, N.

Diretoria de Hidrografia e Navegação, IBSC, (Nickolás de Andrade Roscher, [nickolas.roscher@marinha.mil.br](mailto:nickolas.roscher@marinha.mil.br))

O IBSC é uma Banca de Avaliação conjunta da Federação Internacional de Agrimensores (FIG), da Organização Hidrográfica Internacional (IHO) e da Associação Cartográfica Internacional (ICA). O IBSC é responsável pelo desenvolvimento e manutenção de padrões internacionais de competência para topógrafos hidrográficos e cartógrafos náuticos, bem como pela promoção desses padrões e pela concessão de reconhecimento de programas de organizações que cumpram os padrões com base nas evidências apresentadas pelas mesmas. O IBSC está satisfeito com as Novas Normas S-5A e S-5B para hidrográficos e S-8A e S-8B para cartógrafos náuticos, apresentadas em 2016/2017, elas foram muito bem recebidas pela Academia. Esses padrões e as diretrizes associadas disponíveis em: [www.iho.int](http://www.iho.int) int Capacitação → Lista de programas reconhecidos, para aquelas organizações que estejam interessadas em submeter programas de cursos baseados nos padrões. Durante as últimas 3 reuniões do IBSC, a maioria das submissões apresentadas pelo novo padrão S-5A e S-5B foram reconhecidas com sucesso. O Conselho está honrado e entusiasmado, por que isso indica que as Novas Normas foram bem compreendidas pelos Estados Membros e Instituições, verifica-se que as normas estão amadurecendo, fruto desta maturação a Banca observou o que ainda são necessárias pequenas alterações, especialmente nas Diretrizes para que entendimento fique mais consistente! Atualmente, existem mais de 60 programas reconhecidos e ainda dois esquemas de reconhecimento individual em 29 países ao redor do mundo. A lista de programas reconhecidos pode ser obtida no site da IHO. A cada ano, o número de programas está aumentando e, com o advento da nova abordagem do governo brasileiro sobre Gerenciamento de Portos e Hidrovias navegáveis, está na hora de disseminar o conhecimento hidrográfico por todo esse país continental, que é o Brasil. Um país com mais de 65 portos SOLAS, a maior hidrovia do mundo, exige profissionais mais eficientes para cumprir a lacuna da hidrográfica que atravessa as temáticas de geologia, oceanografia, engenharia, gestão ambiental e muitas outras. Especialmente a indústria de portos e petróleo e gás tem muito a ganhar com a disseminação de programas em hidrografia / cartografia Náutica no Brasil. Precisamos definir pequenas etapas, programas enxutos dentro dos cursos de Graduação já estabelecidos, fornecendo módulos complementares para garantir o Padrão mínimo na graduação (CAT-B), da mesma maneira, e em paralelo, oferecendo especializações dentro do programas de pós-graduação Lato Sensu, de até 20 semanas com módulos equivalentes. Com iniciativas simples como essas em menos de 5 a 6 anos teríamos profissionais prontos, há muito demandados pelo mercado brasileiro para trabalhar nesses temas específicos.



## II Simpósio Brasileiro de Geologia e Geofísica Marinha (II SBGGM)

50ª Reunião Anual do Programa de Geologia e Geofísica Marinha (PGGM)

4º Workshop International Ocean Drilling Program (IODP / CAPES)

2º Workshop de Hidrografia Portuária e Petrolífera

4º Workshop de Geologia e Geofísica Marinha



### EVALUACIÓN GEOLÓGICA DEL FONDO PARA CONTROL O COLOCACIÓN DE GASODUCTOS U OLEODUCTOS SUBMARINOS

ALIOTTA, S.

Universidad Nacional del Sur, Argentina (Salvador Aliotta, [galiott@criba.edu.ar](mailto:galiott@criba.edu.ar))

Para la realización de estudios morfológicos, sedimentológicos y/o estratigráficos en ambientes subacuáticos (mar, río o lago) las técnicas de prospección sísmoacústicas se constituyen en herramientas fundamentales para alcanzar una correcta y completa evaluación de las características geológicas superficiales y subsuperficiales. En particular, relevamientos batimétricos con ecosonda (mono o multihaz), y prospección con sonar de barrido lateral y sísmica de alta resolución, son métodos utilizados para la realización de estudios de base para el desarrollo de proyectos y diagramación de las tareas ingenieriles vinculadas a la instalación de gasoductos y oleoductos submarinos. Asimismo, dichos métodos de estudio son también requeridos en aquellas evaluaciones tendientes a controlar el estado e integridad de los ductos sobre el fondo, asegurando así un correcto y seguro funcionamiento. En el marco de este tipo de evaluaciones geológicas se exponen 2 ejemplos de estudios vinculados, en el primer caso, al proyecto de instalación de un oleoducto y monoboya para carga de buques tanque, correspondiente a una importante Terminal Marítima de almacenamiento de petróleo en la región costera de Bahía Blanca (Argentina). El segundo ejemplo, se refiere al control geofísico de un extenso gasoducto que atraviesa el río Paraná, al noreste de Argentina. El objetivo de este tipo de estudios, en general, es aportar información del estado de asentamiento del ducto sobre el fondo, minimizando así los riesgos de tramos con cañería en voladizo (free span), los cuales conllevan un riesgo de ruptura y consecuentemente una importante perturbación ambiental.

Palabras clave: Gasoducto. Oleoducto. Geofísica marina.

# II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA



## II SBGGM

**03 a 08 de novembro de 2019**

**Centro de Eventos - Hotel Continental  
Porto Alegre - RS**

Organização

