



Edilene Dias Santos
Francisco Oricelio da Silva Brindeiro
Roger Goulart Mello
Organizadores

Multiplicidades do


MEIO AMBIENTE

na contemporaneidade



2022





Edilene Dias Santos
Francisco Oricelio da Silva Brindeiro
Roger Goulart Mello
Organizadores

Multiplicidades do

MEIO AMBIENTE

na contemporaneidade



2022



2022 by Editora e-Publicar
Copyright © Editora e-Publicar
Copyright do Texto © 2022 Os autores
Copyright da Edição © 2022 Editora e-Publicar
Direitos para esta edição cedidos à Editora e-Publicar
pelos autores

Editora Chefe

Patrícia Gonçalves de Freitas

Editor

Roger Goulart Mello

Diagramação

Roger Goulart Mello

Projeto gráfico e Edição de Arte

Patrícia Gonçalves de Freitas

Revisão

Os autores

MULTIPLICIDADES DO MEIO AMBIENTE NA CONTEMPORANEIDADE, VOL. 1.

Todo o conteúdo dos capítulos, dados, informações e correções são de responsabilidade exclusiva dos autores. O download e compartilhamento da obra são permitidos desde que os créditos sejam devidamente atribuídos aos autores. É vedada a realização de alterações na obra, assim como sua utilização para fins comerciais.

A Editora e-Publicar não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Conselho Editorial

Alessandra Dale Giacomini Terra – Universidade Federal Fluminense

Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Andrelize Schabo Ferreira de Assis – Universidade Federal de Rondônia

Bianca Gabriely Ferreira Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Cristiana Barcelos da Silva – Universidade do Estado de Minas Gerais

Cristiane Elisa Ribas Batista – Universidade Federal de Santa Catarina

Daniel Ordane da Costa Vale – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes

Dayanne Tomaz Casimiro da Silva - Universidade Federal de Pernambuco

Diogo Luiz Lima Augusto – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Elis Regina Barbosa Angelo – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Ernane Rosa Martins - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás

Fábio Pereira Cerdera – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Francisco Oricelio da Silva Brindeiro – Universidade Estadual do Ceará

Glaucio Martins da Silva Bandeira – Universidade Federal Fluminense

Helio Fernando Lobo Nogueira da Gama - Universidade Estadual De Santa Cruz

Inaldo Kley do Nascimento Moraes – Universidade CEUMA

João Paulo Hergesel - Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro



2022

Jordany Gomes da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Jucilene Oliveira de Sousa – Universidade Estadual de Campinas
Luana Lima Guimarães – Universidade Federal do Ceará
Luma Mirely de Souza Brandão – Universidade Tiradentes
Mateus Dias Antunes – Universidade de São Paulo
Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Naiola Paiva de Miranda - Universidade Federal do Ceará
Rafael Leal da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Rita Rodrigues de Souza - Universidade Estadual Paulista
Rodrigo Lema Del Rio Martins - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Willian Douglas Guilherme - Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M961 Multiplicidades do meio ambiente na contemporaneidade: volume 1 /
Organizadores Edilene Dias Santos, Francisco Oricelio da Silva
Brindeiro, Roger Goulart Mello. – Rio de Janeiro, RJ: e-Publicar,
2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5364-011-5

1. Meio ambiente – Brasil. 2. Sustentabilidade. I. Santos, Edilene
Dias. II. Brindeiro, Francisco Oricelio da Silva. III. Mello, Roger
Goulart.

CDD 363.7

Elaborado por Ana Carolina Silva de Souza Jorge – CRB6/2610

Editora e-Publicar

Rio de Janeiro – RJ – Brasil
contato@editorapublicar.com.br
www.editorapublicar.com.br



2022

APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que a Editora e-Publicar vem apresentar a obra intitulada "Multiplicidades do meio ambiente na contemporaneidade, Volume 1". Neste livro engajados pesquisadores contribuíram com suas pesquisas. Esta obra é composta por capítulos que abordam múltiplos temas da área.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Editora e-Publicar

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	12
FITOMASSA DE PLANTAS CHIA CULTIVADA SOB MALHAS COLORIDAS E DOSES FÓSFORO	12
	Aglair Cardoso Alves Fábio Nascimento de Jesus Aline dos Anjos Souza Uasley Caldas de Oliveira Gisele Chagas Moreira Gilvanda Leão dos Anjo Anacleto Ranulfo dos Santos Girlene Santos de Souza
CAPÍTULO 2	24
RESPONSABILIDADE AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	24
	Albertina Marília Alves Guedes Elisa Angélica Alves Guedes
CAPÍTULO 3	34
LOGÍSTICA REVERSA DE PILHAS E BATERIAS NO BRASIL: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO CONSIDERANDO O PROGRAMA ABINEE RECEBE PILHAS (PARP)	34
	Barbara Tokarz Alexandre Borges Fagundes Delcio Pereira Fernanda Hänsch Beuren Débora Barni de Campos
CAPÍTULO 4	46
MODELOS DE LOGÍSTICA REVERSA PARA RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL: OS PROJETOS DESCARTE ON E DESCARTE GREEN	46
	Cristal de Freitas Borges Alexandre Borges Fagundes Delcio Pereira Fernanda Hänsch Beuren Débora Barni de Campos
CAPÍTULO 5	58
O FILME FEBRE DO RATO UMA ANÁLISE DO DISCURSO COM ÊNFASE SOB AS NO ABANDONO POLÍTICO E FALTA DE SANEAMENTO BÁSICO	58
	Gelbis Martins Agostinho Luciana de Oliveira Silva Ralph de Araujo Stellet Aline Peixoto Vilaça Dias Eliana Crispim França Luquetti Carlos Henrique Medeiros de Souza Sérgio Arruda de Moura

CAPÍTULO 6	68
CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E SITUAÇÃO FLORESTAL ATUAL DAS NASCENTES NA SUB-BACIA DO RIO DOS MONOS, EM BARRA DO CHOÇA-BA...	68
	Deborah Luiza Teles dos Santos Victor Lima Souza Jacson Tavares de Oliveira
CAPÍTULO 7	83
A IMPORTÂNCIA DA LEI 12.873/2013 PARA A DEMOCRATIZAÇÃO DO ACESSO À ÁGUA EM REGIÕES SEMIÁRIDAS	83
	Amanda Cristiane Gonçalves Fernandes Igo Marinho Serafim Borges Viviane Farias Silva
CAPÍTULO 8	96
DIAGNÓSTICO DA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA DO BAIRRO DIRCEU ARCOVERDE II, ZONA SUDESTE, TERESINA, PIAUÍ	96
	Joseane Lustosa Machado Roselis Ribeiro Barbosa Machado
CAPÍTULO 9	109
ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE PRODUTOS FINAIS DE COMPOSTAGEM	109
	Clebes Iolanda Leodice Alves Leonice Aparecida de Fátima Alves Pereira Mourad
CAPÍTULO 10	118
USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO SOBRE ILHA DE CALOR NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS – GO	118
DOI: 10.47402/ed.ep.c2022193910115	
	Thiago Santoro Baptista Tirelo Margareth Santoro Baptista de Oliveira
CAPÍTULO 11	133
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA OMBREIRA DIREITA DA BARRAGEM DE ANAGÉ-BA, A PARTIR DA ANÁLISE GEOAMBIENTAL	133
	Mateus Libarino Silva Jacson Tavares de Oliveira Edvaldo Oliveira
CAPÍTULO 12	152
CARACATERIZAÇÃO E TENDÊNCIAS TEXTURAIIS DAS PRAIAS ARENOSAS DA ILHA DE SANTA CATARINA, SC, BRASIL	152
	Norberto Olmiro Horn Filho Patrícia Tortora

CAPÍTULO 13	178
ESTIMATIVA DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PASSÍVEIS DERECLAGEM EM PALMAS-TO.	178
	Vailton Alves de Faria
CAPÍTULO 14	186
ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO DO MARACUJÁ PARA O ESTADO DE GOIÁS	186
	André Luiz Ribas de Oliveira Vandervilson Alves Carneiro Sandra Máscimo da Costa e Silva João Carlos Mohn Nogueira Cassia Monalisa dos Santos Silva Renata Gonçalves Lacerda Oliveira
CAPÍTULO 15	200
AMBIENTES TECNOGÊNICOS NAS PAISAGENS DE ANÁPOLIS (GO): INCURSÕES GEOGRÁFICAS E APONTAMENTOS.....	200
	Edna Barros de Castro Renata Cristina Mendonça Chaveiro Jean Carlos Vieira Santos Vandervilson Alves Carneiro
CAPÍTULO 16	218
IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS EM ÁREAS DE OCUPAÇÃO ESPONTÂNEA O EXEMPLO DE SÃO GONÇALO – SALVADOR-BA.....	218
DOI: 10.47402/ed.ep.c202295916115	Thainan Silva dos Santos Dante Severo Giudice Vera Lúcia Santos de Jesus
CAPÍTULO 17	237
QUALIDADE DE ÁGUA COMO INDICADOR DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO EXTREMO SUL DA BAHIA: ESTUDO DE CASO DO RIO ITANHÉM.....	237
DOI: 10.47402/ed.ep.c202296017115	Giovanna França Bispo da Gama João Batista Lopes da Silva Joanna Maria da Cunha de Oliveira Santos Neves Bruna Gabriela Nico Pereira Herculano Allison Gonçalves Silva
CAPÍTULO 18	254
A EXPERIÊNCIA DO PROGRAMA COMUNIDADE URBANA PARA RECUPERAÇÃO ACCELERADA NO MUNICÍPIO DE CURRAIS NOVOS – RN.....	254
DOI: 10.47402/ed.ep.c202296118115	Joabio Alekson Cortez Costa Julia Diniz de Oliveira Denis Rodrigues Dantas Élida Thalita Silva de Carvalho

CAPÍTULO 19	274
AMBIENTES AQUÁTICOS DE ÁGUA DOCE: UM RESERVATÓRIO DE BACTÉRIAS RESISTENTES?	274
DOI: 10.47402/ed.ep.c202296219115	Milena Roberta Freire da Silva Karolayne Silva Souza Francisco Henrique Santana da Silva Rodrigo reges dos santos Silva Hévellin Talita Sousa Lins Tainara Fernandes Dantas Lívia Caroline Alexandre de Araújo Maria Betânia Melo de Oliveira
CAPÍTULO 20	285
QUALIDADE DE ÁGUA EM PESQUEIROS: IMPORTÂNCIA, LAZER E SAÚDE.....	285
DOI: 10.47402/ed.ep.c202296320115	Mariana Nogueira Braulino de Melo Karyne Oliveira Coelho Fernanda Rodrigues Taveira Rocha Oswaldo José da Silveira Neto Aracele Pinheiro Pales dos Santos
CAPÍTULO 21	308
PROJETO PENSE VERDE: UMA PROPOSTA DE PRODUÇÃO LEITORA E ESCRITA A PARTIR DA LIMPEZA E REFLORESTAMENTO DO MANGUE DA COMUNIDADE DE ALAGADIÇO, EM CANAAN, TRAIRI/CE.	308
DOI: 10.47402/ed.ep.c202296421115	Ana Nunes Cunha Célio Alves Ribeiro Laerte Gonzaga Ferreira
CAPÍTULO 22	322
MESOREGIÕES CENTRO ORIENTAL E CENTRO OCIDENTAL DO RIO GRANDE DO SUL – UM ESTUDO DE VULNERABILIDADE.....	322
DOI: 10.47402/ed.ep.c202296522115	Larissa Aldrighi da Silva Diuliana Leandro Gabriela Tombini Ponzi Denise Vieira dos Santos Suelen Movio Huinca Gabriel Borges dos Santos Marlon Heitor Kunst Valentini
CAPÍTULO 23	340
MONITORAMENTO E REMOÇÃO DE METAIS NO TRATAMENTO ANAERÓBIO DE EFLUENTES DA PRODUÇÃO DE ETANOL DE CANA-DE-AÇÚCAR ¹	340
DOI: 10.47402/ed.ep.c202296623115	Lauren Nozomi Marques Yabuki Marcelo Loureiro Garcia
CAPÍTULO 24	360
PRINCIPAIS TEMAS RELACIONADOS A GESTÃO AMBIENTAL E O REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS.....	360
DOI: 10.47402/ed.ep.c202296724115	Jaqueline Fernandes Tonetto Verônica Schmidt

CAPÍTULO 25	370
SAÚDE AMBIENTAL, ECOLOGIA DAS DOENÇAS E ECLOSÃO DOS CORONAVÍRUS ENTRE OS HUMANOS.....	370
	André Aparecido Medeiros
CAPÍTULO 26	382
AVALIAÇÃO DA REPRODUÇÃO DA ESPÉCIE <i>EISENIA FÉTIDA</i> (SAVIGNY, 1826) NO PROCESSO DE VERMICOMPOSTAGEM.....	382
	Liciane Oliveira da Rosa Karine Fonseca de Souza Carolina da Silva Gonçalves Tifany Manolela de Souza Zilda Diani da Rosa Leal Rubiane Buchweitz Fick Luciara Bilhalva Corrêa Érico Kunde Corrêa
CAPÍTULO 27	391
AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA FLUTUANTE EM RESERVATÓRIOS DE USINAS HIDRELÉTRICAS.....	391
DOI: 10.47402/ed.ep.c202296827115	Victor Antonio Maciel Raimundo Celeste Ghizoni Teive
CAPÍTULO 28	410
DESERTIFICAÇÃO DA CAATINGA UMA ABORDAGEM SOBRE AS AÇÕES ANTRÓPICAS E FENÔMENOS CLIMÁTICOS	410
DOI: 10.47402/ed.ep.c202296928115	Rayane Ellen de Oliveira Jerônimo Vênia Camelo de Souza
CAPÍTULO 29	423
ROUPA COM CONSCIÊNCIA: A SUSTENTABILIDADE EXIBIDA NO INSTAGRAM	423
	Juliana Abonizio Fernanda Kleber Curtarelli
CAPÍTULO 30	433
DIAGNÓSTICO DA ARBORIZAÇÃO DE VIA PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE DUTRA-MA	433
DOI: 10.47402/ed.ep.c202297030115	Adeval Alexandre Cavalcante Neto Liliff Raab dos Santos Ferreira Francisca Andreina da Silva Alcantara Souza Teresa Cristina Ferreira da Silva Gondim Daniel Fernandes Rodrigues Barroso Iberê Pereira Parente



CAPÍTULO 1

FITOMASSA DE PLANTAS CHIA CULTIVADA SOB MALHAS COLORIDAS E DOSES FÓSFORO

Aglair Cardoso Alves
Fábio Nascimento de Jesus
Aline dos Anjos Souza
Uasley Caldas de Oliveira
Gisele Chagas Moreira
Gilvanda Leão dos Anjo
Anacleto Ranulfo dos Santos
Girlene Santos de Souza


RESUMO

A chia (*Salvia hispânica* L., Lamiaceae) é uma espécie que apresenta características em potencial para a indústria, assim como, para alimentação humana e animal na forma *in natura* e também como farinha ou óleo. No entanto, apesar do crescente interesse pela cultura no Brasil, ainda faltam informações a respeito das exigências nutricionais da planta e comportamento da mesma em relação ao aproveitamento luminoso. Diante disso, com presente trabalho objetivou-se avaliar o rendimento de fitomassa em chia cultivada sob malhas coloridas submetidas a diferentes doses de fósforo (P). As plantas foram cultivadas por 45 dias em três condições de luminosidade com malhas ChromatiNet nas cores azul, vermelha e a pleno sol. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial 5 X 3, totalizando 15 tratamentos. Sendo cada parcela experimental constituída por uma planta. Os tratamentos foram com 5 concentrações de P nas doses 0; 30; 60; 120 e 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅, tendo como fonte o superfosfato triplo e um tratamento sem aplicação de fósforo (testemunha). Foram avaliadas a massa seca da haste (MSH), raiz (MSR), folha (MSF) e total (MST). Houve efeito significativo na interação entre as qualidades de luz e a adubação fosfatada, para as variáveis MSF, MSH e MST. A MSR não foi influenciada pela adubação fosfatada, nem pela interação entre a condição de cultivo e adubação, verificando-se assim, apenas o efeito das malhas fotoconversoras. O crescimento da chia é favorecido pela utilização das malhas azul e vermelha, em relação ao cultivo a pleno sol. Além disso, a interação entre malhas e doses de fósforo influencia massa seca de folha e de hastes e total de plantas de chia.

PALAVRAS-CHAVE: *Salvia hipanicum* L., nutrição de plantas, qualidade de luz.

INTRODUÇÃO

Nativa do centro oeste do México até o norte da Guatemala (BUSILACCHI et al., 2013), a *Salvia hispânica* L. pertencente à família Lamiaceae (AYERZA, 1995), é conhecida como “sálvia espanhola”, “chia mexicana”, “chia negra”, “artemisa espanhola”, ou simplesmente “chia” (OROZCO; ROMERO, 2003). Trata-se de uma erva anual herbácea, que varia de 1 a 2 m de altura, apresenta folhas largas com ramificação oposta, caule oco e quadrado com flores reunidas em espigas axilares e terminais (ZANATTA et al 2016). As sementes são albuminosas



com superfície reticulada de coloração amarelo-ocre e apresentam tamanho de 1 a 2 mm (DI SAPIO et al., 2012; AYERZA E COATES, 2006).

Segundo Cahill (2003) a espécie foi utilizada como ingrediente alimentar na Mesoamérica e como planta medicinal nos tempos pré-colombianos. O interesse no seu consumo atualmente está nas sementes que possuem altos teores de ácidos graxos poliinsaturados (ômega-3 e ômega-6), fibras alimentares, proteínas, carboidratos, sais minerais e vitaminas, o que as torna um alimento com alto potencial nutritivo, além do potencial funcional devido à fonte natural de antioxidantes. (JIMENEZ; BELTRÁN-OROZCO, MARTINEZ, 2010.; ZETTEL; HITZMANN 2018).

As sementes de chia produzem uma grande quantidade de mucilagem quando embebidas em água, podendo ser consumidas *in natura*, na forma de farinha ou óleo (MIGLIAVACCA et al., 2015). Além disso, as sementes podem permanecer armazenadas por anos sem deterioração de sabor, odor ou valor nutritivo, sendo essas características responsáveis por aumentar o interesse da cultura pela indústria (BELTRÁN-OROZCO; ROMERO, 2003). No Brasil a zona produtora de chia abrange, as regiões do oeste Paranaense e noroeste do Rio Grande do Sul, entretanto, apesar de promissora, a cultura enfrenta dificuldades para cultivo comercial, pois as informações agrônômicas são escassas e/ou muito localizadas (BOCHICCHIO et al., 2015).

A luz é o fator ambiental essencial, pois fornece as plantas energia para a fotossíntese, e também gera sinais que regulam o desenvolvimento fisiológico das mesmas. Nesse aspecto, diferentes condições de luminosidade, as quais uma espécie está adaptada, podem condicionar diferentes respostas fisiológicas nas características, anatômicas, bioquímicas, de crescimento e desenvolvimento das plantas (ATROCH et al., 2001). Diante disso, nas últimas décadas surgiram no mercado várias opções de cultivo protegido, que proporcionam êxito na produção comercial de algumas espécies (BRANT et al 2009).

As malhas fotoconversoras Chromatinet da empresa Polysac Plastic Industries® são unidas mais densamente para atingir o mesmo efeito de sombreamento (50%) e, de acordo com o fabricante, alteram o espectro de luz transmitido pelas mesmas. A malha azul transmite luz de uma banda larga em 470 nm (azul), além de outros picos na região do vermelho distante e infravermelho (acima de 750 nm), enquanto a malha vermelha possui uma maior transmitância em comprimentos de onda acima de 590 nm (vermelho) e um pico menor em torno de 400 nm (violeta), reduzindo ondas azuis, verdes e amarelas (BRANT et al., 2009).



Outro fator que influencia na produtividade das culturas é a concentração de nutrientes, uma vez que a planta necessita se desenvolver em ambientes com fertilidade adequada. No entanto, solos brasileiros, na maioria das vezes, estão associados à baixa fertilidade, elevada acidez, lixiviação acentuada de nutrientes e baixos teores de fósforo (P). Os baixos teores de P ocorre em consequência da formação de complexos de esfera interna com os grupamentos ferrol ($[FeOH]$) e aluminol ($[AlOH]$) presentes nos óxidos de ferro (hematita/goethita/maghemita) e alumínio (gibbsita) cristalinos e pobremente cristalinos (ferrihidrita, alofana) presentes nos solos brasileiros. (NOVAIS et al., 2007; COSTA et al., 2019).

O elemento fósforo pode apresentar baixa mobilidade no solo (MARSCHNER, 2002; COSTA et al., 2009), sendo frequentemente o fator que restringe o desenvolvimento e crescimento das plantas (HINSINGER, 2001). O mesmo desenvolve papel crucial no metabolismo das plantas, desempenha papel importante na transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese. É um importante componente estrutural dos ácidos nucleicos de genes e cromossomos, como de muitas coenzimas, fosfoproteínas e fosfolipídeos (MELO; MENDONÇA 2019).

A cultura da chia vem crescendo acentuadamente no Brasil nos últimos anos e, desta forma, faz-se necessário a ampliação dos estudos relacionados ao comportamento das plantas em relação ao aproveitamento luminoso e informações a respeito das exigências nutricionais na produção de fitomassa. Diante disso, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o rendimento de fitomassa em plantas de chia cultivada sob malhas coloridas submetidas a diferentes doses de fósforo (P).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, no Município de Cruz das Almas, Bahia (12°40" S; 39°06" W; 226 metros de altitude. Utilizou-se mudas de chia (*Salvia hispanica* L.), produzidas a partir de sementes, em bandejas de polietileno, utilizando-se como substrato areia lavada + composto orgânico na proporção 2:1 e mantidas em casa de vegetação por 15 dias. A irrigação nesse período foi realizada diariamente até o solo atingir a capacidade de campo.

Após 15 dias as mudas foram selecionadas de acordo com a formação do primeiro par de folhas definitivas. Quando as plantas atingiram uma altura média de ± 7 cm, realizou-se o transplântio da chia para vasos de polietileno com capacidade para 1 dm³, contendo como



substrato solo + areia + composto orgânico na proporção 2:1:1. A irrigação foi realizada diariamente até o solo atingir a capacidade de campo. O solo utilizado foi um Latossolo com as seguintes características químicas: pH (H₂O) 5,38; Ca²⁺, 0,3 Cmol/dm³; Mg²⁺, 0,7 Cmol/dm³; Ca + Mg; 1,0 Cmol/dm³; Al, 0,2 Cmol/dm³; H+Al, 2,70 Cmol/dm³; S, 4,65 Cmol/dm³; CTC, 5,14 Cmol/dm³; V, 41,93 Cmol/dm³; P, 16 Mg/dcm³; K, 47 Mg/dcm³; MO %, 16,50. As análises foram realizadas de acordo com Camargo et al. (1986).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial 5 X 3, sendo cinco doses de P (0; 30; 60; 120 e 240 Kg ha⁻¹ de P₂O₅,) tendo como fonte o superfosfato triplo e três condições de qualidade de luz com malhas ChromatiNet nas cores (azul e vermelha) e a pleno sol.

Aos 45 dias as plantas foram particionadas e inseridas em estufa de circulação de ar forçada durante 96 horas para secar a 65° C, posteriormente, foram analisadas as variáveis massa seca da folha (MSF), massa seca da haste (MSH), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), utilizando-se de uma balança analítica com precisão de três casas (BENICASA, 2004).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com significância (P < 0,05) e foi realizado o teste de médias (Tukey 5%), e estudo de regressão, empregando o programa estatístico SISVAR® 5.3 (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra o resumo da análise de variância (p < 0,05) com os respectivos quadrados médios para avaliar o efeito das malhas e das doses de fósforo nas variáveis, rendimento de massa seca das plantas de chia. Pode-se verificar que houve efeito significativo da interação entre a qualidade de luz e as doses de fósforo (p ≤ 0,01) pelo teste F da análise de variância para os parâmetros de massa seca de haste (MSH) e folha (MSF), enquanto que os parâmetros massa seca de raiz (MSR), não apresentaram efeito da interação, houve apenas o efeito simples das malhas. Para a massa seca total (MST), pode-se verificar que houve efeito significativo da interação entre a qualidade de luz e as doses de fósforo (p ≤ 0,01) pelo teste F da análise de variância.

Tabela 1: Resumo da análise de variância (*) para as variáveis de massa seca da haste (MSH), massa seca da folha (MSF), massa seca da raiz (MSR) e massa seca da total (MST), de plantas de chia em função de doses de fósforo e diferentes qualidades de luz.

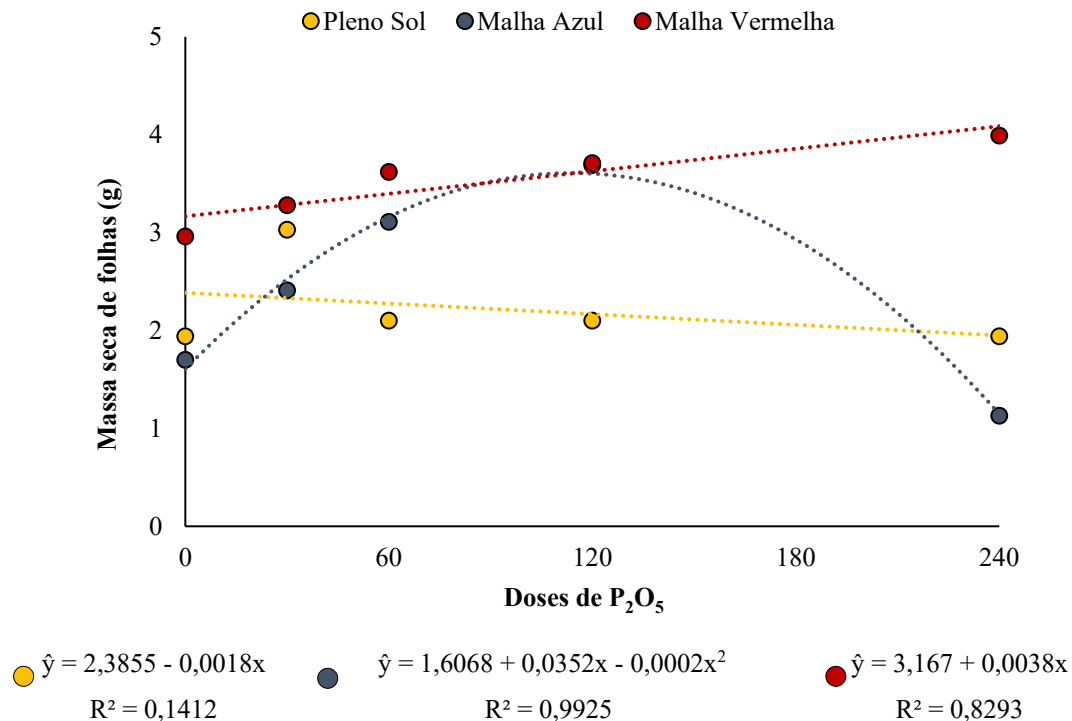
FONTES DE VARIAÇÃO	MSH	MSF	MSR	MST
	g			
	QUADRADOS MÉDIOS			
DOSES P ₂ O ₅	1,33 ^{ns}	1,95 ^{ns}	0,79 ^{ns}	3,14 ^{ns}
MALHAS	1,39 ^{ns}	9,60 ^{**}	5,48 ^{**}	4,15 ^{ns}
DOSES * MALHAS	1,76 ^{**}	1,89 ^{**}	0,21 ^{ns}	7,33 [*]
ERRO	0,63	0,84	0,63	3,31
CV (%)	31,26	33,67	25,99	21,87

** Significativo a 5 % e de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. ^{ns} Não significativo.

Fonte: Aglair Cardoso Alves (2021).

A aplicação do fósforo resultou no aumento do acúmulo de massa seca das folhas. A dose 240 kg ha⁻¹ de P₂O₅, na malha vermelha (4,08 g) proporcionou as plantas maiores médias de massa seca de folhas. Esta média representa um incremento de 53,19 % quando comparada a média obtida a pleno sol (1,95g) quando aplicou-se a mesma dose de fósforo (240 kg ha⁻¹ de P₂O₅). Na malha azul, a dose estimada de 88 kg ha⁻¹ de P₂O₅ resultou em maior acúmulo de massa seca de folhas (3,16 g). (Figura 1).

Figura 1: Massa seca da folha da chia em função de doses de fósforo e diferentes qualidades de luz.



Fonte: Aglair Cardoso Alves (2021).



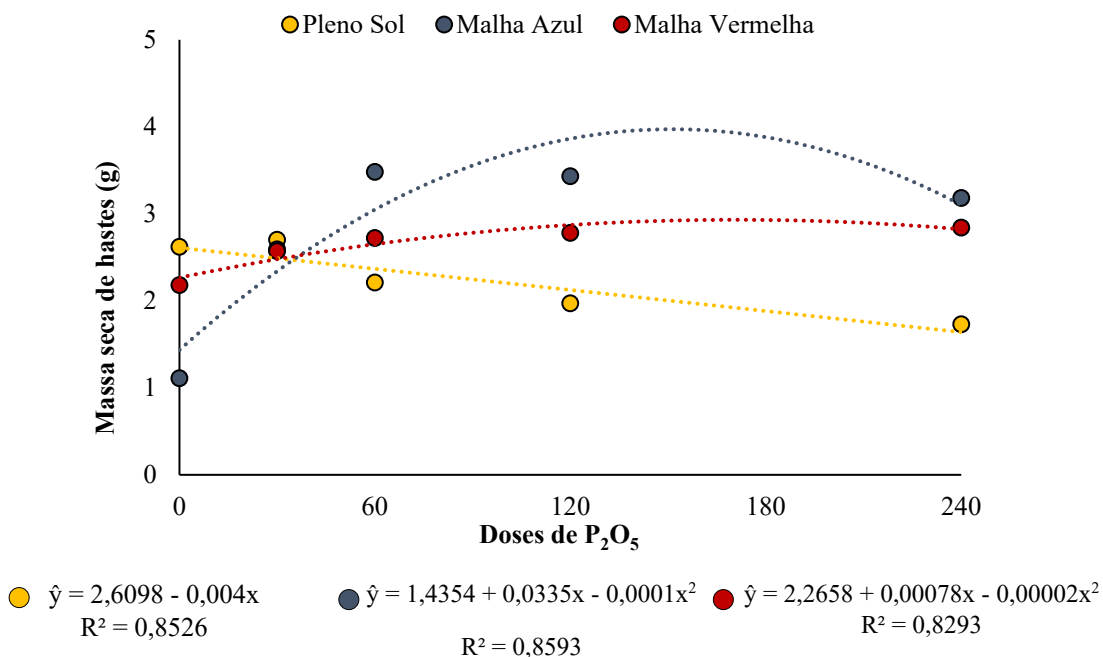
As maiores médias de massa seca de folha foram obtidas nas plantas de chia cultivadas sob malha vermelha, não sendo possível determinar a dose de fosforo que proporcionaria o máximo acúmulo de massa seca de folhas, já que não se atingiu o ponto de inflexão, pois o comportamento foi linear. Lima et al. (2013) observaram que a dose de 180 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ incrementou a massa seca de folhas das plantas de capim limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf). Resultado contrário ao observado por Souza et al. (2013) que ao avaliarem a produção de biomassa de folha de plantas de hortelã (*Mentha piperita* L.) cultivadas sob diferentes doses de fósforo e malhas coloridas, constataram que as doses de fósforo não exerceram influência na massa seca de folhas, verificando-se apenas o efeito simples da intensidade luminosa, sendo que as plantas cultivadas sob a malha vermelha e azul apresentaram as maiores médias. Resultados que não corroboram com Souza et al. (2012), pois ao avaliarem a massa seca de folhas de amendoim cultivadas sob doses de fósforo e malha vermelha observaram que à medida que se eleva as concentrações de fósforo solúvel no solo, promove-se o aumento no rendimento de massa da matéria seca da folha, resultados que corroboram aos encontrados nesse estudo.

Diante desses resultados, pode-se inferir que as plantas de chia são sensíveis à qualidade de luz para produção de fitomassa foliar. Souza et al. (2017) ao avaliarem a produção de fitomassa de *Salvia officinalis* L. (salvia) cultivada sob malhas coloridas e doses de esterco avícola, observaram maiores médias de MSF quando as plantas estavam sendo cultivadas sob malha vermelha, em relação a malha azul e pleno sol. Matos et al (2017) também observaram maiores médias de MSF em plantas de *Ocimum basilicum* L. (manjeriço) quando cultivadas sob a malha vermelha. Assim como, Oren-Shamir et al. (2001) verificaram maior percentual de ramos de maior comprimento e peso em plantas de *Pittosporum variegatum* sob malha vermelha em relação ao sombreamento com malha azul ou preta. A luz vermelha está envolvida no desenvolvimento do aparato fotossintético e provavelmente na inibição da exportação de sacarose para fora das folhas, maior capacidade de produção de fotoassimilados (SAEBØ; KREKLING; APPELGREN, 1995) o que provavelmente favoreceu ao aumento na massa seca das folhas.

Houve efeito significativo na interação entre as qualidades de luz e a adubação fosfatada, para o parâmetro massa seca de haste. Observou-se que as plantas sob malha azul quando submetidas à adubação fosfatada apresentaram o maior acúmulo de massa seca de haste, a dose estimada de 167 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi a mais eficiente com uma média de 4,24 g. As plantas cultivadas sob malha vermelha, apesar de não apresentar o mesmo desempenho das

cultivadas sob malha azul, apresentaram maior massa seca de haste quando comparadas as plantas a pleno sol quando se aplicou o fósforo. Como exemplo, pode-se citar a dose máxima aplicada (240 Kg ha^{-1} de P_2O_5) que proporcionou uma massa média $2,84 \text{ g}$, enquanto que a pleno sol com a mesma adubação observou-se uma massa de $1,73 \text{ g}$ (Figura 2).

Figura 2: Massa seca da haste de chia em função de doses de fósforo e diferentes qualidades de luz.



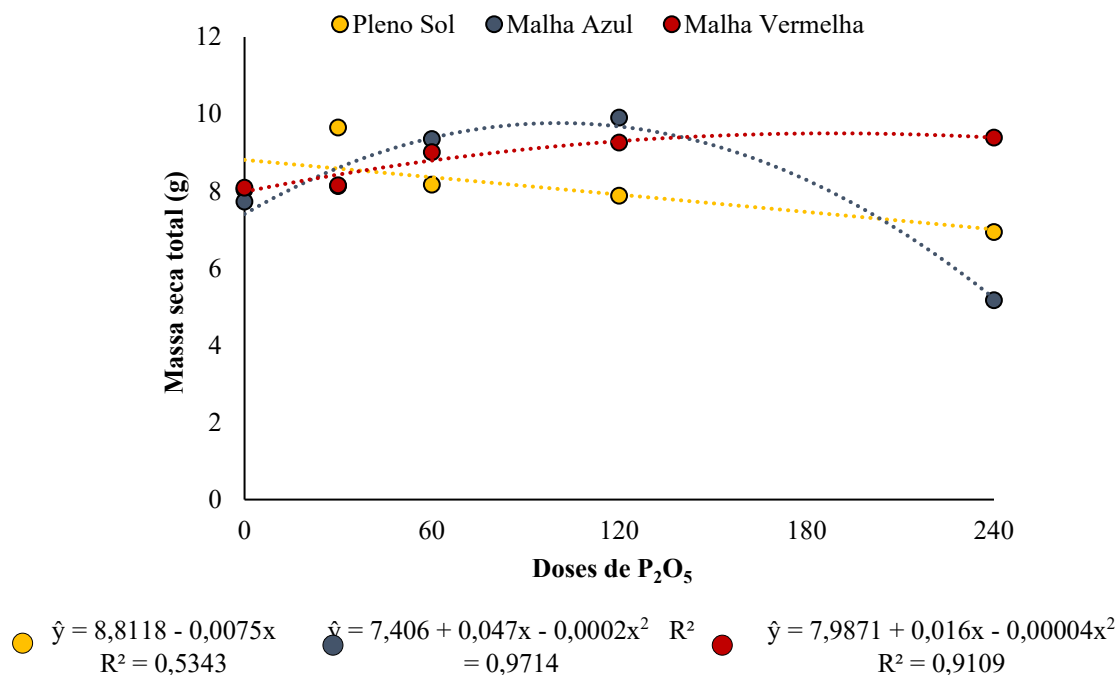
Fonte: Aglair Cardoso Alves (2021)

Resultados contrastante ao encontrado nesse estudo foram observados por Souza et al. (2012) trabalhando com o nutriente fósforo e qualidade de luz modificada no desenvolvimento e produtividade da cultura do amendoim, os autores verificaram que para as doses $50, 100$ e 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 , os maiores rendimentos de biomassa das hastes foram alcançados com o cultivo a pleno sol. Assim como, em estudos com *Catharanthus roseus* (L.) G. Don ‘Pacifica White’, utilizando-se as malhas vermelha e azul - Polysack Plastic Industries®, e uma preta, conclui-se que a malha vermelha determinou maior acúmulo de matéria seca em caules, em relação aos tratamentos com malha preta e azul (MELO; ALVARENGA, 2009) Essa divergência entre os resultados dos estudos se deve às variações na resposta das plantas, de acordo com a espécie e as condições ambientais.

Quanto à massa seca total observou-se mais uma vez que as plantas cultivadas sob as malhas coloridas e com adubação fosfatada apresentaram melhor desempenho quando comparadas as plantas cultivadas sob pleno sol. Verificou-se um ligeiro destaque para a malha azul, onde as plantas submetidas a esta condição e adubadas com 120 Kg ha^{-1} de P_2O_5

apresentaram o maior acúmulo de massa seca total, com um valor aproximado de 10 g. Na malha vermelha só foi possível observar um rendimento similar (9,6 g) quando aplicou-se a dose estimada de 200 Kg ha⁻¹ de P₂O₅, sendo assim, nota-se que a malha azul foi mais eficiente (Figura 3).

Figura 3: Massa seca total em plantas de chia em função de doses de fósforo e diferentes qualidades de luz.



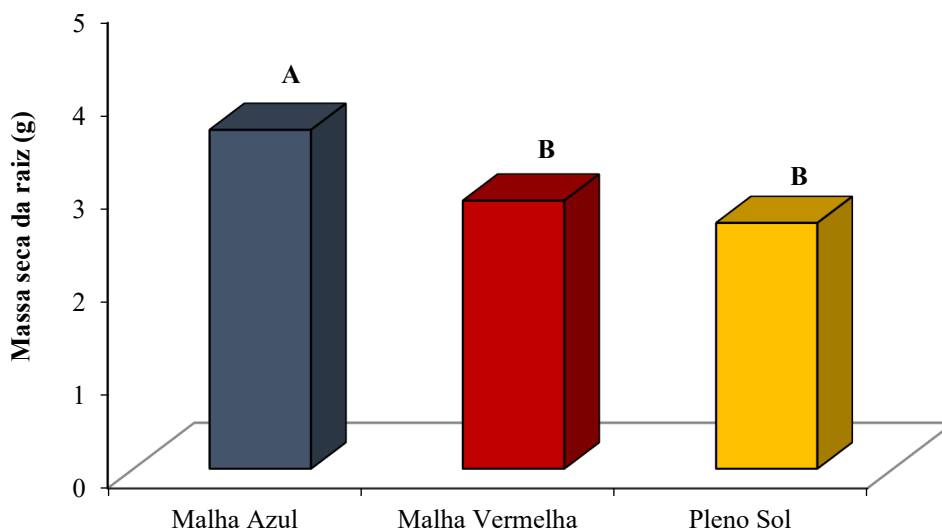
Fonte: Aglair Cardoso Alves (2021).

Souza et al., 2011 observaram que a dose 180 Kg ha⁻¹ de P₂O₅ resultou em maior acúmulo de massa seca total, em plantas cultivadas sob malhas, embora não tenha demonstrado efeito significativo. À medida que a intensidade luminosa aumenta, diminui-se a taxa de liberação de CO₂, aumentando a fotossíntese bruta, no entanto, o nível de sombreamento associado à qualidade luminosa diferenciada promovida pelas malhas coloridas, contribuem com a redução da respiração e consequente aumento da fixação do CO₂ pela fotossíntese, resultando em maiores rendimentos de massa nas plantas (SOUZA et al.,2013).

A massa seca de raiz não foi influenciada pela adubação fosfatada, nem pela interação entre a condição de cultivo e adubação, verificando-se assim, apenas o efeito das malhas fotoconversoras (Tabela 1). As plantas cultivadas sob malha azul apresentaram maior acúmulo de massa seca de raiz (3,64 g), verificando-se reduções de aproximadamente 21 e 27%, respectivamente, na massa seca acumulada nas raízes das plantas cultivadas sob malha vermelha (2,88 g) e pleno sol (2,64 g) (Figura 4).



Figura 4: Massa seca de raiz em plantas de chia em função de doses de fósforo e diferentes qualidades de luz.



Fonte: Aglair Cardoso Alves (2021)

Souza et al. (2017) estudando produção de fitomassa de salvia (*Sálvia officinalis* L.) e Lima et al. (2013) trabalhando com plantas de capim limão (*Cymbopogon citratus* (DC) Stapf) observaram maiores médias de massa seca de raiz (MSR) quando as plantas estavam sendo cultivadas sob malha vermelha. Enquanto que Alves et al. (2018) verificaram que a erva-cidreira (*Lippia alba*) apresentou maior massa seca de raiz (MSR) quando cultivadas a pleno sol. Assim como dito anteriormente essa divergência entre os resultados dos estudos se deve às variações na resposta das plantas, de acordo com a espécie e as condições ambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da chia (*Salvia hispânica* L.) é favorecido pela utilização das malhas azul e vermelha, em relação ao cultivo a pleno sol.

A interação entre malhas e doses de fósforo influencia massa seca de folha e de hastes e total de plantas de Chia.

Plantas cultivadas sob malha azul necessitaram de uma menor dose de fósforo para apresentar o máximo acúmulo de massa seca em relação à malha vermelha, para malha azul entre 120 e 170 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e para malha vermelha acima de 200 kg ha⁻¹ de P₂O₅. A massa seca das raízes é maior quando as plantas de chia são cultivadas sob malha azul.



REFERÊNCIAS

ALVES, A.C.; JESUS, F.N.; ALVES, P.B.; SANTOS, H.V.; SOUZA, G.S.; SANTOS, A.R. Biomass production and essential oil of lemon balm cultivated under colored screens and nitrogen. **Horticultura Brasileira** v. 36, p 94-99, 2018. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620180116>

ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* submetidas a diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.

AYERZA, R. Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 72, p. 1079-1081, 1995.

AYERZA, R; COATES, W. **Chía Redescubriendo um olvidado alimento de los aztecas**. Ed. Nuevo Extremo, Buenos Aires, 2006, 205 p

BRANT, R.S.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; SILVA, A.; ALBUQUERQUE, C.J.B. Teores do óleo essencial de cidrão [*Aloysia triphylla* (L'herit) britton (Verbenaceae)] em diferentes horários de colheita e processamentos pós-colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, p.2065-2068, 2009.

BELTRÁN-OROZCO M.C.; ROMERO M.R. Chía, alimento milenario. **Revista Industria Alimentaria**. p. 20-29, 2003

BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas: noções básicas. Jaboticabal: FUNEP, 2004. 42 p.


BOCHICCHIO, R.; ROSSI, R.; LABELLA, R.; BITELLA, G.; PERNIOLA, M.; AMATO, M. Efeito da densidade de semeadura e da fertilização com nitrogênio no crescimento e produção de chia (*Salvia hispanica* L.) em um ambiente mediterrâneo: primeiros resultados. **Italian Journal of Agronomy** , v. 10, n. 3, p. 163-166, 2015.

BUSILACCHI, H.; QUIROGA, M.; BUENO, M.; DI SAPIO, O.; FLORES, V.; SEVERIN, C. Evaluación de *Salvia hispanica* L. Cultivada en el sur de santa fe (República Argentina). **Cultivos Tropicales**, v. 34, n.4, p.55-59, 2013.

COSTA, E. J. O.; DE SOUZA JUNIOR, I. G.; GRAÇAS, N. Adsorção de fósforo em diferentes classes de solos do estado do Paraná. Anais [...]: VI REUNIÃO PARANAENSE DE CIENCIA DO SOLO-RPCS. 2019.Ponta Grossa-PR.

DI SAPIO, O.; BUENO; M.; BUSILACHI; H.; QUIROGA; M.; SEVERIN; C. Caracterización Morfoanatômica de Hoja, Tallo, Fruto y Semilla de *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae). **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromaticas**, Santiago, v. 11, n. 3, p. 249–268, 2012

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.



JIMÉNEZ, F.E. GONZÁLEZ; BELTRÁN-OROZCO, M. C.; MARTÍNEZ, M.G VARGAS. The antioxidant capacity and phenolic content of chia's (*Salvia hispánica* L.). Integral seed and oil. **Journal of Biotechnology**, n. 150, p. 315, 2010.

LIMA, J.; OLIVEIRA, U.; SILVA, J.; SOUZA, G. Adubação fosfatada e qualidade de luz na produção de biomassa do capim-limão. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 16, 2013.

MATOS, L.; ANJOS, G.; SOUZA, D.; SANTOS, N.; SANTOS, A. Rendimento de fitomassa de manjeriço cultivado em diferentes ambientes de luz. **Enciclopédia Biosfera**, v. 14, n. 25, 2017.

MELO, F. M.; MENDONÇA, L. P.C. Avaliação da disponibilidade de fósforo em solo argiloso com diferentes teores de matéria orgânica. **Humanidades e Tecnologia (FINOM)**, v. 18, n. 1, p. 52-67, 2019.

MELO A. A. M.; ALVARENGA A. A. Sombreamento de plantas de *Catharanthus roseus* (L.) G. Don 'Pacifica White' por malhas coloridas: desenvolvimento vegetativo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 514-520, 2009

MIGLIAVACCA, R. A., SILVA, T. D., VASCONCELOS, A. D., MOURÃO FILHO, W., & BAPTISTELLA, J. L. C. O cultivo da chia no Brasil: futuro e perspectivas. **Journal of Agronomic Sciences**.v. 3, n. 1, p. 161-179, 2014.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: **Fertilidade do solo**, Viçosa, MG. 2007. p. 472-537.

OREN-SHAMIR, M.; GUSSAKOVSKY, E.; EUGENE, E.; NISSIM-LEVI A.; RATNER, K.; OVADIA, R.; GILLER, Y.; SHAHAK, Y. Coloured shade nets can improve the yield and quality of Green decorative branches of *Pittosporum variegatum*. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v.76, n.3, p.353-361, 2001.

SAEBØ, A.; KREKLING, T.; APPELGREN, M. Light quality affects photosynthesis and leaf anatomy of birch plantlets in vitro. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, v. 41, n. 2, pág. 177-185, 1995.

SOUZA, G.S.;LIMA,J.C.;SANTOS, A.R.; OLIVEIRA, U.C.; BEZERRA, M.N. Produção de fitomassa de *Salvia officinalis* L. cultivada sob malhas coloridas e doses de esterco avícola. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, pág. 182-186, 2017.

SOUZA, G. S.; OLIVEIRA, U. C.; SILVA, J. S.; LIMA, J. C. Crescimento, produção de biomassa e aspectos fisiológicos de plantas de *Mentha piperita* L. cultivadas sob diferentes doses de fósforo e malhas coloridas. **Global Science and Technology**, v. 6, n. 3, p. 35-44, 2013.

SOUZA, U.; SANTOS, L.; CARVALHO, G.;SANTOS, A.; SOUZA, G. Adubação fosfatada e qualidade de luz modificada no desenvolvimento e produtividade da cultura do amendoim. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15, 2013.

ZANATTA, T. P.; DELLA LIBERA, D.; DA SILVA, V. R.; WERNER, C. J.; ZANATTA, M. M. Análise do crescimento da cultura da chia (*Salvia hispánica*). **Revista Cultivando o Saber**, v. 9, n. 3, p. 110-122, 2016.



ZETTEL, V.; HITZMANN, B. Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 80, p. 43-50, 2018.



CAPÍTULO 2

RESPONSABILIDADE AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Albertina Marília Alves Guedes
Elisa Angélica Alves Guedes

RESUMO

A responsabilidade ambiental diz respeito a um conjunto de atitudes comportamentais, individuais e/ou organizacionais, o qual se preocupa em valorizar o desenvolvimento sustentável do planeta. Tais atitudes visam levar em conta o crescimento econômico resguardando a proteção ao meio ambiente tanto para a sociedade atual bem como para as gerações futuras, garantindo a sustentabilidade. A partir desta perspectiva, esse estudo objetiva apresentar considerações sobre a importância de atitudes comportamentais relacionadas a responsabilidade ambiental e desenvolvimento sustentável. Para alcançar o objeto proposto neste estudo foi realizado uma pesquisa teórica em trabalhos acadêmicos e científicos publicados no período de 2010 a 2020. As bases de dados consultadas foram: Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no *Scientific Electronic Library Academy On-line (SciELO)*, anais de eventos científicos e livros. Os descritores utilizados nas pesquisas dos textos foram: “responsabilidade ambiental”, “desenvolvimento sustentável”, “atitude sustentável”, “comportamento sustentável” e “sustentabilidade”. Os principais teóricos consultados após a coleta dos textos foram: Enlazador (2010); Silva *at. al.*, (2015); Lavrador (2015) e Schmitz (2018). A partir dos descritores citados foram encontrados 18 trabalhos científicos. Após a leitura e análise dos textos consultados é possível perceber que na atualidade é muito importante que toda a sociedade civil busque conhecer os princípios de responsabilidade ambiental e tente colocar em prática comportamentos e atitudes que viabilize a proteção e preservação do meio ambiente visando promover um desenvolvimento sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Responsabilidade Ambiental. Atitude e Comportamento Sustentável. Desenvolvimento Sustentável.

INTRODUÇÃO

Na contemporaneidade é possível observar o elevado avanço na exploração dos recursos naturais, avanço na degradação dos recursos ecológicos, na industrialização e no consumo excessivo que exploram os recursos naturais. Diante desta realidade pesquisadores da área de meio ambiente e desenvolvimento sustentável tem promovido discussões sobre as consequências de comportamentos e atitudes incorretos que tem sido realizado pela população e apresentado quais podem ser algumas das consequências destes tipos de comportamentos tanto para o próprio meio ambiente como também para a sociedade em geral (SILVA *at. al.*, 2015; SCHMITS, 2018).



Concernente as problemáticas ambientais com base em dados apresentados pela Organização das Nações Unidas (ONU, 2014) percebe-se que a previsão é que até o ano de 2050, mais de 45% da população mundial estará vivendo em países que não poderão garantir a quota diária de 50 litros de água por pessoa/dia para suas necessidades básicas. A mesma fonte de pesquisa ainda apresenta que o Brasil possui 13,7% da água doce disponível no planeta. Entretanto, aproximadamente 73% desse recurso natural está disponível na bacia Amazônica, região habitada por menos de 5% da população brasileira. Sendo assim, percebe-se que aproximadamente 27% dos recursos hídricos no Brasil está disponível para mais de 95% da população (SILVEIRA, 2017).

Outro problema ambiental diz respeito ao tipo e quantidade de lixo produzido, bem como o modo como esse lixo é descartado no ambiente. O tipo de lixo produzido até a metade do século XX não era considerado um problema ambiental uma vez que, em sua maioria, era gerado por material orgânico, tais como: descartes de frutas, verduras, legumes, e, por sua vez, era degradado pela ação da própria natureza. Além de ser produzido em menor quantidade era facilmente transformado pelo meio ambiente em nutrientes para o solo. Ainda nesta época era comum as pessoas terem em suas casas o cultivo de hortas. Havia também a criação de galinhas, porcos, dentre outros animais domésticos, o que, na maioria das vezes era destinado a comida que já não se encontrava apropriado para o consumo (SILVA *at. al.*, 2015).

No entanto, com o passar das décadas, o comportamento e atitudes da população passaram por mudanças. Os habitantes, que em sua maioria residiam em áreas rurais passaram a habitar em grandes centros urbanos e, com isso, também ocorreram mudanças no modo como as pessoas produzem, embalam seus alimentos e produtos adquiridos em supermercados, lojas de departamento, *fast-food*, dentre outros. Essas mudanças sociais resultam no elevado aumento de embalagens posteriormente inutilizáveis, tais como caixas, sacos plásticos, isopor, sacolas, latas, vidros, dentre outros produtos que, muitas vezes, são descartados no ambiente sem qualquer tipo de tratamento. Ainda há o lixo tecnológico que é, em muitos casos, tóxico ao meio ambiente, tais como, computadores, pilhas e aparelhos eletrônicos em geral que também são descartados de modo indevido no ambiente (SILVA *at. al.*, 2015).

A partir do que é citado acima, esse estudo apresenta as seguintes problemáticas: Considerando que, conforme apresentado por Silveira (2017), a qualidade de vida humana é diretamente influenciada pelo meio ambiente, o que é possível ser feito na atualidade para minimizar os impactos ambientais advindos do descarte indevido de produtos gerados pelo Homem? É possível promover mudança de atitude e comportamento em relação aos cuidados




com o meio ambiente? É viável realizar atividades economicamente sustentável que valorize o crescimento social sem agredir o meio ambiente?

O principal interesse em fomentar uma discussão teórica sobre a importância de atitudes comportamentais relacionadas a responsabilidade ambiental e desenvolvimento sustentável surgiu a partir da percepção das mudanças climáticas à nível local, regional e mundial as quais, de acordo com estudiosos da área de meio ambiente, é influenciado, principalmente pelo modo de vida do Homem pós-moderno. Além disso, enquanto Especialista em Meio Ambiente, Desenvolvimento e Sustentabilidade em formação, mais especificamente, ao cursar a disciplina Responsabilidade e Cuidado Ambiental no referido curso, foi possível perceber que cada cidadão pode contribuir na promoção do desenvolvimento sustentável juntamente com a promoção do meio ambiente e ecossistema equilibrado (GIL, 2015). Todavia, isso será possível apenas quando cada cidadão, ao ter conhecimento das consequências de suas ações, quer sejam diretas e/ou indiretas, que podem degradar/agredir o meio ambiente passem a modificar seu comportamento e suas atitudes visando a preservação ecológica.

Diante deste contexto, diversos estudiosos da área de educação ambiental e desenvolvimento sustentável ressaltam a importância de promover um debate público que envolva toda a sociedade civil sobre a necessidade de se ter comportamentos e atitudes responsáveis e sustentáveis, que busque a promoção, preservação e cuidados com o meio ambiente. Dentre alguns dos principais teóricos consultados na elaboração desta pesquisa foram: Enlazador (2010); Silva *at. al.*, (2015); Lavrador (2015) e Schmitz (2018).

Com embasamento na leitura e análise dos textos consultados espera-se o conhecimento acadêmico apresentado nesta investigação possa fomentar uma discussão relacionada a importância de mudança de postura e atitudes em relação ao meio ambiente a qual viabilize minimizar os impactos ambientais causados pelo modo de vida como o Homem contemporâneo com o excesso de consumismo e descarte de produtos e objetos no ambiente, o que por sua vez, causa poluição, contaminação e degradação ao meio ambiente e, ao invés disso, estimule ações de cuidado, proteção e conservação do meio ambiente.

Sobre a pesquisa de referencial teórico, Piazzini *at. al.*, (2012) destacam que esse tipo de estudo é importante visto que possibilita conhecer o que tem sido discutido e investigado nesta área de conhecimento. Sendo assim, essa investigação teórica apresenta o resultado de estudos científicos relacionados às: “responsabilidade ambiental”, “desenvolvimento sustentável” e “sustentabilidade”. As bases de dados consultadas nesta investigação foram:



artigos científicos presentes no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, anais de eventos científicos e livros, Os descritores utilizados na pesquisa foram: “responsabilidade ambiental”, “desenvolvimento sustentável” e “sustentabilidade” publicados no período de 2010 a 2020. Após a seleção dos textos encontrados nas fontes de pesquisas acima citadas foi realizada uma leitura analítica, cuja finalidade, segundo Gil (2009, p. 78) visa “ordenar e resumir as informações contidas nas fontes de forma que estas contribuam na realização da pesquisa”. Por fim, foi realizada uma análise interpretativa para a realização de síntese e discussão entre os autores visando alcançar o objetivo na execução deste trabalho.


Nas buscas realizadas no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, anais de eventos científicos e livros publicados no período de 2010 a 2020 foram encontrados 23 textos científicos nos quais em 18 destes os autores apresentam a importância de atitudes comportamentais com embasamento nas premissas da responsabilidade ambiental e desenvolvimento sustentável na sociedade contemporânea. A seguir, é apresentado o que alguns dos autores consultados consideram como relevante sobre a temática apresentada levando em consideração o objetivo deste trabalho.

Assim, esse estudo diz respeito a uma pesquisa de referencial teórico e, diante das problemáticas mencionadas, tem como objetivo apresentar considerações sobre a importância de atitudes comportamentais relacionadas a responsabilidade ambiental e desenvolvimento sustentável.

ATITUDES COMPORTAMENTAIS EMBASADAS NA RESPONSABILIDADE AMBIENTAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Luciano e Bühring (2019) apresentam que a responsabilidade ambiental diz respeito a um conjunto de ações e/ou atitudes que envolve o desenvolvimento sustentável do planeta. Estas atitudes devem levar em consideração o crescimento econômico ajustado à proteção do meio ambiente na atualidade e também para as gerações futuras, garantindo a sustentabilidade. Visando ressaltar a importância da responsabilidade ambiental será apresentado a seguir os princípios que fundamentam a responsabilidade civil ambiental que todos os cidadãos devem praticar:


O *princípio da prevenção* pressupõe que os impactos ambientais sejam conhecidos e que haja certeza científica sobre as consequências do dano, bem como sobre o modo de saná-



los e/ou minimizá-los. Leite e Caetano (2013) ressaltam que a prevenção do dano não consiste na eliminação de danos, em absoluto, e, por isso, deve ser avaliado tanto os benefícios como também os riscos. O *princípio da precaução* destaca a ocorrência de incerteza científica quanto às consequências que um empreendimento pode causar ao meio ambiente. Ravanello (2019) menciona que a decisão sobre o investimento econômico no empreendimento *sempre* deve favorecer o meio ambiente, ou seja, na dúvida da viabilidade ou não, não deve ser concedido a licença ambiental solicitada (VELOSO, 2019). O *princípio do poluidor-pagador ou predador ou da responsabilidade* diz respeito ao poluidor responder por custas sociais da degradação resultante da sua atividade poluidora agregando a este valor ao custo produtivo. Dias e Marques (2011) apresenta que a Lei nº 6.938/81 ressalta que o poluidor é obrigado a indenizar e/ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros afetados por sua atividade independente da existência de culpa (VELOSO, 2019). O *princípio do limite* destaca a responsabilidade da administração pública de elaborar e fixar parâmetros sobre o acompanhamento da emissão de poluentes e destinação de resíduos sólidos. O *princípio do direito humano fundamental* defende que o homem tem direito fundamental à liberdade, igualdade e ao desfrute de condições de vida adequada em um meio ambiente e social cuja qualidade o permita ter uma vida digna e usufruir de bem-estar. O *princípio do não retrocesso ambiental* prevê que as normas ambientais não devem ser flexibilizadas visto que busca manter as conquistas alcançadas (GIL, 2015). O *princípio do acesso equitativo* apresenta que os recursos não renováveis devem ser explorados de tal forma que não haja risco de serem esgotados e que as vantagens extraídas de sua utilização sejam partilhadas a toda a humanidade.

O *princípio da ubiquidade* visa a proteção ao meio ambiente considerando-o como um fator relevante a ser estudado antes da prática de qualquer atividade objetivando preservar a qualidade de vida, o meio ambiente associado e os demais aspectos da sociedade. Por fim, o *princípio do desenvolvimento sustentável* ressalta a necessidade de ponderar ações relacionadas as necessidades sociais e interesses econômicos que envolvam o meio ambiente uma vez que todos os cidadãos tem direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado no cenário ambiental local, regional, nacional e internacional (SELL, 2017).

Para Giordan e Galli (2014) é fundamental que toda a sociedade tenha acesso e conhecimento aos princípios que fundamentam a responsabilidade ambiental. Além disso, Giordan e Galli (2014) ainda ressaltam que o contexto escolar é um espaço privilegiado para fomentar espaços de diálogos para construção e/ou apreensão de conhecimentos com toda a comunidade. Para tanto, é importante também que toda a sociedade participe de forma ativa nas



discussões sobre a referida temática. Na concepção de Zanirato e Rotondaro (2016), as discussões acima citadas principalmente sobre os princípios que norteiam a responsabilidade ambiental devem instigar cada cidadão a desenvolver comportamentos e atitudes que estimule a integração social visando o cuidado, proteção e conservação do ambiente.

Estudos realizados por Seth, Sethia e Srinvas (2011) sobre o comportamento social em relação aos cuidados com o ambiente revelaram que quanto mais informados estiverem os cidadãos sobre questões ambientais maior pode ser a preocupação em apresentar comportamentos e/ou atitudes que visem a preservação do meio ambiente. No entanto, uma pesquisa realizada por Polonsky, Garma e Grau (2011) relaram que consumidores de países ocidentais, os quais são responsáveis por grande parte da poluição ambiental no planeta, demonstraram ter maior preocupação relacionada a questões sociais e ambientais. Entretanto, a partir dos resultados obtidos em um estudo realizado por Polonsky *at. al.*, (2012) percebe-se que, apesar de alguns consumidores compreenderem a importância da mudança de comportamentos e atitudes ambientalmente, estes mesmos consumidores podem não compreender necessariamente a complexidade dos problemas associados quando emitido comportamentos que não favorecem o meio ambiente. Sendo assim, é possível perceber que se faz necessários promover espaços de discussão, reflexão e planejamento de políticas públicas que possam ajudar a sociedade a compreender a necessidade de se ter comportamentos e atitudes coerentes com a preservação do meio ambiente (ARAÚJO e VENTTORAZZI, 2010; DENNIS e VENTTORAZZI, 2011; RUFINO e CRISPIM, 2015).

Concernente o termo “desenvolvimento sustentável”, a ONU (2014) apresenta que deve ser compreendido como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades. Visando ampliar esse entendimento, Silveira (2017) infere que o termo sustentabilidade deve compreendido a partir de três dimensões, a saber, sustentabilidade econômica, sustentabilidade ecológica e sustentabilidade social. Rocha (2014) também ratifica que a proteção ao meio ambiente, o desenvolvimento econômico e o desenvolvimento social são aspectos intrinsecamente relacionados ao desenvolvimento sustentável e são interdependentes entre si.

Por outro lado, o consumo sustentável consiste em um conjunto de comportamentos e atitudes embasadas no comprometimento com as gerações futuras. De acordo com Natali (2012) e Freiria (2015), quando um cidadão apresenta esse tipo de comportamento demonstra que há preocupação em relação aos produtos adquiridos, utilizados e, principalmente no modo como esses produtos são descartadas no ambiente. Tal postura ainda revela que o cidadão



compreende que as atitudes e comportamentos individuais impactam diretamente no meio ambiente podendo ser capazes comprometer a vida das próximas gerações na Terra.


Na concepção de Pott e Estrela (2017), a partir da segunda metade do século passado a humanidade pôde acompanhar as consequências de um sistema remanescente da Revolução Industrial a qual visava a produtividade com foco no crescimento econômico, em detrimento da qualidade do ambiente e de vida. Algumas das consequências do sistema de produção deste período da Revolução Industrial foram: contaminações do solo e dos rios, poluição do ar, vazamento de produtos químicos nocivos, dentre outros. Sendo assim, pode-se perceber que no momento atual apresenta uma série de erros e decisões tomadas no passado com relação ao meio ambiente.

Desse modo, urge à toda sociedade encontrar estratégias de redução dos impactos ambientes mediante mudanças de comportamentos e atitudes visando a preservação do meio ambiente. Por isso, Pereira e Curi (2012) ressaltam que é imprescindível iniciar esta discussão social sobre a importância de promover uma mudança de percepção acerca da responsabilidade individual de proteção e cuidados com o meio ambiente e consumo sustentável. Visando evitar uma agressão maior ao meio ambiente faz-se necessário, alternativas de recursos que promovam um modelo de sustentabilidade com ética e racionalidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização deste estudo foi possível perceber que se faz necessário pensar em um modelo de desenvolvimento que proponha uma harmonização entre o desenvolvimento socioeconômico com a conservação do meio ambiente, dando ênfase à utilização racional dos recursos naturais. Esse estudo ainda revelou que toda a sociedade deve buscar conhecer e buscar colocar em prática comportamento que viabilize a proteção e preservação do meio ambiente visto que o meio ambiente, ecologicamente equilibrado, é um bem de uso comum do povo e fundamental para a qualidade de vida dos seres vivos do Planeta. Pode-se ter uma melhor compreensão sobre a qualidade de vida humana estar diretamente influenciada pelo meio ambiente o qual envolve as nossas relações sociais, costumes culturais, comportamentos e atitudes em relação ao contexto ambiental.

Desse modo, para evitarmos uma agressão maior ao meio ambiente e, em consequência desta agressão, comprometer a qualidade de vida humana no planeta é importante que na atualidade busque-se promover uma mudança de comportamento e atitude em relação as ações



humanas realizadas no meio ambiente, tais como: consumo e descarte responsável de objetos, comprometimento e cuidado ecológico com o ambiente, dentre outros aspectos.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Jailson de Souza; VETTORAZZI, Karlo Messa. A sustentabilidade de produtos e serviços enquanto pré-requisito ao consumo consciente. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, v. 1, p. 109-126, 2010. Acessado em: 6 jul., 2021. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/direitoeconomico/about/editorialPolicies#custom-2>.

DENNIS, Rhaisa Regina Macedo; VETTORAZZI, Karlo Messa. Responsabilidade social e ambiental das empresas: a aplicação do princípio da responsabilidade estendida do produtor na busca pela sustentabilidade ambiental. **Caderno de Iniciação Científica (FAE), Business School**, v. 12, p. 411-427, 2011. Acessado em: 6 jul., 2021. Disponível em: https://img.fae.edu/galeria/getImage/1/216724093796624_2.pdf

DIAS, Lucas Seolin; MARQUES, Maurício Dias. Meio ambiente e a importância dos princípios ambientais. **Anais do Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 7, n. 5, 2011. Acessado em: 6 jul., 2021. Disponível em: https://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/152/152

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental responsabilidade social e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2011.

ENLAZADOR, Thomas. **Almanaque de Práticas Sustentáveis**. 3. ed. Recife: CDU, 2010.


FREIRIA, Rafael Costa. Aspectos históricos da legislação ambiental no Brasil: da ocupação e exploração territorial ao desafio da sustentabilidade. **Revista História e Cultura**, Franca, v. 4, n. 3, p. 157-179, dez. 2015. Acessado em: 10 jul., 2021. Disponível em: [Dialnet-Aspectos HistoricosDaLegislacaoAmbientalNoBrasil-6077142%20\(2\).pdf](http://dialnet-AspectosHistoricosDaLegislacaoAmbientalNoBrasil-6077142%20(2).pdf)

GIL, Marcelo Freitas. **Responsabilidade Social e Ambiental**. Instituto Federal Sul-Rio-Grandense-RS. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC). Editora UFMT: Cuiabá, MT, 2015. Acessado em: 2 jul. 2021. Disponível em: http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1523/18.10_versao_Finalizada_Responsabilidade_Social_Ambiental_04_08_15.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GIORDAN, Miriane Zanetti; GALLI, Vanilda Barbosa. Educação ambiental um eixo norteador na mudança de comportamento. **Anais do X Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação**, Florianópolis, 2014. Acessado em: 30 jul., 2021. Disponível em: http://xanpedsul.faed.udesc.br/arq_pdf/191-1.pdf

LAVRADOR, Tânia Sofia Louro. Conhecimento, atitudes e comportamento dos universitários e as práticas ambientais das suas instituições de ensino. **Dissertação de Mestrado em Marketing**. Covilhã, PT, 2015.



LEITE, José Rubens Morato; CAETANO, Matheus Almeida. **A responsabilidade civil por danos ambientais na sociedade de risco: um direito reflexivo frente às gerações de problemas ambientais.** São Paulo: Atlas, 2013.

LUCIANO, Ana Paula; BÜHRING, Marcia Andrea. Responsabilidade civil-ambiental por riscos na sociedade moderna: paralelo com o princípio da responsabilidade. p. 11-33. In: **Responsabilidade civil ambiental.** v. 2, Caxias do Sul, RS: Educs, 2019.

NATALI, Ubiratan de Castro. A influência da consciência Ambiental e das atitudes em relação ao consumo na intenção de educadores de ensino superior de utilização de sacolas plásticas na cidade de Belo Horizonte. **Dissertação de Mestrado Profissional em Administração.** Faculdades Pedro Leopoldo. Pedro Leopoldo: FPL, 2012. Acessado em 28 jul. 2021. Disponível em: https://www.fpl.edu.br/2018/media/pdfs/mestrado/dissertacoes/2012/dissertacao_ubiratan_de_castro_natali_2012.pdf.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Relatório de desenvolvimento mundial da água das Nações Unidas de 2014.** Acessado em: 15 jul., 2021. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000225741>.

PEREIRA, Suellen Silva; CURI, Rosires Catão. Meio ambiente, impacto ambiental e desenvolvimento sustentável: conceituações teóricas sobre o despertar da consciência ambiental. **Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, v. 2, nº 4, p. 35-57, Set-Dez/2012. Acessado em: 26 jul., 2021. Disponível em: <https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/78>

PIZZANI, Luciana; SILVA, Rosemary Cristina da; BELLO, Suzelei Faria; HAUASHI, Maria Cristina Piumbato Innocentini. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação.** Campinas, SP, v. 10, n. 1, p. 53-66, jul./dez. 2012.


POLONSKY, Michael; GARMA; Romana; GRAU, Stacy Landreth. A compreensão dos consumidores ocidentais sobre as compensações de carbono e sua relação com o comportamento. **Jornal de marketing e logística da Ásia-Pacífico**, 23 (5) p. 583-603. Acesso em: 03 ago. 2021. Disponível em: <http://emeraldinsight.com/1355-5855.htm>

POLONSKY, Michael; VOCINO, Andrea; GRAU, Stacy Landreth; GARMA; Romana; FERDOUS, Ahmed Shahriar. The impacto f general and carbono related environmental knowledge on attitudes and behaviour of US consumers. **Journal of Marketing Management**, 28(3-4), p. 238-268, 2012.

POTT, Crisla Maciel; ESTRELA, Carina Costa. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Revista Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, 2017, p. 271-283. Acessado em: 6 jul., 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890021>.

RAVANELLO, Tamires. Princípio da precaução e a responsabilidade civil por danos ambientais futuros como ferramentas à proteção ambiental. p. 270-292. In: BÜHRING, Marcia Andrea (Org.). **Responsabilidade civil ambiental.** v. 2. Caxias do Sul, RS: Educs, 2019.

ROCHA, Rossana de Araújo. A conscientização e a ação conjunta de governos, sociedades e agentes econômicos para a viabilização do desenvolvimento sustentável. **Trabalho de**



Conclusão de Curso. Programa Pós-graduação em Direito Ambiental do Departamento de Economia Rural e Extensão, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná (UFPR). Florianópolis/PR, 2014. Acessado em: 7 jul., 2021. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/49881/R%20-%20E%20-%20ROSSANA%20DE%20ARAUJO%20ROCHA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RUFINO, Bianca; CRISPIM, Cristina. Breve resgate histórico da educação ambiental no Brasil e no mundo. **Anais do VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental.** Porto Alegre/RS, 23-26/11/2015. Acessado em: 10 jul., 2021. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2015/VII-069.pdf>

SCHMITZ, Gabriela Luísa. Desenvolvimento de atitudes pró-ambientais em atividades do projeto de educação ambiental em escola da cidade de Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria. Centro das Ciências Naturais e Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. **Dissertação de Mestrado,** 2018.

SELL, Deisy Mabel Campos. Direito ambiental, evolução de paradigma e sustentabilidade. Universidade do Vale do Itajaí (Univali). Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica (PPGCJ). **Dissertação de Mestrado,** Itajaí-SC, 2017. Acessado em: 6 jul., 2021. Disponível em: <https://www.univali.br/Lists/TrabalhosMestrado/Attachments/2252/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Deisy%20-%20vers%C3%A3o%20final.pdf>

SETH, Jagdish N; SETHIA, Nirmal; SRIVAS, Shanthi. Mindful consumption: a customer-centric approach to sustainability. **Journal of the Academy of Marketing Science,** 39 p. 21-39, 2011. Acessado em: 03 ago. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226100566_Mindful_Consumption_A_Customer-Centric_Approach_to_Sustainability

SILVA, Adriano Monteiro da; MEIRELES, Fernanda Rosalina da Silva; REBOUÇAS, Sílvia Maria Dias Pedro; ABREU, Mônica Cavalcanti Sá de. Comportamentos ambientalmente responsáveis e sua relação com a educação ambiental. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade,** v. 4, n. 1, jan.-abr., 2015, p. 1-16

SILVA, Edina da. Educação Ambiental: Lixo urbano de problema a possibilidades. Universidade Federal do Paraná (UFPR). **Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização Educação em Direitos Humanos.** Paranaguá/PR, 2015. Acessado em: 24 jul., 2021. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/42296/R%20-%20E%20-%20EDINA%20DA%20SILVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SILVEIRA, José Henrique Porto (Org.). **Sustentabilidade e Responsabilidade Social.**v. 3. Belo Horizonte/MG: Poisson, 2017.

VELOSO, Nircele da Silva Leal. Política pública de abastecimento pluvial: água da chuva na Amazônia, e por que não? Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido. **Tese de Doutorado.** Universidade Federal do Pará, Belém, 2019. Acesso em: 03 ago. 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/11356>

ZANIRATO, Sílvia Helena; ROTONDARO, Tatiana. Consumo, um dos dilemas da sustentabilidade **Revista Estudos Avançados.** v. 30, n. 88, 2016, p. 77-92. Acesso em: 27 jul. 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/124268>.



CAPÍTULO 3

LOGÍSTICA REVERSA DE PILHAS E BATERIAS NO BRASIL: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO CONSIDERANDO O PROGRAMA ABINEE RECEBE PILHAS (PARP)¹

Barbara Tokarz
Alexandre Borges Fagundes
Delcio Pereira
Fernanda Hänsch Beuren
Débora Barni de Campos

RESUMO

Tendo em vista o caráter perigoso dos resíduos de pilhas e baterias e seus potenciais danos à saúde e ao meio ambiente – por conterem em sua composição cádmio, chumbo, mercúrio e seus compostos – bem como os grandes volumes desses produtos que (de maneira legal ou não) são comercializados em todo território nacional, este artigo apresenta uma contextualização acerca da Logística reversa de pilhas e baterias no Brasil, utilizando como modelo o Programa ABINEE Recebe Pilhas (PARP). O referencial teórico abordado envolve a legislação pertinente e o processo logístico reverso desses resíduos, perpassando por fatores facilitadores e dificultadores para o funcionamento do Sistema. Como resultado desta pesquisa, espera-se contribuir para o estímulo de uma maior reflexão no tocante à eficiência do Sistema como um todo, considerando desde as ações governamentais no sentido da fiscalização dos produtos irregulares, até a responsabilidade dos consumidores como participantes ativos desse processo logístico reverso.


PALAVRAS-CHAVE: Pilhas e baterias, Logística reversa, Programa ABINEE Recebe Pilhas, Produtos ilegais.

INTRODUÇÃO

Em 2007, cerca de 61,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos foram geradas no Brasil. Em 2014, este valor estava na casa dos 78 milhões, e, em 2015, quase 80 milhões de toneladas foram contabilizadas (ABRELPE, 2007, 2014, 2015). Mesmo tendo-se observado um crescimento na taxa de coleta destes resíduos – de 84% em 2007 para 90,8% em 2015 – é notável um significativo aumento na geração e acumulação de resíduos sólidos (ABRELPE, 2007, 2015).

Muitos destes, que acabam dispostos em aterros ou não são destinados à reciclagem – mesmo sendo passíveis de reciclagem – estão levando os meios tradicionais de disposição de resíduos à saturação. O destino ambientalmente correto de resíduos sólidos é de extrema

¹ Artigo publicado no XXX Congresso Internacional de Administração, ADM 2017, Ponta Grossa - PR.



importância em meio ao cumprimento das normas ambientais pelas empresas e a correspondência à conscientização ambiental dos usuários de um produto ou serviço.

Dentre os produtos vendidos no Brasil, aqueles que vem acompanhados de pilhas ou baterias representam uma quantidade considerável. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), no Brasil são comercializadas mais de 1,2 bilhões de pilhas e baterias por ano, considerando as importações (legais ou não) e a produção nacional, sendo cerca de 40% desse mercado dominado por produtos irregulares (ABINEE, 2012).

Esta quantidade expressiva de pilhas e baterias comercializadas, somada ao fato de as mesmas serem classificadas como resíduos perigosos – por conterem em sua composição derivados de chumbo, cádmio e mercúrio – preconiza a necessidade de seu recolhimento e destinação ambientalmente adequada.


Anteriormente à implementação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou, no ano de 2008, uma Resolução contendo valores máximos permitidos de chumbo, cádmio, e mercúrio a estarem presentes nas pilhas e baterias, bem como diretrizes para o seu recolhimento. Após a execução das tramitações necessárias, no ano de 2010 as diretrizes efetivamente começaram a ser cumpridas, por meio do Programa ABINEE Recebe Pilhas (PARP): uma iniciativa de fabricantes de pilhas e baterias, em conjunto com a ABINEE, vislumbrando viabilizar a logística reversa destes produtos (ABINEE, 2017).

A logística reversa, ferramenta sugerida na PNRS para o cumprimento de suas diretrizes, pode ser entendida como uma forma de garantir às empresas que seus produtos recebam um destino ambientalmente correto, geralmente envolvendo o retorno dos bens pós-consumo aos fabricantes, para que sejam reaproveitados, reciclados ou alcancem um descarte ambientalmente mais adequado (ABINEE, 2017).

Desta forma, a presente pesquisa tem por objetivo contextualizar a prática da logística reversa de pilhas e baterias no Brasil, considerando o Programa ABINEE Recebe Pilhas (PARP) como modelo, além de elencar fatores facilitadores e dificultadores de atuação, utilizando-se da metodologia de pesquisa bibliográfica e análise das informações.

LEGISLAÇÃO REFERENTE À PILHAS E BATERIAS NO BRASIL

Em 1999, com a publicação da Resolução CONAMA nº 257, deram-se os princípios da logística reversa de pilhas e baterias no Brasil. A resolução estabelecia limites máximos de chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos a estarem presentes nas pilhas e baterias



comercializadas em território nacional, bem como diretrizes para o seu destino final adequado (CONAMA, 1999). Em novembro de 2008 foi publicada a resolução nº 401/08, que revogava a primeira, e também instituía limites máximos para a presença dos metais pesados e o destino final dos itens (CONAMA, 2008).

Dentre os objetivos de tal resolução encontram-se:

[...] minimizar os impactos negativos causados ao meio ambiente pelo descarte inadequado de pilhas e baterias;
[...] se disciplinar o gerenciamento ambiental de pilhas e baterias, em especial as que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final;
[...] reduzir, tanto quanto possível, a geração de resíduos, como parte de um sistema integrado de Produção Mais Limpa, estimulando o desenvolvimento de técnicas e processos limpos na produção de pilhas e baterias produzidas no Brasil ou importadas (CONAMA, 2008).

Em agosto de 2010 foi instituída a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, por meio da Lei nº 12.305/10, que reúne princípios, diretrizes e ações para a gestão de resíduos sólidos no Brasil (BRASIL, 2010). A PNRS prenuncia a redução da geração de resíduos, propondo a prática de hábitos de consumo sustentável e atitudes conjuntas, e incentivando a reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos (FAGUNDES, 2015; MMA, 2012).


A Política Nacional dos Resíduos Sólidos sugere a logística reversa como um instrumento para o cumprimento de suas diretrizes, e a define na alínea XII do Art. 3º como um:

Instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Em seu Art. 33º, a Lei instrui os consumidores a retornarem produtos e embalagens pós-consumo aos comerciantes, os quais devem devolvê-los aos fabricantes e importadores, que darão a destinação ambientalmente adequada aos itens reunidos, seja esta a disposição final dos rejeitos ou uma ação enquadrada no plano de gerenciamento de resíduos, caso haja um (BRASIL, 2010).

O Art. 33º da Lei nº 12.305/2010 também estabelece a obrigatoriedade da estruturação e implementação de um sistema de logística reversa para os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso [...];
II - pilhas e baterias;
III - pneus;

- 
- IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;
 - V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
 - VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes (BRASIL, 2010).

Logo, evidenciou-se a necessidade de instrumentalizar os procedimentos de logística reversa contemplando a alínea II do referido artigo. Nesse sentido, o tópico a seguir contextualiza e descreve o processo logístico reverso de pilhas e baterias.

PROCESSO LOGÍSTICO REVERSO DE PILHAS E BATERIAS

De acordo com a Resolução CONAMA 401/08, os fabricantes e importadores de pilhas e baterias tem a responsabilidade de estarem inscritos no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras dos Recursos Ambientais – CTF e de apresentar ao órgão ambiental competente um plano de gerenciamento de pilhas e baterias que contemple a sua destinação adequada (CONAMA, 2008). Segundo a Instrução Normativa nº 8 do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), de setembro de 2012, ambos fabricantes e importadores de pilhas e baterias, assim como as recicladoras envolvidas no processo de logística reversa, devem apresentar anualmente um relatório de desempenho ao IBAMA, contendo informações sobre a coleta, transporte e destinação final dos itens (DOU, 2012).

A partir da publicação da Resolução CONAMA 401/08, fabricantes e importadores de pilhas e baterias – em conjunto com a ABINEE – passaram a realizar reuniões periódicas visando direcionar o Programa ABINEE Recebe Pilhas (PARP). De maneira a facilitar e integrar o ciclo reverso, optou-se pela terceirização do processo, que se deu a partir de contratação de uma empresa especializada em logística, a GM&CLog – atuante como gestora do Programa e responsável pelo estabelecimento de coletores, transporte e triagem dos materiais – e uma recicladora, a Suzaquim, responsável pelo reprocessamento e destinação final dos resíduos e rejeitos (MENDES; RUIZ; FARIA, 2015).

De acordo com a Resolução CONAMA 401/08 e as diretrizes do PARP, é responsabilidade dos consumidores de pilhas e baterias levá-las até um dos 1260 pontos de coleta dispostos em território nacional (GM&C, 2017; CONAMA, 2008). Os pontos de coleta podem ser instituídos pelos fabricantes, mas também incluem estabelecimentos revendedores e distribuidores dos produtos (CONAMA, 2008).

Nestes estabelecimentos, as pilhas e baterias devem ser armazenadas adequadamente em caixas de papelão e/ou sacos plásticos, de maneira a impedir vazamentos, até que seja atingida uma quantidade de 30kg e a empresa Gestora seja contatada para garantir o transporte



(ABINEE, 2017; MENDES; RUIZ; FARIA, 2015). A gestora também recolhe pilhas e baterias de pontos não cadastrados no Programa, o que se dá de forma gratuita caso o ponto seja uma instituição de ensino, órgão público, ONG ou esteja localizado a menos de 50 km de uma capital; e mediante pagamento de frete para instituições privadas e outras situações (ABINEE, 2017).

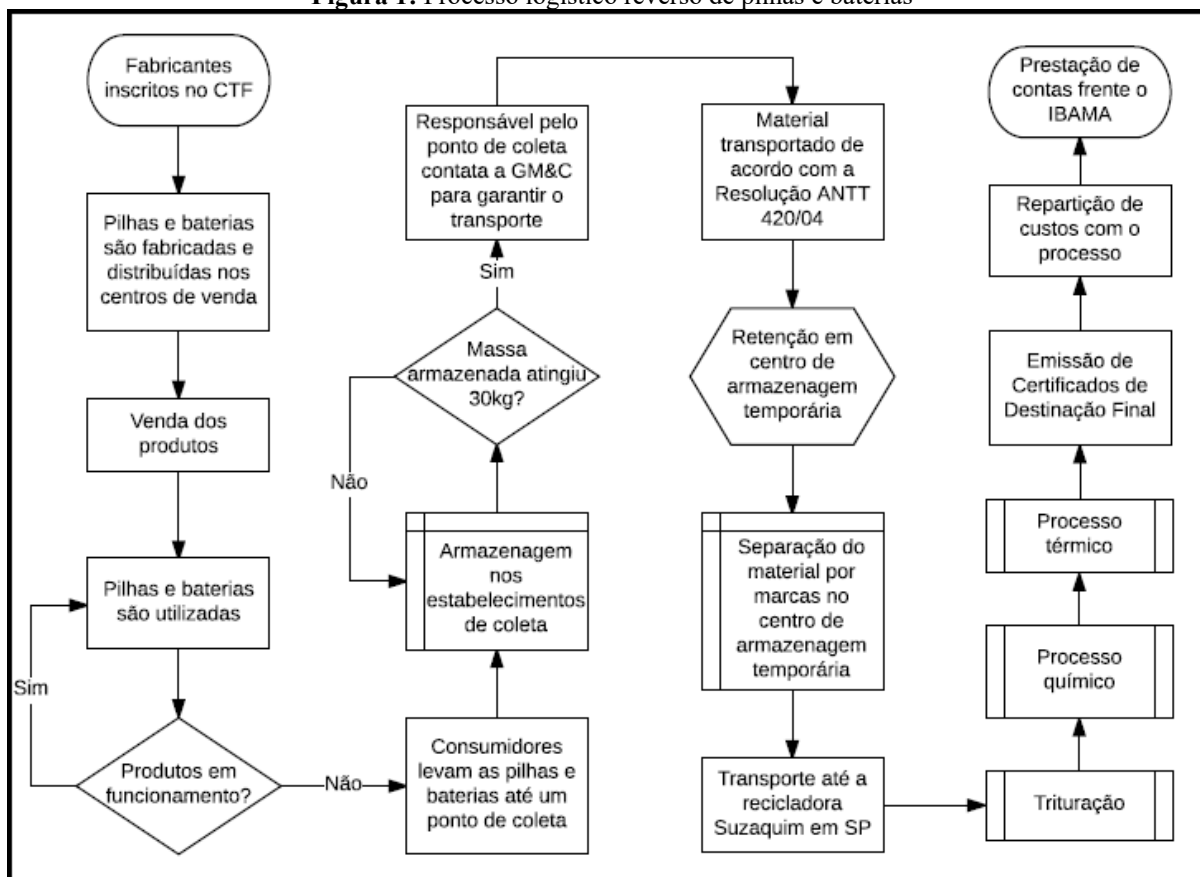
O transporte dos materiais até a empresa recicladora se dá em conformidade com as diretrizes da Resolução nº 420/04 da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), que se refere aos resíduos perigosos e requer, minimamente, licenças ambientais e documentos comprobatórios do transporte; identificação dos veículos; e um motorista habilitado para movimentação de produtos perigosos (ANTT, 2004; ABINEE, 2017a).

A recicladora recebe da gestora do Programa as pilhas e baterias separadas por marca e as encaminha ao reprocessamento, decorrido sem a geração de rejeitos e de maneira a garantir um destino final ambientalmente adequado aos materiais (MENDES; RUIZ; FARIA, 2015). Inicialmente, as pilhas e baterias são encaminhadas à trituração e retiradas das capas, permitindo o tratamento das substâncias interiores. Em seguida, é realizado um processo químico visando recuperar sais e óxidos metálicos utilizados na fabricação de corantes, e um processo térmico possibilitando a recuperação do zinco, o qual é destinado novamente à indústria, como matéria-prima (ABINEE, 2017).

Após o reprocessamento, a indústria química (recicladora) emite aos fabricantes e importadores Certificados de Destinação Final, como forma de assegurar o manuseio correto dos materiais, facilitar a prestação de contas frente ao IBAMA e repartir os custos com o processo entre os fabricantes, proporcionalmente às quantidades coletadas (ABINEE, 2017).

A Figura 1 apresenta, de forma esquemática, o processo logístico reverso de pilhas e baterias.

Figura 1: Processo logístico reverso de pilhas e baterias




Fonte: autoria própria, baseado em ABINEE (2017); ANTT (2004); CONAMA (2008); Mendes, Ruiz e Faria (2015)

A dinâmica de instituição do PARP, apesar da grande difusão de pilhas e baterias em todo o território nacional, não se deu por meio de um acordo setorial, uma vez que essa iniciativa foi anterior ao estabelecimento de diretrizes específicas à Sistemas de logística reversa, decorrentes da PNRS.

SOBRE OS ACORDOS SETORIAIS

O Decreto nº 7404/10 (Plano Nacional de Resíduos Sólidos) institui, em seu Art. 15º, que a implementação de um Sistema de logística reversa deve se dar através de acordos setoriais, termos de compromisso ou regulamentos expedidos pelo Poder Público (BRASIL, 2010a).

Acordo setorial é definido pela PNRS como um compromisso firmado entre poder público, fabricantes, importadores, distribuidores e/ou comerciantes de um determinado produto, objetivando introduzir a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto (BRASIL, 2010). O processo de criação e estabelecimento de um acordo setorial pode ser iniciado pelo poder público – neste caso precedido de edital de chamamento – ou qualquer outro participante da cadeia reversa – precedido de apresentação de proposta formal ao Ministério



do Meio Ambiente (MMA) – podendo ser incluídos na elaboração do acordo representantes de indústrias, cooperativas e outras entidades relacionadas (BRASIL, 2010a).

É estabelecido pelo Decreto nº 7404/2010 que um acordo setorial deve listar seus produtos-objeto; a descrição do ciclo reverso do produto; a possibilidade de contratação de associações e cooperativas de recicladores e catadores em parte do processo; descrições das responsabilidades relativas a cada ente participante da cadeia reversa; metas e cronograma de implantação; entre outras informações (BRASIL, 2010a).


Após a elaboração do acordo setorial, as propostas deverão passar por consulta pública e avaliação de um comitê orientador, formado por representantes dos Ministérios de Estado do Meio Ambiente; da Saúde; da Fazenda; do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior; e da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, cabendo a tal comitê orientar a implementação do sistema, organizando cronogramas de implementação e estudando a viabilidade técnica e econômica da logística reversa, bem como a necessidade de revisão do acordo.

Tendo em vista a não existência de um acordo setorial para o sistema de pilhas e baterias, infere-se que o mesmo continua sendo primordialmente regido pela Resolução CONAMA 401/08, a qual não descreve detalhadamente no corpo de seu texto possíveis fluxos reversos para as pilhas e baterias, ou processos de reciclagem e destino correto para as mesmas. A referida Resolução apenas estabelece que as pilhas e baterias não poderão encontrar destinos finais tais como lançamento a céu aberto, queima ou incineração em locais não licenciados, ou lançamentos em praias, terrenos baldios, redes de esgoto, água, eletricidade ou telefone, mesmo estando estes locais em estado de abandono.

O EMPECILHO DAS IMPORTAÇÕES ILEGAIS

De acordo com Milanez e Buhrs (2009), um dos principais argumentos apresentados por fabricantes e importadores de pilhas e baterias no Brasil – ao se posicionarem contra o estabelecimento de uma política que os obrigue a coletar e destinar corretamente todas as pilhas descartadas no país – é a alta presença de materiais importados ilegalmente, contendo teores de metais pesados acima do permitido pela legislação.

Afonso (2004) aponta que as pilhas e baterias comercializadas sem atender à Resolução CONAMA 401/08 representam riscos à saúde pública, ao meio ambiente, e sérios problemas tributários, já que os custos com o processo logístico reverso das pilhas e baterias são distribuídos proporcionalmente entre os fabricantes, e assim, despesas com pilhas e baterias contrabandeadas, teoricamente, não tem a quem ser destinadas.



Segundo a ABINEE (2012), cerca de 40% das pilhas e baterias comercializadas no país tem origem clandestina, o que também é citado pela Recomendação CONAMA nº 9, de outubro de 2008, que menciona que um terço do atual mercado de pilhas e baterias é ilegal. A Recomendação, destinada a órgãos ambientais e fiscalizadores de importações, visa evidenciar o problema do contrabando de pilhas e baterias no país, também colocando que a durabilidade das pilhas e baterias não-conformes com a Legislação é de 10 a 30 vezes menor que a de um produto legal (CONAMA, 2008a).

ANÁLISE E DISCUSSÃO

Com base nas informações descritas, pode-se inferir que o estabelecimento de um acordo setorial para a logística reversa de pilhas e baterias poderia preencher algumas lacunas encontradas no Sistema. A não determinação – de forma clara – pela Resolução CONAMA nº 401/08 das responsabilidades referentes a cada ente participante da cadeia reversa, seria uma delas, além de objetivos e metas de coleta para o Sistema – que poderiam servir como incentivo ao recolhimento dos materiais e indicadores de desenvolvimento e funcionamento do sistema.

Da mesma forma, um comitê orientador estabeleceria um cronograma de implantação para o Sistema, especificando datas e cidades para a instituição de pontos de coleta, e conduziria estudos de viabilidade e impactos técnico, econômico e social da logística reversa.

Ao se tomar como exemplo o sistema de logística reversa de embalagens plásticas de óleo lubrificante – gerido pela organização Jogue Limpo – e o de lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista – gerido pela Reciclus – é possível verificar as atividades desempenhadas pelo comitê orientador, bem como ter acesso ao cronograma de implantação dos sistemas, levando ao público em geral informações sobre como e onde levar os objetos, e como se dará a destinação correta dos mesmos, embasados num documento com o aval do poder público (JOGUE LIMPO, 2017; RECICLUS, 2017).

Mesmo considerando possíveis facilidades que um acordo setorial poderia trazer para a logística reversa de pilhas e baterias, um grande dificultador para o PARP – também comum aos demais sistemas de logística reversa – é a importação ilegal, uma vez que, de acordo com Afonso et al. (2003) as pilhas e baterias que chegam ao país pelo contrabando não respeitam limites máximos para a presença de chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos – resíduos considerados perigosos à saúde pública e ao meio ambiente, podendo ocasionar a contaminação de plantas, solos e fontes de água, ou a bioacumulação através das cadeias alimentares, caso sejam descartados na natureza.



Além disso, pilhas e baterias advindas de importações ilegais tem uma vida útil excessivamente menor do que as legalizadas, o que resulta em um maior consumo das mesmas e, conseqüentemente, um maior volume de material descartado, implicando em maiores riscos ao meio ambiente em caso de descarte inadequado e custos mais elevados para o Sistema de logística reversa, em caso de destinação ambientalmente adequada.

Considerando que as despesas com a logística reversa são repartidas entre os fabricantes e importadores de pilhas e baterias, proporcionalmente à quantidade de produtos que colocaram no mercado, e que os fabricantes de pilhas e baterias advindas de importações ilegais não são associados ao PARP, tem-se um impasse no custeio do processo referentes a estes materiais.

Para resolver este problema, o CONAMA recomenda à Polícia Federal, ao Ministério da Justiça e às autoridades alfandegárias e ambientais uma intensificação na fiscalização de importações de pilhas e baterias no país (CONAMA, 2008a).


Ainda, é pertinente destacar a relevância da participação da população no controle às pilhas ilegais, conforme discorre o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO): “os consumidores precisam fiscalizar as pilhas que compram e exigir que as informações sobre a origem do produto estejam claras” (INMETRO, 2017). As chances de produtos ecologicamente corretos e advindos de fontes confiáveis terem vendas bem-sucedidas são maiores se os consumidores estão dispostos a comprar tais produtos, tendo em vista um ganho ambiental futuro e um cumprimento à sua própria consciência ecológica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando contextualizar a prática da logística reversa de pilhas e baterias no Brasil, este artigo discorreu sobre a legislação pertinente e o processo logístico reverso desses resíduos de maneira detalhada – considerando o Programa ABINEE Recebe Pilhas (PARP) como modelo – elencando fatores facilitadores e dificultadores para o funcionamento do Sistema.

Utilizando-se como metodologia a pesquisa bibliográfica e análise das informações, e tendo em vista o caráter perigoso dos resíduos de pilhas e baterias e seus potenciais danos à saúde e ao meio ambiente, bem como os grandes volumes desses produtos que (de maneira legal ou não) são comercializados em todo território nacional, apresentou-se um panorama atual do setor.

Como obstáculos ao pleno funcionamento do Sistema, podem-se citar os produtos ilegais que circulam no mercado brasileiro, bem como a necessidade de uma maior participação da população na logística reversa desses produtos, uma vez que o conhecimento dessas



situações e o comportamento assertivo podem maximizar o funcionamento e a abrangência do sistema.

Portanto, ações mais incisivas em marketing e publicidade podem contribuir para a maior difusão do tema. Nesse sentido, uma alteração do status do programa, visando a elaboração de um acordo setorial mais amplo, que congregue um maior número de empresas, pode ser apontada como sugestão para a construção de um cenário mais positivo.

De maneira conclusiva, a temática abordada constitui fator relevante à sociedade de um modo geral, por seu caráter intrínseco à sustentabilidade, englobando suas três esferas: econômica, ambiental e social. Como resultado desta pesquisa, espera-se contribuir para o estímulo de uma maior reflexão no tocante à eficiência do Sistema como um todo, considerando desde as ações governamentais no sentido da fiscalização dos produtos irregulares, até a responsabilidade dos consumidores como participantes ativos desse processo logístico reverso.

REFERÊNCIAS

ABINEE. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. A indústria elétrica e eletrônica impulsionando a economia verde e a sustentabilidade. Jun., 2012. Disponível em <<http://www.abinee.org.br/programas/imagens/abinee20.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2017.

ABINEE. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Programa Abinee Recebe Pilhas: cartilha informativa. Disponível em <http://gmcons.com.br/gmclog/downloads/61-Cartilha_Abinee.pdf>. Acesso em: 17 maio 2017.


ABINEE. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Logística reversa de pilhas e baterias: cartilha de orientações [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <barbaratokarz@icloud.com> em 30 mar. 2017 (a).

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2007. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2007.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2017.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2017.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2017.

AFONSO, Júlio Carlos et al. Processamento da pasta eletrolítica de pilhas usadas. Quím. Nova, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 573-577, ago. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422003000400022&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 26 maio 2017.



AFONSO, J. C. Processamento da pasta eletrolítica de pilhas usadas. Brasília, mar. 2004. 33 slides. Apresentação em PowerPoint. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0330EB12/ApresentacaoProfJulioCarlosAfonso.ppt>>. Acesso em 31 maio 2017.

ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004. Disponível em <<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/transporte/documentos/Resolucao-ANTT-420.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2017.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010(a).

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 258, de 26 de agosto de 1999. Publicada no DOU nº 230, de 2 de dezembro de 1999, Seção 1, página 39. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res99/res25899.html>>. Acesso em: 16 set. 2016.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 401, de 4 de novembro de 2008. Publicado em DOU nº 215, de 5 de novembro de 2008, Seção 1, página 108-109. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2008_401.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2017.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Recomendação nº 9, de 2 de outubro de 2008 (a). Publicada no Boletim de Serviço/MMA nº 09, de 29/10/2008, págs. 03-04. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=588>>. Acesso em: 03 jun. 2017.

DOU. Diário Oficial da União. Instrução Normativa nº 8, de 3 de setembro de 2012.

FAGUNDES, Alexandre B. Modelagem Fuzzy para avaliação de desempenho ambiental do gerenciamento de resíduos sólidos industriais. 1v. TESE (Doutorado) – Curso de Doutorado em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

GM&C. Sistema de logística reversa: programa ABINEE recebe pilhas. Disponível em: <<http://www.gmcons.com.br/gmclog/admin/VisualizarPostosMapaCliente.aspx>>. Acesso em: 21 maio 2017. INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Informações ao consumidor: Pilhas Alcalinas e Zinco-Manganês. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/pilha.asp#>>. Acesso em: 02 jun. 2017.

JOGUE LIMPO. Instituto Jogue Limpo. Logística Reversa de Lubrificantes. Abr. 2017. 18 slides. Apresentação em PowerPoint. Disponível em <https://joguelimpo.org.br/arquivos/promocionais/apr_jl_jan17.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2017.

MENDES, Henrique Manoel Riani; RUIZ, Mauro Silva; FARIA, Ana Cristina de. Programa ABINEE recebe pilhas (PARP): A implantação e estágio atual da logística reversa de pilhas e baterias. Anais do XVII ENGEMA – Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2015.

MILANEZ, B.; BUHRS, T. Capacidade ambiental e emulação de políticas públicas: o caso da responsabilidade pós-consumo para resíduos de pilhas e baterias no Brasil. Planejamento e



Políticas Públicas, Brasília, n.33, p. 257-289, jul./dez. 2009. Disponível em <<http://www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/161>>. Acesso em: 22 maio 2017.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Resíduos Sólidos, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>>. Acesso em: 13 fev. 2017.

RECICLUS. Boletim Reciclus. nº1, fev. 2017. Disponível em <<http://www.reciclus.org.br/index.php?content=80>>. Acesso em: 02 jun. 2017.



CAPÍTULO 4

MODELOS DE LOGÍSTICA REVERSA PARA RESÍDUOS DE EQUIPAMENTOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL: OS PROJETOS DESCARTE ON E DESCARTE GREEN²

Cristal de Freitas Borges
Alexandre Borges Fagundes
Delcio Pereira
Fernanda Hãnsch Beuren
Débora Barni de Campos

RESUMO

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS) – que estabelece a obrigatoriedade de unidades participativas do sistema produtivo a efetivar o reaproveitamento e a destinação ambientalmente adequada aos resíduos sólidos – possui a Logística Reversa (LR) como uma de suas principais ferramentas de ação. O Ministério do Meio Ambiente definiu o Acordo Setorial como forma de efetivar o cumprimento da lei através de um sistema único de LR para cada tipo de produto, inicialmente sendo definidos cinco Grupos de Trabalho Temático, dentre os quais se encontram os produtos eletroeletrônicos. Dada a representatividade dos volumes de lixo eletrônico gerados no Brasil, tornam-se prementes medidas para diminuir consideravelmente esse índice. Nesse sentido, duas ações apresentam-se como bastante relevantes no contexto nacional: os projetos Descarte ON e Descarte Green – sendo o primeiro, vinculado à Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA), e o segundo, à empresa GREEN Eletron, ambos em parceria com o governo brasileiro – surgindo como importante base de conhecimento e experiência, no sentido de salientar os principais pontos que implicam na cadeia de Logística Reversa desses produtos, possibilitando, a partir dessas iniciativas, vislumbrar um modelo para a efetivação de um Acordo Setorial para os Resíduos de Equipamentos Eletro-Eletrônicos (REEE) no Brasil. É neste cenário que a presente pesquisa se insere, visando contextualizar e apresentar ações efetivas tomadas em prol da concepção e experimentação de um modelo logístico reverso viável para os REEE.

PALAVRAS-CHAVE: Logística Reversa, Acordo Setorial, Produtos eletroeletrônicos, Descarte ON, Descarte Green.

INTRODUÇÃO

A Conferência das Nações Unidas Rio-92 despertou uma maior meticulosidade dos países relacionada às questões ambientais. Desde então, são analisadas estratégias a fim de promover a conservação do planeta. Além disso, Gouveia (2012) estabelece uma relação direta entre os impactos ambientais e a gestão dos resíduos sólidos em razão da limitação das alternativas de descarte adequado de resíduos, tornando-se indispensável reduzir o volume produzido através da reutilização e reciclagem.

² Artigo publicado no XXX Congresso Internacional de Administração, ADM 2017, Ponta Grossa - PR.



No Brasil, a quantidade em volume de resíduos sólidos cresce rapidamente, fazendo com que se torne prioritário o gerenciamento adequado desses objetos para proporcionar um futuro sustentável para o país. Em vista disso, o Governo Federal Brasileiro instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), fundamentando assim, através da Lei 12.305/2010, a logística reversa como principal ferramenta para atender ao descarte ambientalmente correto dos resíduos sólidos, por meio do reaproveitamento desses materiais (DESCARTE ON, 2017).

O Ministério do Meio Ambiente (2017) ressalta que o ciclo de vida dos produtos é de responsabilidade compartilhada entre os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes. E destaca que o incentivo a associações de catadores proporciona benefícios além da logística reversa, tendo em vista que países desenvolvidos atendem as Coletas Seletivas como forma de gerenciamento de resíduos.

Nesse tocante, a PNRS é indispensável para o Brasil, a considerar que os índices de consumo de produtos eletroeletrônicos têm se intensificado, bem como a quantidade de Resíduos de Equipamentos Eletro-Eletrônicos (REEE) descartados. Um estudo envolvendo onze países emergentes e a quantidade de lixo eletrônico gerado por eles apontou que somente o Brasil é responsável por 96,8 mil toneladas/ano, exclusivamente de computadores (SCHLUEP et al., 2009).

Nesta conjuntura, tornou-se premente a criação de um modelo voltado a minimizar a quantidade de resíduos eletroeletrônicos descartados ao final de sua vida útil, considerando que a elaboração de métodos de reaproveitamento e reciclagem contribui para a redução dos impactos ambientais causados por esses remanescentes. E é neste cenário que a presente pesquisa se insere, visando contextualizar e apresentar ações efetivas tomadas em prol da concepção e experimentação de um modelo logístico reverso viável para os REEE.

Em conformidade com o propósito deste estudo, foi realizada uma pesquisa de caráter básico quanto a sua natureza, quantitativo quanto a forma de abordagem e exploratório quanto aos objetivos (GIL, 2007; GONÇALVES, 2001; KOCH 1997).

A realização desta pesquisa foi baseada em conceitos e atualidades relacionados à Logística Reversa de Produtos Eletroeletrônicos, buscando consubstanciar medidas já adotadas para o reaproveitamento e destinação ambientalmente adequada desses resíduos. Para isso, duas recentes ações foram focalizadas – os projetos Descarte ON e Descarte Green – entendendo que o desenvolvimento destes possibilita vislumbrar um modelo para a implementação de um Acordo Setorial para os REEE no Brasil.



LOGÍSTICA REVERSA

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos define a Logística Reversa como uma ferramenta voltada a viabilizar atividades e procedimentos com o propósito de promover o desenvolvimento social e econômico por meio da coleta, restituição e reaproveitamento dos resíduos sólidos em seu ciclo de vida ou até mesmo em ciclos distintos e, como último recurso, recomenda a destinação final ambientalmente adequada (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2017a).

Em agosto de 2010, a PNRS foi instituída pela Lei Nº 12.305, que determina a obrigatoriedade da implementação de sistemas de Logística Reversa no Brasil, estabelecendo três distintos procedimentos aplicáveis nesse tocante: regulamentações, acordos setoriais e termos de compromisso. A princípio foram listados, preferencialmente, cinco Grupos de Trabalho Temático (GTT) para implantação de sistemas reversos, dentre os quais se encontram os produtos eletroeletrônicos (SINIR, 2017).


Demajorovic & Migliano (2013) ressaltam que esta lei brasileira foi a primeira a estimular a participação de associações de catadores e a enaltecer a importância destes trabalhadores no sistema reverso de REEE.

RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

A rede produtiva de produtos e dispositivos eletroeletrônicos inclui equipamentos que necessitam de campo eletromagnético ou de corrente elétrica para funcionar. Esta cadeia é dividida em quatro diferentes linhas, de acordo com a composição dos materiais:

Linha Marrom - televisor tubo/monitor, televisor plasma/LCD/monitor, DVD/VHS, produtos de áudio;
Linha Verde - desktops, notebooks, impressoras, aparelhos celulares;
Linha Branca - geladeiras, refrigeradores e congeladores, fogões, lava-roupas, ar-condicionado; e
Linha Azul – batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos e furadeiras (PORTAL BRASIL, 2014).

Ao final de sua vida útil, estes materiais podem ser definidos como e-lixo, resíduos de equipamento eletroeletrônico (REEE), ou até mesmo lixo eletrônico. A gestão desses resíduos gerados é de suma importância, uma vez que, em escala mundial, foram registradas 41,8 milhões de toneladas de REEE somente no ano de 2014, sendo o Brasil responsável por 1,4 milhões desse volume total, com uma produção média de 7kg de resíduo por habitante, segundo a ONU. Além disso, a maioria dos elementos que constituem esses equipamentos são de caráter reciclável, permitindo assim, por meio do reaproveitamento desses equipamentos, a redução das emissões de carbono através da diminuição da extração de recursos naturais e não



renováveis, bem como o aumento das taxas de empregos e o incentivo à economia circular (GREEN ELETRON, 2017).

O ACORDO SETORIAL DE PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL

No ano de 2011, o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) coordenou o Grupo de Trabalho Temático (GTT) com intuito de estruturar critérios para elaborar um sistema de logística reversa de REEE no país. A partir dos resultados obtidos pelo GTT, foi executado um Estudo de Viabilidade Técnica Econômica (EVTE); em fevereiro de 2013 o Ministério do Meio Ambiente publicou o Edital de Chamamento para Acordo Setorial de Logística Reversa de Eletroeletrônicos (PORTAL BRASIL, 2015).

No mesmo ano foram obtidas dez propostas de acordo, dentre as quais apenas quatro seguiram como válidas. Em janeiro de 2014 foi auferida proposta unificada, a qual encontra-se em negociação até o momento. A etapa seguinte do processo será caracterizada pela Consulta Pública (SINIR, 2017).

O PROJETO JICA

A Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) é a entidade do Governo Japonês encarregada por proporcionar a Assistência Oficial para o Desenvolvimento (ODA), este órgão tem por objetivo viabilizar o desenvolvimento de outros países e promover a paz por meio da contribuição para o progresso e estabilidade socioeconômica dos países emergentes (JICA, 2017).

A JICA visa promover progresso dinâmico e inclusivo para seus parceiros. Seu planejamento se divide em quatro finalidades, sendo elas:

- Satisfazer questões relacionadas à globalização, tal como, mudanças climáticas e doenças infecciosas, além do abastecimento de água e alimentos;
- Reduzir a pobreza e incentivar o desenvolvimento justo;
- Aprimorar os sistemas de política e governança de países em desenvolvimento, e
- Assegurar a segurança humanitária (JICA, 2017).

LOGÍSTICA REVERSA DE PRODUTOS ELETROELETRÔNICOS NO BRASIL

Foi assinado um acordo entre a JICA e o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior (MDIC), objetivando a implementação do sistema de logística reversa no Brasil mediante o apoio do setor eletroeletrônico do Japão. A iniciativa se caracterizou por



atividades direcionadas à coleta de resíduos sólidos por intermédio do setor empresarial (PORTAL BRASIL, 2015).

Em setembro de 2015 foram realizados treinamentos em Tóquio com representantes brasileiros, tais como: Prefeitura de São Paulo, Abinee, Eletros, IDV, e equipes da Coopermiti (cooperativa paulista de catadores), do MDIC e do MMA. A programação envolveu visitas técnicas aos principais segmentos do sistema reverso japonês, além de palestras (PORTAL BRASIL, 2015).

O tratado determinou ainda a execução de um estudo analítico da condição dos REEE localizados especialmente na cidade de São Paulo, tal como a efetuação de um projeto experimental no município (PORTAL BRASIL, 2015).

Nasceu então, o projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil, a fim de promover e aprimorar as ações para execução do sistema reverso no país. Suas atividades foram prioritariamente direcionadas à:

- Identificar as ações de reciclagem no Estado de São Paulo, estabelecer a volume de REEE gerado e determinar as cadeias de alcance da Logística Reversa (LR);
- Descrever as experiências para a elaboração federativa do sistema de Logística Reversa, por meio do projeto piloto de LR no Estado de São Paulo;
- Apresentar um sistema de comunicação e monitoramento para LR baseado na PNRs (REEE JICA, 2015).

Com duração prevista de setembro de 2014 a setembro de 2017, sujeita a alterações, o projeto contou com a participação de entidades parceiras, cada qual com funções específicas, conforme apresenta o Quadro 1:

Quadro 1: Membros do Projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil, suas funções e comitês

MEMBROS	GRUPOS	FUNÇÕES
Comitê Técnico (CT)	Governo Federal: MDIC, MMA, MCTI/CTI Estado de São Paulo: CETESB Cidade de São Paulo: SMVA, DECONT, SES, AMLURB Associações: ABINEE, ELETROS, ABREE, FECOMÉRCIOSP, ABRAS/APAS, entre outras Cooperativas e ONGs: COOPERMITI, entre outras Especialistas da JICA	CT é um comitê com a presidência compartilhada entre o MDIC e o MMA para a formação de consenso entre as partes interessadas sobre o projeto piloto em São Paulo.
Comitê de Coordenação Conjunta (CCC)	Lado Brasileiro: ABC, MDIC, MMA, AMLURB	CCC é um comitê presidido pelo MDIC para a tomada de decisões importantes do



Equipe de projeto	Lado Japonês: JICA, Embassy of Japan, JICA Experts Counterparts: MDIC, MMA, AMLURB. Especialistas da JICA	projeto para ambos os lados, brasileiro e japonês. A Equipe do Projeto foi formada por contrapartes brasileiras como MDIC, MMA e AMLURB e peritos da JICA, que desempenharam principais papéis na implementação do projeto.
-------------------	---	--

Fonte: Autoria própria, baseado em REEE JICA (2015)

Assim nasceu um projeto empírico ligado ao Projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil, denominado Descarte ON. Todas as questões associadas a essa iniciativa resultaram de deliberações entre representantes dos Governos, como também Comercio e Indústria, além de peritos da JICA (DESCARTE ON, 2017a).

O PROJETO DESCARTE ON

Tendo em vista que o Governo Federal, juntamente com o setor privado, ainda está considerando a melhor maneira de definir o Acordo Setorial para a logística reversa de

Produtos Eletroeletrônicos, o programa piloto Descarte ON – vinculado ao JICA – demonstra que, antes de tudo, é fundamental estabelecer iniciativas conjuntas entre as partes interessadas (DESCARTE ON, 2017a).


Dentre os principais objetivos do projeto, podem ser citados:

- Compreender a dimensão de REEE que podem ser coletados; e
- Entender o funcionamento do sistema de coleta por meio da contribuição dos envolvidos (DESCARTE ON, 2017b).

O sistema desenvolvido foi exclusivo para pessoas físicas, prevendo o controle – dos resíduos coletados – pelos membros do projeto e o direcionamento às recicladoras autorizadas – de todos os REEE coletados durante o programa – devendo ser desmontados, processados e reciclados de maneira ambientalmente correta (DESCARTE ON, 2017a).

A coleta de equipamentos de pequeno e médio portes (com dimensões de até 50 x 60 x 75cm) sendo exclusivamente procedida nos pontos de coleta inseridos nas lojas participantes (a maioria desses pontos se concentrou na região da Lapa/SP), dado que:

- A localidade da Subprefeitura da Lapa compreende um centro comercial de grande movimentação, próximo aos terminais de ônibus e trens, o que atrai consumidores de áreas vizinhas;
- Considerando, além disso, que todas as classes sociais estão simbolizadas na região (DESCARTE ON, 2017a).



Tendo em vista que uma grande parcela dos consumidores não retorna seus resíduos em razão do peso e volume dos objetos, foi estabelecida a “Coleta na sua Casa”, a fim de satisfazer a demanda de produtos de grande porte, tendo como eletroeletrônicos alvo: televisão, geladeira/freezer, fogão, máquina de lavar/secadora e ar condicionado (DESCARTE ON, 2017).

O funcionamento desse método de coleta está diretamente ligado ao tipo de produto que o consumidor adquirir, ou seja, parte do princípio de que o consumidor adquire um novo eletrodoméstico semelhante a um eletroeletrônico antigo, e que este último passará a ser inservível. Em razão disso, o Descarte ON deveria realizar a coleta de 1 (um) REEE a cada novo eletroeletrônico comprado, e ainda, devido aos elevados custos associados ao transporte e destinação dos resíduos eletroeletrônicos, o projeto estabeleceu um valor simbólico para recolhimento desses REEE nas residências dos consumidores, sendo o custo fixo de R\$10,00 por produto (DESCARTE ON, 2017).

O estabelecimento de um sistema de coleta e reciclagem de REEE efetivo e eficaz é complexo, por várias razões, dentre elas:

- Grande variedades de REEE;
- Envolvimento de muitos atores no processo;
- Necessidade de estabelecer o fluxo de resíduos de acordo com as instalações de desmontagem e recuperação/reciclagem apropriadas existentes.
- Necessidade de conhecimento e habilidades técnicas especializadas para a desmontagem e processamento dos vários tipos/formato de REEE;
- Necessidade de diálogo e debates entre as várias partes interessadas, tendo em vista que a logística reversa será implementada pelos fabricantes, distribuidores/revendedores;
- A experiência brasileira em logística reversa é incipiente e carece de dados e informações (DESCARTE ON, 2017c).

RESULTADOS OBTIDOS COM O PROJETO DESCARTE ON

Os resíduos eletroeletrônicos gerados na cidade de São Paulo, somente no ano de 2014, corresponderam a 70 mil toneladas, e apenas 2% deles foram coletados e processados corretamente. Posteriormente ao projeto Descarte ON, em pesquisa realizada na região de São Paulo, 97% dos entrevistados consideraram essencial a coleta de REEE, e ainda, 94% demonstrou interesse em coparticipar (DESCARTE ON, 2017).

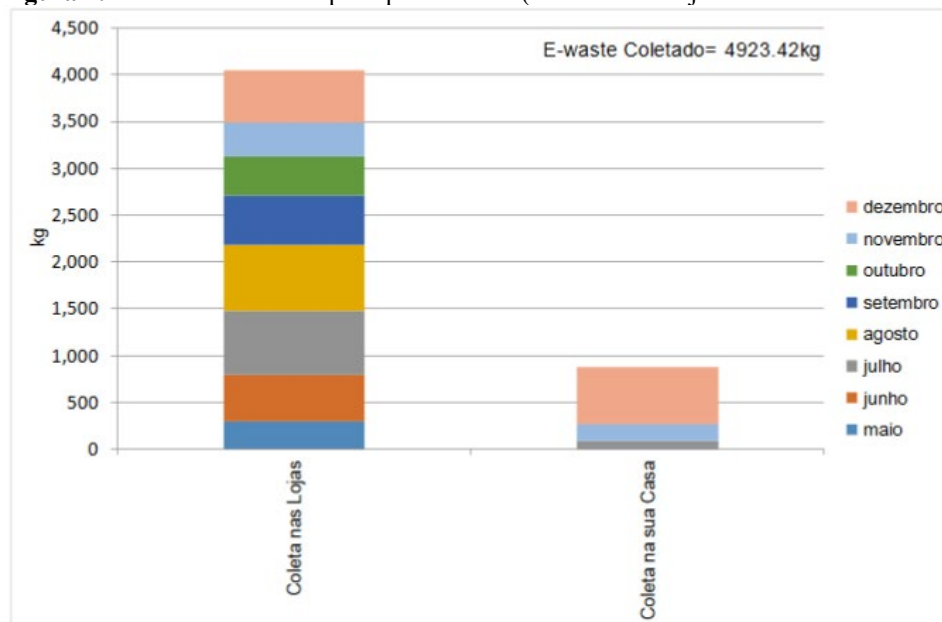
Em 31 de dezembro de 2016 o Projeto Descarte ON, chegou ao fim, antes da data prevista (ABRAHÃO, 2017).

O sistema de “Coleta nas Lojas” contou com a participação de dez empresas, as quais arrecadaram, no ano de 2016, 4.050,02 kg e 3.781 unidades; já o “Coleta na sua Casa” foi

responsável por 873,4 kg e 19 unidades, por meio de parceria com oito lojas (ABRAHÃO, 2017).

No tocante aos resultados de coleta do ano de 2016 – último ano de funcionamento do projeto – a Figura 1 apresenta um gráfico contendo a quantidade arrecadada (kg) por tipo de coleta, entre os meses de maio e dezembro, com 3.800 itens coletados, totalizando 4.923,43kg.

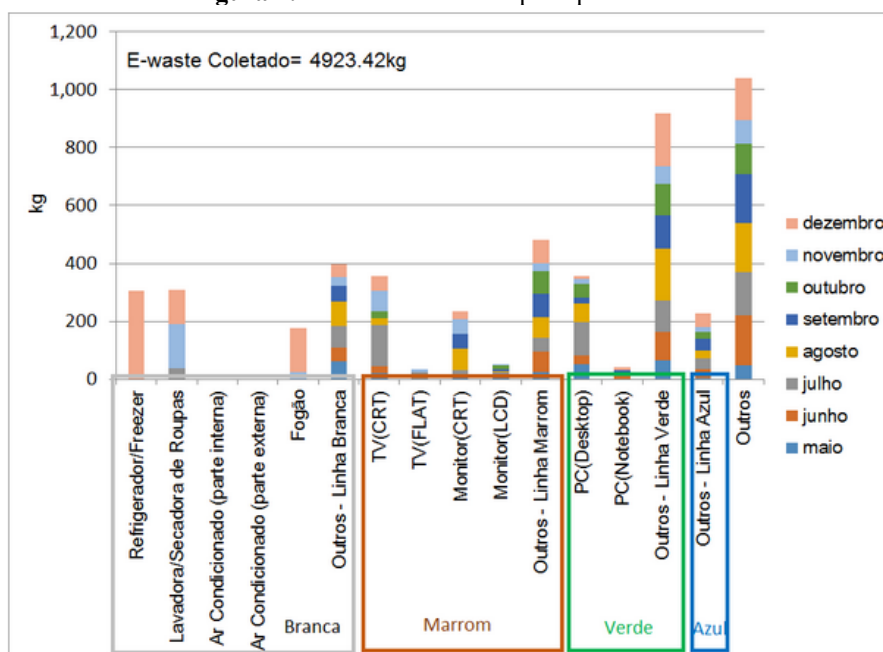
Figura 1: Resultado da coleta por tipo de coleta (“Coleta nas Lojas” e “Coleta na sua Casa”)




Fonte: Descarte ON (2017d)

A Figura 2 exprime a quantidade coletada (kg) de acordo com a composição de REEE mensais, no ano de 2016.

Figura 2: Resultado da coleta por tipo de REEE



Fonte: Descarte ON (2017d)



Neste sentido, à medida que o projeto se estendia, maior quantidade em peso era coletada. O sistema que obteve maior retorno dos consumidores foi o “Coleta nas Lojas” e, embora a quantidade em unidades de REEE provenientes da “Coleta em sua Casa” tenha sido significativamente menor, o volume desses equipamentos correspondeu a 21% do total.

De acordo com a Descarte ON (2017b), maiores informações sobre os resultados obtidos com o Projeto serão divulgadas através de meio eletrônico no momento oportuno.

O PROJETO DESCARTE GREEN

Embora a efetivação do Acordo Setorial de Produtos Eletroeletrônicos ainda esteja em andamento, em dezembro de 2016 foi lançada, pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), a gestora Green Eletron como responsável por implantar e gerenciar o sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos no Brasil até 2018 (ABINEE, 2016).


Nesse sentido, em junho de 2017, no dia mundial do meio ambiente, foi divulgada a implementação, na cidade de São Paulo, de um projeto direcionado à coleta de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos pela Green Eletron (GREEN ELETRON, 2017a).

A iniciativa – denominada Descarte Green – baseia-se na disposição de postos de recebimento localizados em áreas de amplo acesso e visibilidade através da parceria de entidades, escolas, associações e comércio. A inauguração do projeto fundamentou-se em 16 (dezesseis) pontos fixos para destinação dos REEE e a tendência é que esse número aumente. Este projeto tem por objetivo arrecadar notebooks, impressoras, tablets, celulares, entre outros dispositivos, a fim de garantir com segurança o descarte ambientalmente correto a esses equipamentos (GREEN ELETRON, 2017a).

Além disso, esta iniciativa busca avaliar a complexidade funcional para elaboração do sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos através do levantamento de dados como: custos envolvidos, relacionamento dos agentes dentro da cadeia de LR e principalmente a participação dos consumidores no sistema. Adicionalmente, este projeto visa contribuir para a efetivação do Acordo Setorial para a Logística Reversa de REEE, que está prevista para o ano de 2017 (GREEN ELETRON, 2017a).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de grande parte dos resultados gerados ainda permanecer indisponível, foi possível constatar que, a partir do Programa Descarte ON, por meio das entrevistas procedidas, um grande número de pessoas consideram esse tipo de sistema importante, com grande parcela



dos entrevistados considerando manter participação contínua com a efetivação do Acordo Setorial.

O programa piloto, Descarte ON assim como o Descarte Green, foi instalado de maneira estratégica na região de São Paulo por abranger grande movimentação de consumidores, facilitando assim, a devolução dos produtos aos pontos de coleta, sendo esta uma condição fundamental para funcionamento do sistema de Logística Reversa. Além do que, o projeto Descarte ON enfatizou a necessidade da inclusão de catadores para a viabilidade do sistema, uma vez que o Brasil foi o primeiro país a reconhecer, a partir deste projeto piloto, a importância dessas associações relacionando-as aos produtos eletroeletrônicos.


Embora no sistema Descarte ON o número de equipamentos coletados via “Sua Casa” tenha sido menor comparado às quantidades retornadas por meio dos pontos de coleta disponibilizados nas lojas participantes, houve uma aceitação considerável dos consumidores – mesmo com a cobrança da taxa de colaboração de R\$10,00 – uma vez que, ao adquirir um novo produto, o antigo acabaria por ocupar espaço, mesmo não tendo mais funcionalidade.

Em contrapartida, a iniciativa Descarte Green pretende disponibilizar a coleta de resíduos apenas em pontos fixos, localizados em escolas, associações, entidades e comércio. Inicialmente foram quantificados 16 (dezesesseis) unidades para depósito de REEE. Contudo, a tendência é que esse número aumente ao longo do programa.

Os sistemas ainda não disponibilizaram o modo de reciclagem e reaproveitamento dos equipamentos eletroeletrônicos coletados, mas sabe-se que, devido à grande variedade de REEE, durante o processo de LR desses produtos seriam encontrados desafios, tais como, a imprescindibilidade de conhecer – além das habilidades técnicas necessárias para separar os materiais – o processamento dos inúmeros tipos e formas dos REEE, entre outros fatores que implicam no funcionamento do sistema.

Assim sendo, ambas as iniciativas visam compreender as fases do sistema em sua totalidade por meio do levantamento de informações como custos, participação dos consumidores, relacionamento das entidades envolvidas no processo, entre outros aspectos.

Devido à incipiência da experiência brasileira relacionada à logística reversa de produtos eletroeletrônicos, os projetos Descarte ON e Descarte Green surgem como importante base de conhecimento e experiência, no sentido de salientar os principais pontos que implicam na cadeia de Logística Reversa desses produtos, possibilitando, a partir dessas



iniciativas, vislumbrar um modelo para a efetivação de um Acordo Setorial para os REEE no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Diretoria da Green Eletron é eleita. 2016. Disponível em: < <http://www.abinee.org.br/noticias/com188.htm> > Acesso em 24 mai. 2017.

ABRAHÃO, Thais. Projeto descarte ON, inédito em São Paulo, encerra-se com cerca de 5 toneladas e 3.800 unidades de REEE coletados. Descarte on – Imprensa, publicado em 15 fev. 2017. Disponível em: < <http://www.descarteon.jica.eco.br/imprensa.html#top> > Acesso em: 27 mai. 2017.

DEMAJOROVIC, J.; MIGLIANO, J. E. B. Política nacional de resíduos sólidos e suas implicações na cadeia da logística reversa de microcomputadores no Brasil. *Gestão & Regionalidade*, v. 29, n. 87, p. 64-80, 2013.

DESCARTE ON. Projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil. 2017. Disponível em: < <http://descarteon.jica.eco.br/nossas-acoas.html#top> > Acesso em 22 mai. 2017.

DESCARTE ON. Projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil. Sobre o projeto. 2017a. Disponível em: < <http://www.descarteon.jica.eco.br/perguntas.html#> > Acesso em: 26 mai. 2017.

DESCARTE ON. Projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil. Resultados do descarte ON. 2017b. Disponível em: < <http://www.descarteon.jica.eco.br/> > Acesso em: 27 mai. 2017.

DESCARTE ON. Projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil. Perguntas frequentes. 2017c. Disponível em: < <http://www.descarteon.jica.eco.br/perguntas.html> > Acesso em: 27 mai. 2017.


DESCARTE ON. Projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil. Resultado da Coleta do descarte ON. 2017d. Disponível em: < http://www.descarteon.jica.eco.br/assets/downloads/DL1_Resultado%20da%20Coleta%20do%20descarte%20ON.pdf > Acesso em: 27 mai. 2017.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GONÇALVES, Elisa Pereira. Iniciação à Pesquisa Científica. 2. ed. Campinas, SP: Alínea, 2001.

GOUVEIA, Nelson. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social 2012.

GREEN ELETRON – Gestora de logística reversa. Novidades. Perguntas Frequentes. 2017. Disponível em: < <https://www.greeneletron.org.br/> > Acesso em: 25 mai. 2017.



GREEN ELETRON. GREEN Eletron lança projeto de descarte de eletrônicos. 2017a. Disponível em: < <https://www.greeneletron.org.br/single-post/2017/06/05/GREEN-Eletron-lan%C3%A7a-projeto-de-descarte-de-eletr%C3%B4nicos> > Acesso em: 07 jun. 2017.

JICA - Japan International Cooperation Agency. Sobre JICA. 2017. Disponível em: < <https://www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/about/index.html> > Acesso em: 25 mai. 2017.

KÖCHE, José Carlos. Fundamentos de metodologia científica: Teoria da ciência e iniciação à pesquisa. 20. ed. atualizada. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. 2017. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/politica-de-residuos-solidos> > Acesso em: 23 mai. 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Logística Reversa. 2017a. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa> > Acesso em: 23 mai. 2017.

PORTAL BRASIL. Estudo sobre logística de resíduos eletrônicos é divulgado. 2014. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2014/02/estudo-sobre-logistica-de-residuos-eletronicos-e-divulgado> > Acesso em 24 mai. 2017.

PORTAL BRASIL. Brasil assina acordo com Japão no setor de eletroeletrônicos. 2015. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/09/brasil-assina-acordo-com-japao-no-setor-de-eletroeletronicos> > Acesso em: 24 mai. 2017.

REEE JICA. Projeto JICA de Logística Reversa de Resíduos Eletroeletrônicos no Brasil. 2015. Disponível em: < <http://reee.jica.eco.br/> > Acesso em 25 mai. 2017.

SCHLUEP, M., HAGELUEKEN, C., KUEHR, R., MAGALINI, F., MAURER, C., MESKERS, C., MUELLER, E., WANG, F. Recycling from e-waste to resources: sustainable innovation and technology transfer industrial sector studies. Bonn: UNEP-UNU, Solving the E-waste Problem (StEP), 2009. Disponível em: < http://www.unep.org/PDF/PressReleases/E-Waste_publication_screen_FINALVERSION-sml.pdf > Acesso em: 02 nov. 2012.

SINIR – Sistema Nacional de Informação sobre Gestão dos Resíduos Sólidos. Logística Reversa. 2017. Disponível em: < <http://sinir.gov.br/web/guest/logistica-reversa> > Acesso em: 23 mai. 2017.



CAPÍTULO 5

O FILME FEBRE DO RATO UMA ANÁLISE DO DISCURSO COM ÊNFASE SOB AS NO ABANDONO POLÍTICO E FALTA DE SANEAMENTO BÁSICO

Gelbis Martins Agostinho
Luciana de Oliveira Silva
Ralph de Araujo Stellet
Aline Peixoto Vilaça Dias
Eliana Crispim França Luquetti
Carlos Henrique Medeiros de Souza
Sérgio Arruda de Moura

RESUMO


Em meio a uma cenário remetendo à periferia, um local abandonado politicamente, sem moradias decentes, saneamento aparentemente escasso, se dá o desenrolar do filme "A febre do rato" (2011), obra de Claudio Assis. A partir da análise deste filme o presente estudo teve como objetivo discutir o abandono político e a falta de saneamento básico sob uma perspectiva da análise do discurso sob a perspectiva cronotopia e carnavalização. O embasamento teórico foi embasado em Bakhtin. Sobre a cronotopia segundo esse autor todo contexto possui um contexto que envolve aspectos de espaço e tempo. Já sob a perspectiva de carnavalização fez uma estudo verificando as ironias presentes no filme.

PALAVRAS-CHAVE: Saneamento básico, Análise do discurso, Febre do rato, carnavalização, cronotopia.

INTRODUÇÃO

A partir do filme "Febre do rato" (2011) busca-se trazer uma discussão levando em conta as características do cenário como local periféricos, fundo do quintal indo de encontro para o rio. A remissão do filme ao lugar insalubre, que origina a crítica, a paródia, e a carnavalização. O filme tem como centro a vida do poeta e anarquista Zizo (interpretado por Irandhir Santos) responsável por distribuir e organizar o jornal independente chamado "Febre do Rato", local onde publica poesias, em sua maioria com conotação crítico-política.

Diante desses apontamentos, o presente estudo teve como objetivo discutir o abandono político e a falta de saneamento básico sob uma perspectiva da análise do discurso. Com o filme busca-se discutir o problema do saneamento básico a partir das imagens do filme, para isso utilizou-se da cronotopia nas perspectivas de Bakhtin. A tese sustentada aqui é de que a falta de saneamento e do descaso com as políticas públicas está na origem da crítica paródica, que é o motor do filme.



O filme também foi analisado sob uma perspectiva de carnavalização, com base nos apontamentos de Bakhtin. Nesse momento dedicou-se a analisar as falas de Zizo e seus aspectos irônicos que remetiam a poluição e possíveis fatores relacionados a saneamento básico, dejetos humanos.

O SANEAMENTO NO BRASIL, UMA DE SUAS CHAGAS, PRESENTES NA POBREZA, GERADORA DE POBREZA E GASTOS COM DOENÇAS

Por definição, saneamento básico é o conjunto de medidas que buscam preservar ou alterar as condições ambientais a fim de evitar doenças e proporcionar saúde, melhorar a qualidade de vida das pessoas (BRASIL, 2012).

A necessidade do saneamento pelas sociedades se modifica e se intensifica ao longo do tempo. Alguns povos da Antiguidade buscaram sanear suas necessidades mais básicas. Com isso, observa-se o cuidado com a saúde da sociedade não é algo apenas contemporâneo, mas sim milenar. Os estudos de Rezende e Heller (2002) indicam que áreas da cidade de Nippur na antiga Babilônia em 3750 a.C., possuíam galerias de esgoto bem definidas. No Egito antigo, por volta de 2750 a.C., o palácio do faraó Chéops detinha tubulações destinadas ao saneamento da realeza. Ademais atribuem que as civilizações greco-romanas guiavam-se pelo senso lógico onde conseguiam observar o paralelo entre a falta de saneamento com o aumento de doenças.

No Brasil, discretos avanços do saneamento básico têm sido observados a partir do final do século passado, porém esse setor e como os demais setores relacionados às demandas da população, tornam-se vítimas da instabilidade política e fragilidade das políticas públicas voltadas para as classes mais vulneráveis da sociedade (NUNES, DIAZ, 2020).

Pontua-se que desde 1950 até o final do século XX o investimento no saneamento básico no país foi pontual, em períodos específicos, destacando-se 1970 e 1980. Em detrimento de tal situação o Brasil ainda encontra-se em um grande desigualdade relacionada à coleta e tratamento de esgoto, onde tal situação é mais comum ainda em locais periféricos (LEONETI et al., 2011). Nessa mesma perspectiva Santos et al. (2018, p.242) enfatiza que:

No Brasil, o déficit no acesso aos serviços básicos atinge principalmente as populações mais carentes que se concentram em favelas, nas periferias das cidades e nas áreas rurais. A inexistência ou ineficácia de serviços de saneamento favorece ao agravamento da saúde e da qualidade de vida da população. Assim, a insuficiência de investimento neste setor interfere de forma negativa no sistema econômico, com gastos elevados para combater as enfermidades propagadas devido às condições sanitárias inadequadas. (SANTOS et al., 2018, p.242)



Teixeira et al. (2020) acrescenta que a falta de saneamento básico no território brasileiro colabora para o surgimento de morbidades e até de mortes, principalmente de doenças ligadas à pobreza como as parasitoses intestinais.


A falta de saneamento básico é responsável por diversas enfermidades tais como: Cólera, febre tifoides, Leptospirose, Giardíase, Amebíase dentre outras parasitoses. Esses problemas podem refletir diretamente no aprendizado da criança até mesmo nas atividades do trabalhador. Em 2009 o custo de uma internação no Sistema Único de Saúde (SUS) era de cerca de R\$ 350 em média e conseqüentemente uma despesa de R\$ 161 milhões/ano. Problema esse que poderia ser reduzido com a implantação de saneamento básico. O que culminaria na redução dos casos e também reduziria o custo para o SUS (BRASIL, 2012).

Durante o governo do ex-presidente Luís Inácio Lula da Silva em 2007, foi aprovada a Lei Federal nº 11.445 que estabelece normas para o saneamento básico e tem como princípio fundamental a defesa da saúde pública, segurança de vida, proteção ao meio ambiente, adequação a particularidades locais, planejamentos de desenvolvimento urbano e regional, e o combate à pobreza (BRASIL, 2007).

Segundo Santos et al. (2018) a Lei Federal nº 11.445 foi um grande avanço no cenário caótico brasileiro. Essa lei promoveu a articulação entre as esferas de governo e possibilitou a participação da população proporcionando a universalização desse serviço.

Outro marco legal ocorrido no início de 2020, o governo vigente de extrema direita, sob tímido desenvolvimento e forte oposição, impõe novo marco regulatório do saneamento. A implementação da Lei 14.026 que abarca um acervo de regulamentações com o objetivo de instituir melhorias às condições de saneamento básico no Brasil estabelecendo novas metas de como dar acesso à coleta de esgoto a 90% da população até 2033 (BRASIL, 2020). Porém, essa realidade mostra-se ainda distante, uma vez que em 2021 o Brasil ainda possui pouco mais de 100 milhões de pessoas acesso a rede de esgoto, ou seja, aproximadamente 50% da população (IBGE, 2021).

Miranda (2014) ressalta em seus estudos que o saneamento básico na cidade de Recife, capital do estado de Pernambuco, existe um descompasso entre o crescimento demográfico e a entrega de serviços de saneamento para a população em geral. Além disso, o autor ratifica que os investimentos públicos voltados para o saneamento básico urbano, entre 2006 e 2013, foram insuficientes para atender de forma adequada os cidadãos recifenses.



O Filme “A febre do rato” de Claudio Assis, lançado em 2012, reforça os apontamentos de Miranda (2014) e traz nas cenas de longa-metragem que a partir do cenário às margens do rio Capibaribe e das falar de Zizo (personagem principal), explicita a escassez de saneamento básico na periferia de Recife. Esses apontamentos estão bastante presentes nos estudos de Vasconcelos Júnior et al. (2013).

ANÁLISE DO DISCURSO A PARTIR DA CRONOTOPIA

Cronotopo é um conceito originário da área da matemática e inserido na “base da teoria da relatividade”. Esse conceito é levado por Bakhtin para a área da estética com a finalidade de compreender o discurso romanesco (ROHLING, 2020, p. 5224). Nas perspectivas de Bakhtin cronotopo é:

(...) interligação essencial das relações de espaço e tempo, em que pese a inseparabilidade do espaço e do tempo. Nessa relação, há um processo de assimilação do tempo e do espaço históricos reais e do homem histórico e real que neles se revela, e esse processo transcorre de modo complexo e descontínuo (ROHLING, 2020, p. 5224).

Para Amorim (2006) “o cronotopo em literatura é uma categoria da forma e do conteúdo que realiza a fusão dos índices espaciais e temporais em um todo inteligível e concreto.” Segundo Bakhtin (1988, p. 282) todo contexto possui tempo e espaço, a essa relação tempo-espaço denomina-se cronotopo. “Trata-se de uma ligação particular do homem e de todas as suas ações e peripécias com o mundo espaço-temporal” .

Para Salvador (2018) o cinema (gênero artístico-narrativo) compartilha características com o romance, “mas parece ter a possibilidade de assimilação e representação do espaço e do tempo por meio de recursos muito próprios a esta linguagem artística”. Rohling (2020, p. 5224) acrescenta que:


Nessa relação, há um processo de assimilação do tempo e do espaço históricos reais e do homem histórico e real que neles se revela, e esse processo transcorre de modo complexo e descontínuo (ROHLING, 2020, p. 5224).

A autora esclarece que a relação espaço tempo não é apenas a descrição cronológica, mas também os acontecimentos. Sendo assim a cronotopia, para Bakhtin:

(...)pondera que é preciso ler os índices do curso do tempo. Tudo aponta para o tempo em movimento, desde as manifestações do tempo na natureza (o movimento do sol, das estrelas, o canto dos pássaros, etc.) até as realizações humanas, que evidenciam as marcas do tempo histórico (a criação das cidades, ruas, obras de arte, técnicas, organizações sociais) (ROHLING, 2020, p. 5224).

Sobre usar filmes para aplicar a cronotopia, na perspectiva de Burch (1973, p. 12):

Do ponto de vista formal, um filme é uma sucessão de fatias de tempo e de fatias de espaço. A planificação é portanto a resultante, a convergência de uma planificação no



espaço (ou antes uma série de planificação no espaço) realizada no momento da filmagem, e de uma planificação do tempo prevista em parte na filmagem e culminada na montagem. (BURCH, 1973, p. 12).

Retomando os estudos de Salvador (2018) verifica-se que o filme em sua estrutura apresenta espaço e tempo possibilitando assim a realização de uma análise cronotópica. No filme “Febre do rato” (2012), obra de Cláudio Assis, ao analisar o espaço onde ocorre a trama protagonizada por Zizo (interpretado por Irandhir Santos), verificou-se ser um local periférico. Casas pouco estruturadas, um quintal com ar de cortiço. Um rio aparentemente poluído. O que demonstra ser o local de despejo de esgoto. Pois as águas tinham aparência de poluída, muitas casas com o rio o que inviabiliza até mesmo a possível construção de uma fossa séptica.

Nesse cronotopo estão a falta de saneamento e também o abandono político. Esse abandono é bastante evidenciado até mesmo pelos atos de Zizo, no entanto não com ênfase em saneamento. Conforme mencionado por Guidotti (2016, p.2) “Zizo também utiliza sua poesia como manifestação política, como podemos ver em suas caravanas pela cidade e nas poesias dedicadas ao povo” .Para tanto o discurso aqui descrito é pautado na afirmação de Agamben (2009, p. 13) como sendo:

[...] qualquer coisa que tenha de algum modo a capacidade de capturar, orientar, determinar, interceptar, modelar, controlar e assegurar os gestos, as condutas, as opiniões e os discursos dos seres viventes. (AGAMBEN, 2009, p. 13).

Além disso, o tema saneamento básico e descaso político pode ser considerado o objeto desse discurso, pois o filme relata a trajetória de um morador da periferia. Essas preocupações políticas são evidentes em um dos seus poemas escrito no seu jornal, conforme descritos por Gomes Júnior e Costa (2016, p.41). ao referirem-se às falas de Zizo no filme:

Os sapatos velhos
Estavam encostados sobre a pia
No fundo do quintal
Onde ratos iam e viam
Levando a parte fenomenal da comida apodrecida
Os sapatos velhos sob a pingueira suja do ralo
Vomitados pelas porcas que moram logo ali ao vosso lado
Não vejo a hora de te impor a minha espada
Não com a força bruta da esgrima
Mas com a fúria impiedosa da macacada (GOMES JÚNIOR, COSTA, 2016, p.41).

Com os dizeres desse jornal evidencia-se a realidade do local, as desigualdades sociais. Em outro momento de fala, Zizo deixa nas entrelinhas de seu poema que o local onde reside tem mau cheiro, o que deixa entendido novamente a falta de rede de esgoto.

Vocês aí dos prédios
Vocês sabem o cheiro que essa cidade tem?
Pois eu lhes digo que o cheiro dessa cidade
É o cheiro do mangue
Vocês aí dos prédios

Vocês sabem o barulho que essa cidade tem?
Se não sabem eu lhes digo
Que o barulho dessa cidade é o tamanco das
lavadeiras de Casa Amarela
Vocês aí dessas pontes
Vocês sabem o gosto que essa cidade tem?
Se não sabem eu lhes digo
Que o gosto é o gosto das putas abandonadas do cais (GOMES JÚNIOR, COSTA,
2016, p.44)

Zizo manifestava-se sempre declamando, esse seu comportamento pode ser visto como uma forma de eternizar tanto a poesia quanto o descaso público. Imagens iniciais do filme (Figura 1) retomam mostram essa dualidade entre Olinda central e a periférica.

Figura 1: Cenário do início do filme.



Fonte: (GOMES JÚNIOR, COSTA, 2016, p.45).

A partir das imagens anteriores verifica-se os seguintes microcronotopos: Recife da elite; Recife da periferia. As imagens da cidade, com prédios, deixa a entender que os sujeitos desse espaço tem acesso a saúde, e as necessidades básica são devidamente expostas. Por outro lado, as casas construídas de tábuas, à beira do rio, remetem a periferia, um local afastado do centro. Ambas locais indicam cárceres, só que com situações e realidades totalmente distintas, uma com construções adequadas e outra com casas construídas com madeira, um isolamento entre as classes. Nesses isolamentos não existe uma homogeneidade.

Outro ponto que demonstra um descaso político com a cidade e resquícios de um rio poluído, o que remete à falta de saneamento é o conversar de Zizo com pescadores ao ir colar cartazes. Isso é nítido no trecho referente ao filme expresso por Escallier e Dias (2018). É relatado que Zizo vai fazer conversa com pescadores e colar cartazes anarquistas por baixo das pontes, local onde ratos estão junto de catadores de caranguejos e de pescadores.



A FEBRE DO RATO: A CARNAVALIZAÇÃO PRESENTE NA OBRA DO CLAUDIO ASSIS

O conceito de carnavalização foi apresentado e contextualizado por Mikhail Bakhtin, em 1960, em sua obra sobre estudos culturais sobre a Idade Média. Ele analisou o contexto e narrativas do Rabelais, a partir daí ele construiu o conceito de carnavalização e começou a aplicar em outras obras. Hoje a carnavalização pode ser aplicada a outros contextos. Bakhtin vislumbra o carnaval em suas raízes primitivas (POKULAT, 2012). Sobre os aspectos do carnaval Bakhtin (2005, p. 122-123) explica o seguinte:

O carnaval é um espetáculo sem ribalta e sem divisão entre os atores e espectadores. No carnaval todos são participantes ativos, todos participam da ação carnavalesca. Não se contempla, e em termos mais rigorosos, nem se representa o carnaval, mas vive-se nele, e vive-se conforme as leis enquanto estas vigoram, ou seja, vive-se uma vida carnavalesca. Esta é uma vida desviada da sua ordem habitual, em certo sentido é uma 'vida às avessas' um 'mundo invertido'. (BAKHTIN, 2005, p. 122-123).

Pokulat (2012, p. 54) chama atenção para o fato de que o carnaval como festa popular não é fenômeno literário. O que Bakhtin fez foi trazer os transpor aspectos dessa festa para sua teoria. Para ter a carnavalização de uma obra faz-se necessário, risos desmistificar e simplificar situações sérias, amena e problemas. Além disso é marca da carnavalização a ironia aos poderosos ou os considerados de nível mais hierárquico. O autor menciona que a análise nessa perspectiva reuniu-se, "então, a negação através da zombaria e da gozação à afirmação que é a alegria." Transpondo esses apontamentos e analisando o filme "A febre do rato" (2011), são notáveis ironias. Isso é nítido no trecho onde ele fala que vê lama no mangue, da sujeira e ironiza a fome não é vista.

Quanto mais lama, mais caranguejo? É isso mesmo? Pescador: – Mais. Aparece mais. Zizo: – Mas é que quando eu olho daqui eu só vejo lixo, só vejo sujeira. É a fome, né não? Josué que tinha razão. Josué de Castro. O homem que produz a merda, que suja o mangue, que nasce o caranguejo, que é comido pelo homem, que produz a merda, que suja o mangue, que nasce o caranguejo, que é comido pelo homem, que produz a merda. É isso mesmo, entendi? Chico, emprestatua ciência pra eu poder entender. A tua ciência pra esclarecer. Manda pra cá pra gente ver. (POKULAT, 2012, p. 54).

Essa sujeira mencionada no trecho é mais que falta de saneamento, é metafórica, sujeira política, que construiu a sujeira. Carnavalização é como alguns pontos de festas carnavalescas entram na literatura e impactam os gêneros literários. Um dos pontos é que no momento do carnaval alguns aspectos sociais são deixados de lado, como classe hierárquicas, castas sociais. Todos envolvidos no carnaval interagem em algum ponto de igualdade (SILVA, COSTA, 2020). Bakhtin (1999, p.6) segue explicando que:

Os espectadores não assistem o Carnaval, todos eles o vivem, porque, por sua qualidade mesma, o Carnaval é feito para o conjunto do povo. Durante todo o período



carnavalesco, ninguém conhece outra vida senão a do Carnaval. Impossível escapar, o Carnaval não tem fronteiras espaciais. Enquanto dura a festa, só se pode viver conforme suas leis, isto é, conforme as leis da liberdade” . (BAKHTIN (1999, p.6).

Por fim, vale ressaltar que no estudo de Vasconcelos Júnior et al. (2013) há um trecho citado por Zizo no filme onde pode ser analisado sob a ótica da carnavalização:

O satélite é a volta do mundo, abismo de coisas medonhas, pessoas que ladram seus sonhos, enfeites de cores errantes... Cálida vizinha e princesa magra e sua sã loucura, grita de alegria, subúrbio! Chora de medo o planeta. Medidas em saias bem curtas. bonecas, ladrões, pernetas... Mundo abismo, grande mundo. Logo ali, por trás do mangue, descansa a insônia, a faca, o serrote, o sexo, o sangue Abismo, mundo escuro profundo buraco, lateja o fardo de tuas ruas, lateja o grito ruminante. Gritos de “não”, mundo e abismo. Gritos de “não”!Para o meu abismo mundo. (VASCONCELOS JÚNIOR et al., 2013, p.10).

No trecho supracitado verifica-se aspectos de ironia com o espaço onde Zizo reside, o descanso que o mangue possui. Além disso, verifica-se a menção a desigualdade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma ressalta-se que o filme "A febre do rato" (2011), apresenta diversas perspectivas que podem ser exploradas como pobreza, abandono político, aspectos anarquistas, diferença de classes sociais. Atendendo ao que foi proposto inicialmente para o presente estudo constatou tal situação do saneamento é bastante precária no Brasil, principalmente em locais periféricos, sendo responsável inclusive por diversas doenças.

Transpondo a realidade de falta de saneamento atrelados a pobreza, problemas periféricos presentes no filme e realizando uma análise de discurso com cronotopia constatou a partir das falas do personagem principal, o Zizo, ao recitar poemas, suas conversas e o próprio cenário induzem o espectador de que o local não tem o devido saneamento básico. Nesse aspecto verifica-se o descaso político e uma possível justificativa para o comportamento do Zizo.

Por último, foi realizado uma análise do discurso com base na carnavalização e neste foram analisadas algumas falas do personagem que demonstravam ironia com a realidade vivenciada. Inclusive em seus dizeres foram nítidos a menção a problemas ambientais e possíveis poluições que estão atreladas a falta de saneamento, principalmente em sua fala onde ele usa o termo “merda” ao se referir aos excrementos humanos. Para evitar que esses dejetos sejam despejados em rios e mangues é preciso de um saneamento básico adequado.



REFERÊNCIAS

ALENCAR, I. Z.; VIANA, V. R.; MALHEIRO, D. R. **Ausência de saneamento básico e sua relação com a diarreia em crianças no nordeste brasileiro, nos anos de 2007 a 2019**: Uma revisão de literatura. n. 22, p. 14, 2019.

AGAMBEN, G. **O que é um dispositivo?** In: AGAMBEN, G. **O que é o contemporâneo? e outro ensaios**. Trad. Vinícius Nicastro Honesko. Chapecó, SC: Argos, 2009.

AMORIM, Marília. **Cronotopo e exotopia**. In: Brait, Beth (org.) **Bakhtin e outros conceitos-chave**. São Paulo: Contexto, 2006.

BAKHTIN, M. **Formas de tempo e de cronotopo no romance** (Ensaio de poética histórica). In: **Questões de literatura e de estética**. São Paulo: Hucitec, 1988.

BARROS, Rodrigo. **A história do saneamento básico na Idade Antiga**. Rodo inside, 3 de dezembro de 2014. Disponível em: <http://www.rodoinside.com.br/historia-saneamentobasicona-idade-antiga/>. Acesso em: 05 jun. 2021.

BAKHTIN, M. **A cultura popular na Idade Média e no Renascimento**: o contexto de François Rabelais. São Paulo: Hucitec, 1999.

BATISTA, Mônica. **Manual do saneamento básico - entendendo o saneamento básico ambiental no Brasil e sua importância socioeconômica**. Estante: Diversos. 2012. Disponível em: <https://www.terrabrasil.org.br/ecotecadigital/index.php/estantes/diversos/2831-manual-do-saneamento-basico-entendendo-o-saneamento-basico-ambiental-no-brasil-e-sua-importancia-socioeconomica>. Acesso em: 22 jun. 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília, DF: Presidência da República, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm. Acesso em: 16 jun. 2021.


BRASIL. **Lei nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/14026.htm. Acesso em: 16 jun. 2021.

BURCH, Noel. **Praxis do cinema**. Lisboa: Editorial Estampa, 1973.

CASTRO, G. DE; HOLANDA, R. O imaginário e a poesia urbana: Limiares do espaço urbano em 'A Febre do Rato'. **Revista Estética e Semiótica**, v. 6, n. 1, 19 jul. 2016.

GOMES JR, Gervásio Hermínio; BRAGA, Maria Helena; DA COSTA, Vaz. Intertextualidade na paisagem: A cidade filmica de Recife em Febre do Rato. **GEOgraphia**, v. 20, n. 44, p. 36-50, 2018.

GUIDOTTI, Flávia Garcia. **Poesia e política em Febre do Rato: aproximações radicais**. In: XXXIX Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação. São Paulo, 2016



IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . **Censo Brasileiro de 2021**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso em: 20 jun. 2021.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua; PRADO, Eliana Leão do; OLIVEIRA, Sonia Valle Walter Borges de. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.

LINDOSO, Nuno Camilo Balduce. Uma reflexão antropológica sobre memória urbana a partir do filme Febre do Rato. Dissertação (Mestrando no PPG em Antropologia Social da UFAL). **Revista internacional de arte e antropologia das imagens**. N.º3. 2018.

MIRANDA, GEORGIA CAVALCANTI ALVES. **SANEAMENTO BÁSICO NA CIDADE DO RECIFE**: entre a idealidade do planejamento e a realidade da execução. Dissertação: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - Programa De Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano. Recife, 2014.

NEVES, M. V. DA S. A mulher, a casa, a morte: Dialogismo e Cronotopo no filme foi apenas um sonho. 6 dez. 2018.

NUNES, L. DOS R.; DIAZ, R. R. L. A evolução do saneamento básico na história e o debate de sua privatização no Brasil. **Revista de Direito da Faculdade Guanambi**, v. 7, n. 02, p. e292–e292, 17 dez. 2020.

PAGANINI, W. DA S.; BOCCHIGLIERI, M. M. O Novo Marco Legal do Saneamento: universalização e saúde pública. **Revista USP**, n. 128, p. 45–60, 6 maio 2021.

POKULAT, Luciane Figueiredo. **A teoria da carnavalização em confissões de Ralfo: uma autobiografia imaginária**. *Literatura em Debate*, v. 6, n. 11, p. 53-67, 2012.

REZENDE, Sonaly Cristina; HELLER, Léo. **O saneamento no Brasil: Políticas e interfaces**. Belo Horizonte: UFMG, 2002.

ROHLING, Nívea. **Cronotopo pandêmico e a produção de imagens corpóreas: reflexões inacabadas**. *Fórum Linguístico*, v. 17, n. 4, p. 5221-5231, 2020.

SANTOS, Fernanda Flores Silva et al. O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, 2018.

SILVA, Alissa de Sá Alves; DA COSTA, Terezinha Andrade. Processos de carnavalização da literatura: sentidos e discurso. **Policromias-Revista de Estudos do Discurso, Imagem e Som**, v. 5, n. 2, p. 714-722.

TEIXEIRA, Phelipe Austriaco et al. **Parasitoses intestinais e saneamento básico no Brasil: estudo de revisão integrativa**. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 5, p. 22867-22890, 2020.

VASCONCELOS, J. et al. **Hierópolis: o sagrado, o profano e o urbano**. In: II Encontro Cearense de Geografia da Educação – Fortaleza, 2013.



CAPÍTULO 6

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E SITUAÇÃO FLORESTAL ATUAL DAS NASCENTES NA SUB-BACIA DO RIO DOS MONOS, EM BARRA DO CHOÇA-BA³

Deborah Luiza Teles dos Santos
Victor Lima Souza
Jacson Tavares de Oliveira

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de analisar a caracterização morfométrica e a situação florestal atual das nascentes na sub-bacia do rio dos Monos, a partir de imagens de satélites. Neste trabalho, foi implantado um SIG através do *software MapViewer*, a base cartográfica para a execução dos trabalhos veio de imagens de satélite das plataformas *Google Earth* e *SASPlanet* e o Modelo Digital de Elevação foi obtido a partir de imagens 12 X 12m da plataforma *Alaska Satellite Facility-NASA* (satélite Alos Palsar) no *software Global Mapper*. A área de estudo deste projeto faz parte do principal sistema de abastecimento urbano de Vitória da Conquista, Barra do Choça, Planalto e Belo Campo, uma vez que se trata da única fonte de captação de água para mais de 380 mil habitantes, numa região em que as reservas hídricas são escassas. Os resultados mostraram que o mapeamento das nascentes auxilia o acompanhamento dos fatores de degradação em que elas se encontram e viabiliza o implemento das ações corretivas. Além disso, o nível de preservação das nascentes está relacionado ao uso do solo e ocupação urbana no seu entorno.

PALAVRAS-CHAVE: Mata Ciliar; Geoprocessamento; Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas funcionam, naturalmente, como um sistema em equilíbrio dinâmico e são afetados pelo contínuo fluxo de matéria e energia que permeia o ambiente físico. Entretanto, as ações antrópicas promovem interferências na escala de ajustes dos processos naturais num ritmo superior à capacidade de regeneração da natureza, tendo como consequência direta a degradação dos sistemas ecológicos (BRAGA, 2005).

Considerar a bacia hidrográfica como unidade de análise não significa que o estudo ficará limitado aos aspectos internos do polígono formado pela delimitação da área de trabalho. Fatores econômicos, políticos e culturais constituem uma externalidade que precisa ser levada em conta, já que a participação da atividade humana representa uma entrada ou input de energia no sistema.

³ Pesquisa realizada dentro do Programa Institucional de Iniciação Científica (PIBIC), no âmbito do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), com bolsa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB).



A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um procedimento executado nas análises hidrológicas e/ou ambientais, tendo como objetivo esclarecer questões sobre o entendimento das dinâmicas, locais e regionais, da infiltração, quantidade de deflúvio, evapotranspiração, e do escoamento superficial e subsuperficial associando a elementos físicos e bióticos de uma bacia hidrográfica. Esta caracterização serve como instrumento para aplicações quantitativas relacionadas aos recursos hídricos (SILVA *et al.*, 2014; FRAGA *et al.*, 2014), além de contribuir para os estudos geoambientais inter-relacionando os diversos elementos da paisagem e os processos que atuam na sua esculturação (NASCIMENTO, 2006).

Diante do exposto, o estudo de bacias hidrográficas reveste-se de grande importância, pois através da análise da caracterização morfométrica e da confecção de mapas temáticos da sub-bacia hidrográfica do rio dos Monos (SBHRM), no município de Barra do Choça-BA é factível verificar a situação florestal atual das nascentes por meio da utilização de imagens de satélite e trabalho de campo para determinação dos diferentes usos da terra, que devem estar em conformidade legal e, por extensão, em consonância com a qualidade dos corpos hídricos, principalmente, quando estas servem para o abastecimento de água.

A área de estudo faz parte da bacia de captação das barragens Água Fria I e II, principal sistema responsável pelo armazenamento de água e abastecimento urbano de Vitória da Conquista, Barra do Choça, Planalto e Belo Campo, além das localidades de Barra Nova, São Sebastião, José Gonçalves, Bate Pé, Pradoso e Iguá, situação que lhe confere um caráter estratégico regional, uma vez que se trata da única fonte de captação de água para mais de 380 mil habitantes, numa região em que as reservas hídricas são escassas.

Neste trabalho, as alterações na APP da área de estudo serão avaliadas mediante a implantação de um Sistema de Informações Geográficas (SIG), com a utilização de vários *softwares* para o trabalho com imagens de satélite e geração dos mapas de uso da terra nas nascentes e implantação do Modelo Digital de Elevação (MDE). Os resultados obtidos nesta pesquisa poderão servir de subsídios para a população, para o IFBA Campus de Vitória da Conquista, para demais órgãos públicos e proprietários de terras sobre a preservação dos recursos envolvidos — terra e água —, instigando-os a um planejamento que vise a sustentabilidade local.

REFERENCIAL TEÓRICO

Os rios representam um dos mais importantes agentes geológicos na natureza e desempenham um papel de grande relevância na mudança do relevo, nas condições ambientais



e na vida de muitos seres vivos (SUGUIO, 2003). Sendo a água o principal agente intempérico e erosivo, são os rios os grandes responsáveis no processo de transporte dos materiais intemperizados das áreas de mais alto relevo para as de baixo relevo até chegar aos mares (CHRISTOFOLETTI, 1980). Entre as principais interferências que estão relacionados na limitação dos rios de cumprir essa ação são a retirada da vegetação ciliar pelo desmatamento e atividades agropecuárias, como pelo uso da água e pela alteração do trajeto dos rios. Quando se trata do carregamento de sedimentos, o rio precisa de velocidade média (dependente da declividade), composição do material de origem, clima e superfície vegetal da bacia de drenagem, especialmente da mata ciliar imediatamente adjacente aos cursos de água. Estes fatores estão totalmente inter-relacionados e em pesquisas na área geomorfológica e hidrológica se torna difícil a compreensão dessa associação, uma vez que várias destas causas variam no espaço e tempo dentro da bacia de drenagem. Segundo Wang et al. (2005), quanto maior o estado de deterioração de uma mata ciliar menor sua eficiência em reter sedimentos, devido à sua menor capacidade de reduzir a velocidade de transporte de partículas, ou seja, menor controle hidrológico.

Matas ciliares


As Matas Ciliares podem ser compreendidas como faixas revestidas por vegetação, em forma de sistemas florestais próximos aos corpos d'água, ao longo dos quais podem ocupar vários metros desde a margem e exibir diferentes tipos de características na sua composição florística e na estrutura da comunidade biótica, a depender de como ocorrem as interações entre o ecossistema aquático e sua vizinhança (OLIVEIRA FILHO, 1994).

As zonas de mata ciliar possuem uma área consideravelmente diversificada, com diferentes estruturas graduais em seu solo, a exemplo, sua umidade. Em função disso, a fauna presente nesse meio ambiente é muito vasta e contém uma variedade de espécies, assim como de fungos e microrganismos.

Nascentes

As nascentes são consideradas como “o local da superfície topográfica onde emerge, naturalmente, uma quantidade apreciável de água subterrânea”. Os cursos d'água são alimentados por essas águas e que abastecem rios e podem beneficiar os animais, a vegetação e os seres humanos. Assim também podemos considerar que, “as nascentes são afloramentos do lençol freático, que, em seu acúmulo formam trechos de águas” (CALHEIROS et al., 2004).

Para Gomes e Valente (2005, p. 37):



Nascentes são as águas que emergem do solo, resultantes de um processo de infiltração e percolação de água das chuvas e de águas subterrâneas na estrutura do solo, que ao atingirem as zonas saturadas, são transmitidas lentamente através dos poros do solo, ou fraturas de rochas. São essenciais para a conservação dos recursos hídricos e responsáveis pela formação e manutenção dos canais fluviais.

O seu papel ambiental é importante para uma bacia hidrográfica, e promove benefícios sociais, econômicos e mantém a manutenção do ecossistema. O que requer cuidados de todos para que exerça o seu direito de ter um “meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” de acordo com o Art. 225 da Constituição Federal Brasileira, de 1988 (BRASIL, 1988).

Sistema de informações geográficas (SIG)

O Sistema de Informações Geográficas (SIG) pode ser definido como um conjunto de sistemas operacionais digitais, que tem a função de obter imagens, armazenar, fazer consultas, analisar e apresentar dados espaciais da cobertura terrestre (MAGUIRE et al., 1991).

O SIG pode ser considerado também como a integração de todos os softwares da cartografia digital e que vai além das possibilidades de executar integrações de dados. Pode ser usado como uma técnica de análise da dinâmica espacial ou da paisagem, e mesmo com seu uso integrador voltado a ações tecnológicas, não descarta os estudos das áreas reais (trabalho de campo) para uma melhor análise da área catalogada.

Com as aplicações do SIG, outros processos de georreferenciamento vem se abrangendo para os estudos de pesquisas como a crescente do Sensoriamento Remoto, que está sendo utilizada em métodos que relacionam esses dados com as bandas espectrais fornecidas pelo sistema (SOUZA, 1999).

O Sensoriamento Remoto é definido como diferentes técnicas que podem ser aplicadas em conjunto e visa a obter dados da superfície da terra como regiões, objetos, fenômenos, por meio de análises interativos da radiação eletromagnética com a superfície, os sensores utilizados são distantes ou obtidos remotamente (LERSCH, 2003).

Caracterização morfométrica

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos procedimentos principais para análises hidrológicas, e o seu principal objetivo é apresentar diferentes especificações para compreensão da localidade.



METODOLOGIA

Inicialmente, foi necessário fazer um estudo bibliográfico, bem como o levantamento de imagens de satélite, disponíveis gratuitamente nas plataformas *Google Earth* e *SASPlanet*, para subsidiar o mapeamento da área, com o intuito de conhecer como está a situação florestal das nascentes do rio dos Monos. Esses materiais foram utilizados para a elaboração dos *overlays* digitais sobre o quantitativo de floresta por meio do *software MapViewer 8.0*.

As características morfométricas foram analisadas a partir dos seguintes parâmetros: Coeficiente de Compacidade (Kc); Fator de Forma (F); Índice de Circularidade (IC); Densidade de Drenagem (Dd). A ordem dos cursos d'água foi classificada conforme a metodologia de Strahler (1957).

O Modelo Digital de Elevação foi obtido a partir de imagens 12 X 12m da plataforma *Alaska Satellite Facility-NASA*, do satélite Alos Palsar, de 17 de junho de 2015, disponíveis, gratuitamente, no site <<https://earthdata.nasa.gov/eosdis/daacs/asf>>; e o *software* utilizado para a manipulação das imagens foi o *Global Mapper*, no qual foi possível delimitar os limites da área de estudo a partir dos seguintes comandos:

- Geração das bacias hidrográficas, através da drenagem numérica a partir de um acúmulo de 100 células;
- Delimitação da sub-bacia do rio dos Monos, a partir de seu ponto mais baixo na confluência com o rio Água Fria em direção às áreas de montante, de maneira a caracterizar o caminho preferencial do escoamento superficial, com suavização da rede de drenagem, no sentido nascente-foz;
- Isolamento da sub-bacia do rio dos Monos, a partir dos comandos *digitizer tool* e *cropping*.

Após a delimitação e isolamento da sub-bacia do rio dos Monos, foram realizados os procedimentos para a análise da declividade e geração dos perfis topográficos, através dos comandos *slope shader* e *equal-value area creation*, com fatiamento a partir de 5,0 graus.

A partir da definição da rede hidrográfica, foi possível identificar o quantitativo e a situação florestal atual das nascentes, com a utilização de imagens de satélites disponíveis, gratuitamente, na plataforma *GoogleEarth*.

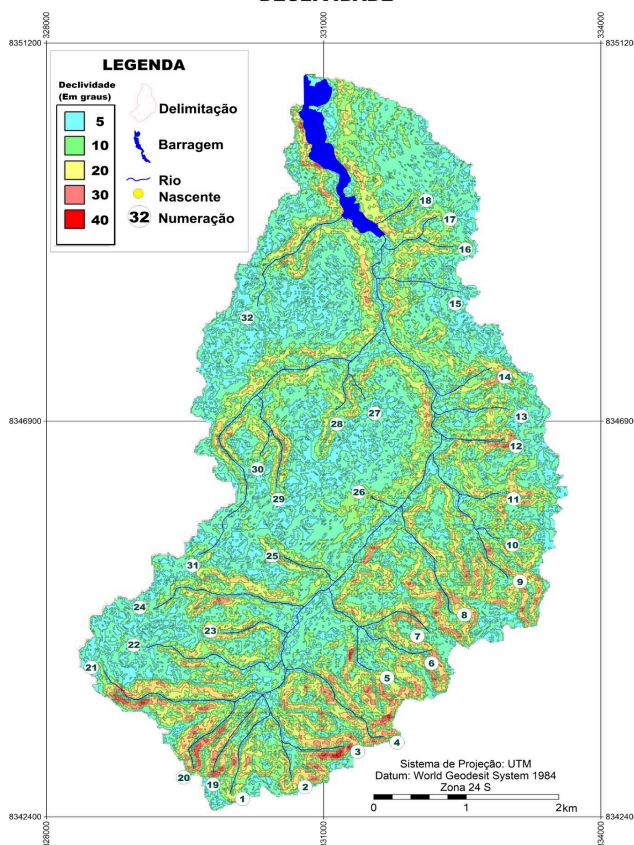
RESULTADOS E DISCUSSÕES

A utilização das ferramentas do SIG possibilitou a verificação dos dados sobre a morfometria, sendo identificado que a sub-bacia Hidrográfica do rio dos Monos apresentou uma área total de drenagem de 24,37 km², perímetro igual a 35,88 km e comprimento axial de 8,48 km.

A altitude mínima e máxima da sub-bacia hidrográfica foi de respectivamente de 825,26 e 974 m, sendo a altitude média de 874,43 m. A declividade máxima encontrada na área de estudo foi de 91,633% (42,5°); já a declividade média, 19,295 % (10,921°), de forma que a área está enquadrada no intervalo de (8 – 20%) classificado pela EMBRAPA como relevo Ondulado.

O mapa de declividade (Figura 1) apresenta variações de 5° a 40° (2,86% a 21,81%), onde as menores declividades estão localizadas na porção norte da barragem e as declividades mais acentuadas nas posições leste e sul da área da sub-bacia hidrográfica, notadamente nas nascentes montanas, atingindo 30° a 40°. A área da sub-bacia não possui declividades superiores a 45° e, portanto, não foram delimitadas áreas de APP relacionadas à declividade, pois não se enquadram nesse critério da legislação ambiental vigente.

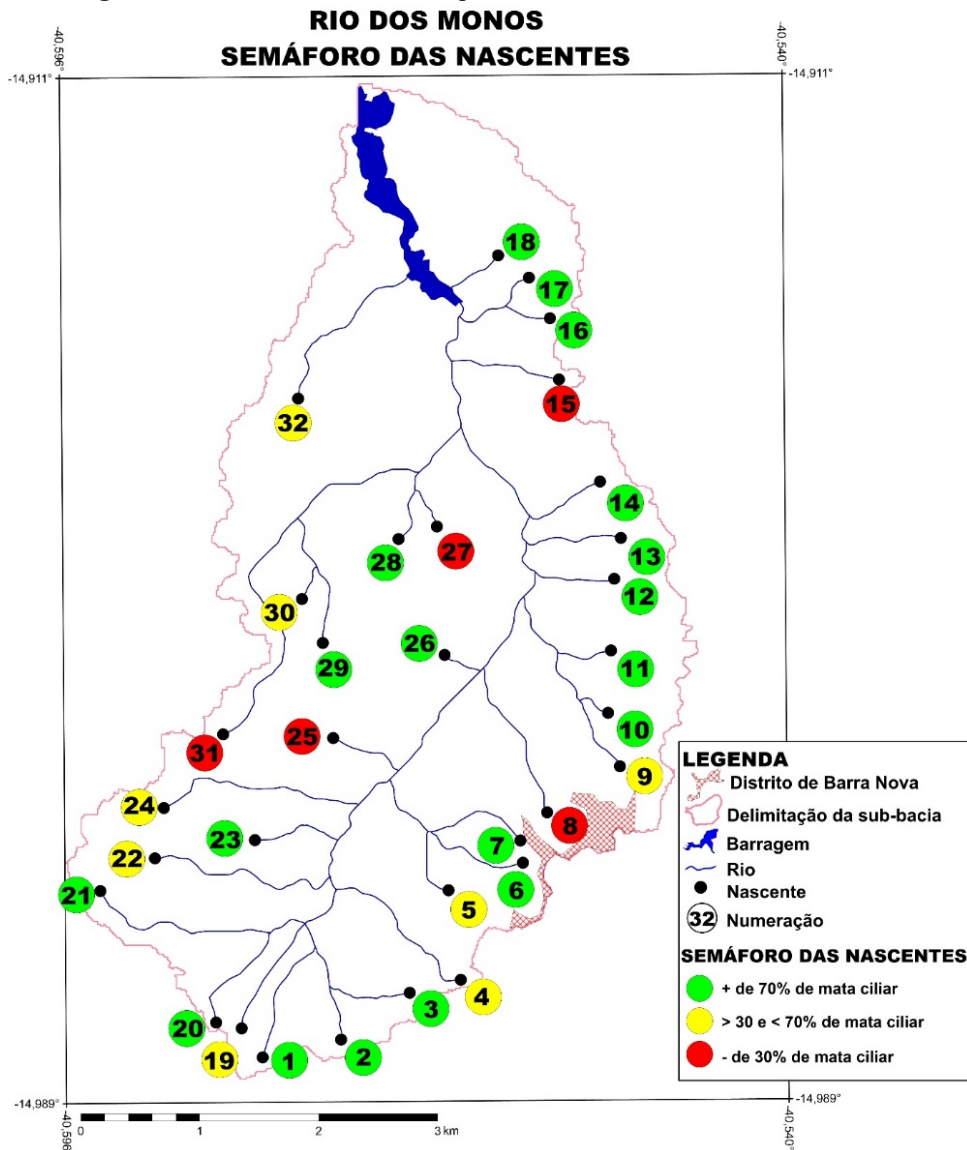
Figura 1 - Declividade da sub-bacia dos Rios dos Monos.
SUB-BACIA DO RIO DOS MONOS
DECLIVIDADE



Fonte: Autoria Própria

A utilização do SIG e suas ferramentas possibilitaram a quantificação, identificação e situação florestal atual das nascentes. Na região, foram encontradas e identificadas 32 nascentes e seus respectivos cursos d'água. Para uma melhor compreensão e visualização do nível de impacto da cobertura vegetal das nascentes do rio dos Monos foi confeccionado o mapa “Semáforo das Nascentes” uma metodologia apresentada por Rocha (2020, p.27), que faz referência ao semáforo utilizado pelo Sistema Nacional de Transito, com as cores, verde – siga, amarelo – atenção e vermelho – para. Essas mesmas cores são utilizadas no mapa e com um conceito voltado para o impacto causado na vegetação dessas nascentes, em que a cor vermelha identifica as nascentes com menos de 30% de mata ciliar, a cor amarela de 30 a 70% de vegetação e a cor verde nascentes acima de 70% de área preservada, como pode ser visto na figura 2.

Figura 2 – Semáforo das nascentes para a sub-bacia do rio dos Monos - 2019.



Fonte: Autoria própria.

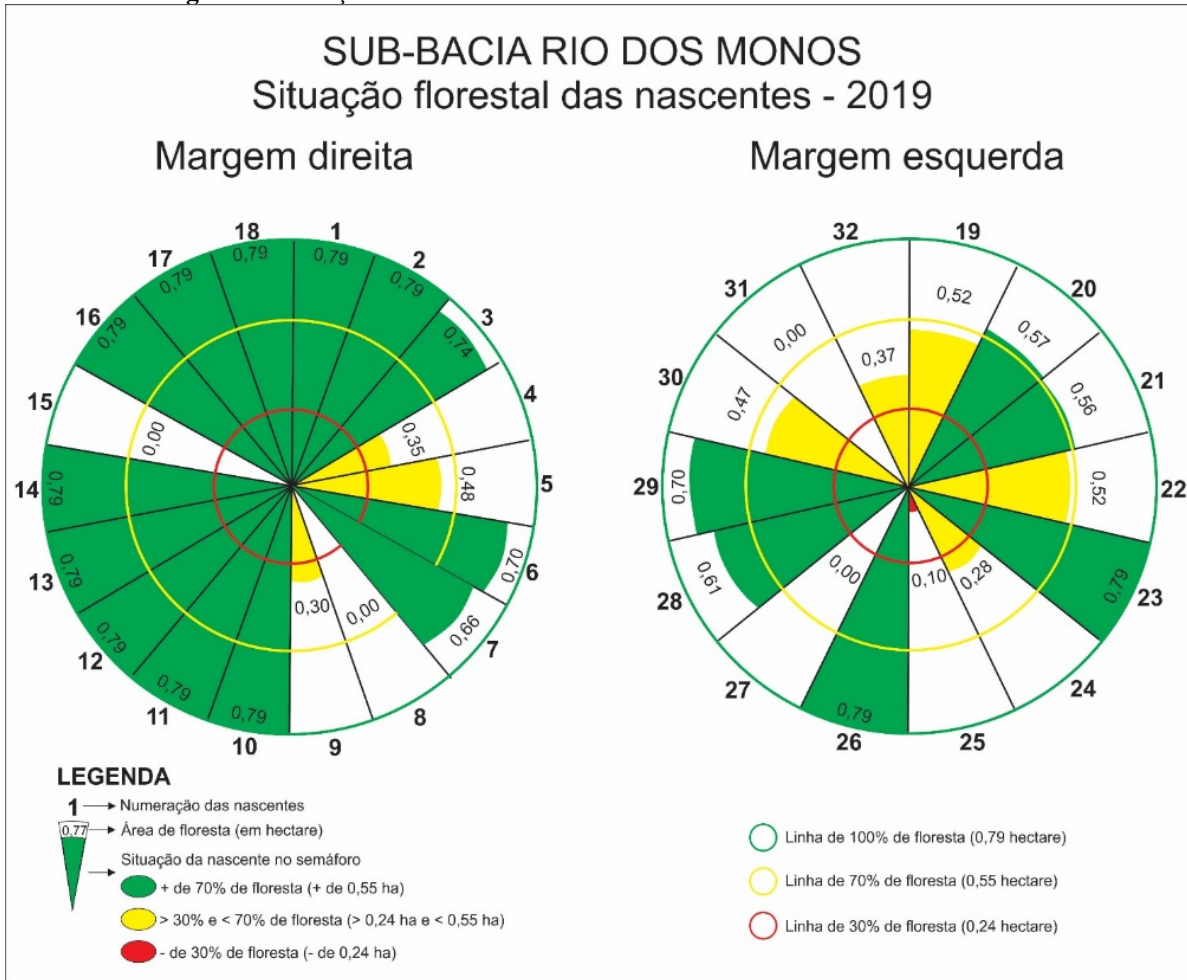


No semáforo das nascentes foi possível evidenciar que das 32 nascentes, apenas 19 se encontram com mata ciliar acima de 70%, sendo 8 na faixa de 30 a 70% e 5 com menos de 30%. Esses valores estão representados na figura 8.

Com os valores apresentados é perceptível que a sub-bacia do rio dos Monos apresenta uma margem considerável de degradação em suas nascentes, uma vez que, consideradas locais de APP, necessitam de preservação total de sua área. Considerando o Código Florestal vigente, que determina como APP um raio de 50 metros a partir do olho d'água de cada nascente, deveríamos ter 25,3 hectares de floresta preservados nessas áreas (32 x 0,79 ha). No entanto, os resultados desta pesquisa mostraram que existem apenas 17,4 hectares (68,9%) com a cobertura vegetal adequada, sendo que cinco nascentes (8, 15, 25, 27 e 31) apresentaram menos de 30% de mata ciliar (< 0,24 ha), o que compromete a manutenção do ecossistema local, uma vez que a falta de cobertura vegetal favorece os processos erosivos, diminui a capacidade de infiltração, aumenta o escoamento superficial e o assoreamento, podendo ter impactos negativos na quantidade e qualidade da água que chega ao leito principal do rio dos Monos e, conseqüentemente, à barragem de Água Fria II, vital para o abastecimento urbano da região.

A região tem predominância de práticas agrícolas e pecuárias sendo considerada como umas das principais atividades econômicas do local (SOARES, 2013). Para uma melhor representação de como está a cobertura da área de estudo foram utilizados dois gráficos dividindo as nascentes que se encontram à margem direita e as que se encontram à margem esquerda do rio dos Monos (Figura 3). Na margem direita, é possível observar que duas nascentes se encontram sem nenhum tipo de cobertura vegetal legal (8 e 15) e na margem esquerda as nascentes 27 e 31 também não possuem a vegetação determinada pelo Código Florestal.

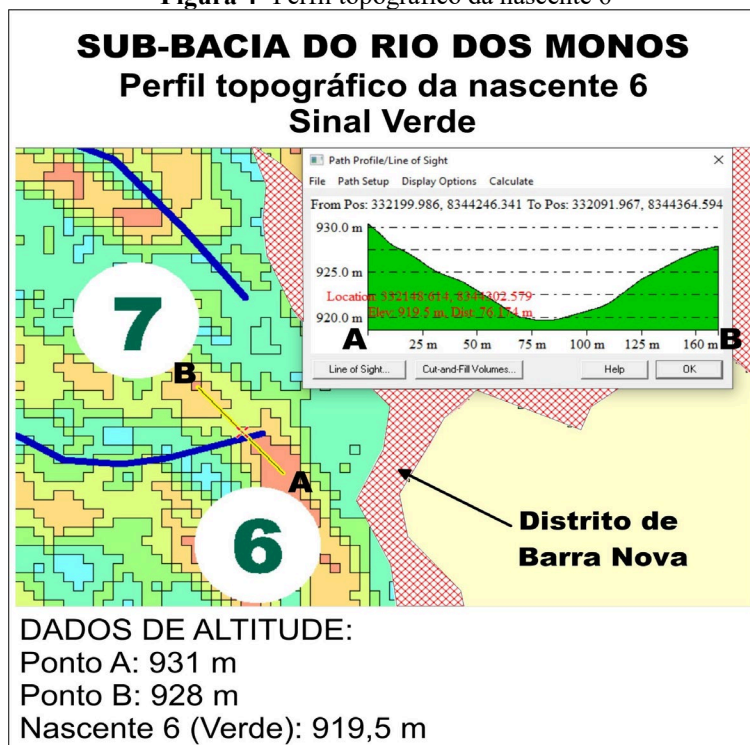
Figura 3 - Situação florestal das nascentes da sub-bacia do rio dos Monos - 2019.



Fonte: Autoria própria.

Analisando a Figura 4, no perfil topográfico A-B, a vertente correspondente a nascente 6 (ponto A) atinge uma altitude de 931 m, enquanto que o leito do rio (ponto B) atinge uma altitude de 928 m ao nível do mar, com isso tem-se uma diferença de altitude de 3 metros entre as vertentes B e A. Sua profundidade corresponde a 919,5 metros. Em relação a declividade, o topo da margem no ponto A é caracterizado por possuir uma declividade bem acentuada na faixa de extensão de 25- 50 metros e 100-160 metros no ponto B com declives de 10° a 20°. No caso da nascente 6, sua área total de 0,7 hectare corresponde à 89% de vegetação, o sinal verde sinaliza a maior preservação da vegetação dentre as 3 nascentes. Sendo assim, apesar da declividade que a nascente apresenta não houve implicações na vulnerabilidade da nascente.

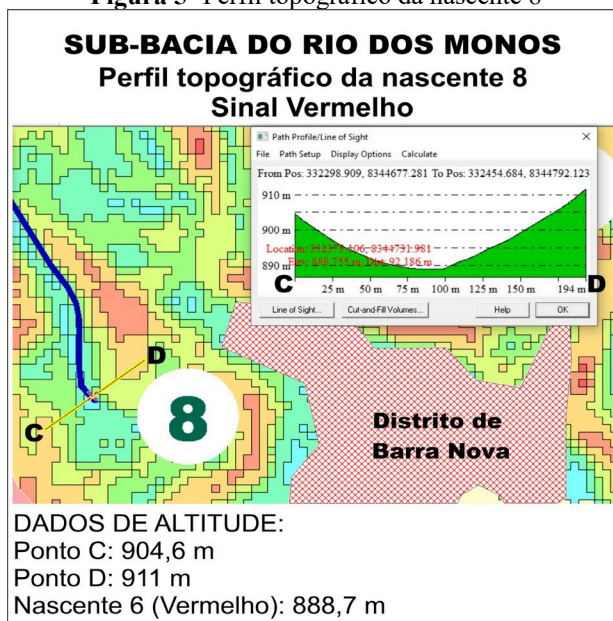
Figura 4- Perfil topográfico da nascente 6



Fonte: Autoria Própria

O perfil C-D corresponde a nascente 8, como pode ser observado na Figura 5, onde no ponto C corresponde a 904,6 metros, enquanto que o lado oposto o ponto D apresenta 911 metros. Logo, há uma diferença de 6,4 em relação à topografia do Rio de uma margem a outra, a profundidade se apresenta por 919,5 metros. Ao contrário do perfil topográfico A-B da nascente 6 (Figura 10), o perfil topográfico da nascente 8 (Figura 5) possui uma maior declividade, apresentando no ponto D um ângulo mais reto, e tendo profundidade de 888,7 metros, a nascente 8 possui uma declividade bem acentuada na faixa de 100-194 metros, indicando que a mesma está propícia a maiores perdas de solo, somente no topo da nascente. No ponto D percebe-se uma declividade de 30°, porém o resto da extensão em direção ao ponto C predominam declives mais suavizados com cerca de 10 graus de inclinação, esta nascente possui um grande potencial de erosão em seu topo, são variadas as causas que contribuem para sua vulnerabilidade, tais como a altitude e declividade elevadas, e a nascente possui um percentual de vegetação abaixo do recomendado, apresentando 0% de cobertura vegetal, estando totalmente suscetível às ações erosivas.

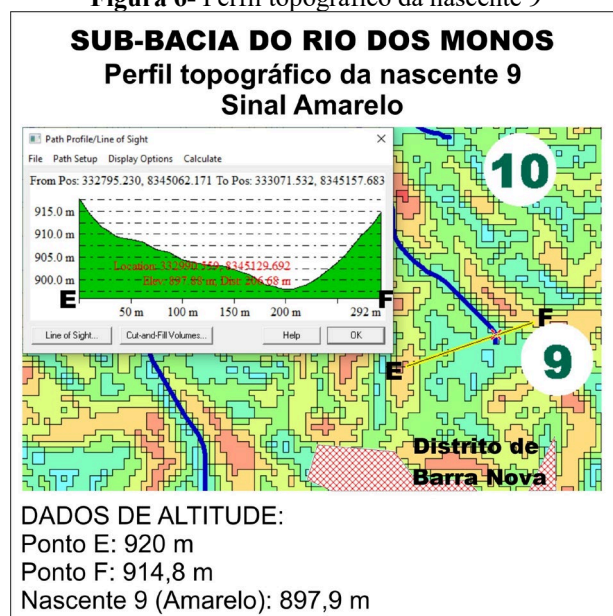
Figura 5- Perfil topográfico da nascente 8




Fonte: Autoria Própria

A nascente 9 (lado E-F) representada pela Figura 6 apresenta uma altitude de 920 metros no leito do rio no ponto E e o ponto F está localizado a 914,8 metros, com diferença de 5,2 entre as vertentes F e E, e profundidade de 897,9 metros. A declividade, o topo da margem no ponto A é caracterizado por possuir uma declividade na faixa de extensão de 50- 200 metros com declives de 10° a 20°. O perfil topográfico F-E possui declives irregulares em sua extensão, diferente das nascentes 6 e 8. A nascente 9 apresenta em sua área total 0,3 hectare o que corresponde à 38% de vegetação, o sinal amarelo alerta sobre a necessidade de uma maior preservação da vegetação.

Figura 6- Perfil topográfico da nascente 9



Fonte: Autoria Própria



Por conseguinte, as nascentes 8 e 9 apresentam maior declividade, logo a proteção e conservação das áreas com cobertura vegetal deverão ser maiores, para evitar uma maior quantidade de deposição de sedimentos, que caso aconteça o assoreamento, trará danos às nascentes, portanto é necessário medidas de proteção à esses corpos hídricos para restaurar as condições das nascentes. Portanto o resultado mostra o agravante que a declividade pode provocar para a devastação geoambiental, quando se apresenta ausência de vegetação, favorecendo os processos erosivos que provocam graves danos aos corpos d'água.

A declividade influencia as nascentes estarem sujeitas a ações erosivas, acarretando em lixiviação e assoreamento. De forma geral, das 32 nascentes estudadas, 13 apresentaram cobertura florestal legal abaixo de 70%, mostrando uma vulnerabilidade à erosão e acúmulo de sedimentos. Essas áreas de extrema importância determinam a continuidade de rios e corpos d'água e a mata ciliar faz a proteção essencial para a permanência.

Assim, em linhas gerais a análise morfométrica demonstrou que a sub-bacia do rio dos Monos oferece menor risco para ocorrência de enchentes, mas os dados da declividade e da situação florestal das nascentes alertam para a situação de risco de assoreamento ao qual está submetido o lago de Água Fria II, com reflexos na produção de água em quantidade e qualidade, bem como à manutenção dos ecossistemas e da biodiversidade regional, sendo urgente a intensificação da fiscalização ambiental e elaboração/execução de projetos de recuperação das matas ciliares das nascentes e dos rios, viado à uma gestão integrada e participativa dos recursos hídricos, envolvendo o Estado, os usuários locais/externos e a comunidade regional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sub-bacia do rio dos Monos apresentou uma altitude média de 874 m e a densidade de drenagem de 1,74 km/km², enquadrando-se na faixa média, com uma quantidade razoável de canais. Com relação às características geométricas, o coeficiente de compacidade (2,04), o fator de forma (0,34) e o Índice de Circularidade (0,24) conferiram à sub-bacia um formato alongado, com poucas ramificações, contribuindo para um menor risco de enchentes.

A declividade máxima encontrada na área de estudo foi de 91,633% (42,5°); já a declividade média, 19,295 % (10,921°), de forma que a área está enquadrada no intervalo de (8 – 20%), sendo esse valor classificado pela EMBRAPA como relevo Ondulado. A sub-bacia do rio dos Monos apresentou variações de 5° a 40° (2,86% a 21,81%), onde as menores declividades estão localizadas na porção norte da barragem e as declividades mais acentuadas nas posições leste e sul da área da sub-bacia hidrográfica, notadamente nas nascentes montanas,




atingindo 30° a 40°. A área da sub-bacia não possui declividades superiores a 45° e, portanto, não foram delimitadas áreas de APP relacionadas à declividade, pois não se enquadram nesse critério da legislação ambiental vigente.

Com relação à situação florestal atual das nascentes, verificou-se que do total de 25,3 hectares que deveriam existir, como indica o Código Florestal vigente para Áreas de Preservação Permanente em nascentes, apenas 17,4 hectares (68,9%) estão preservados, sendo que em quatro delas não há nenhuma mata ciliar, o que compromete a manutenção do ecossistema local, uma vez que a falta de cobertura vegetal favorece aos processos erosivos, diminui a capacidade de infiltração, aumenta o escoamento superficial, favorece o assoreamento, podendo ter impactos negativos na quantidade e qualidade da água que chega ao leito principal do rio dos Monos e, conseqüentemente, à barragem de Água Fria II, vital para o abastecimento urbano da região.

Na análise integrada envolvendo a situação florestal das nascentes e os perfis topográficos, nas 3 nascentes analisadas foi possível observar que a ausência de vegetação deixa o leito exposto, contribuindo para ocorrência de processos erosivos, os quais são mais graves na nascentes 8 e 9. A nascente 6 apresentou 89% de mata ciliar, e apesar da declividade acentuada, a proteção vegetal atua como uma barreira contra o avanço dos processos erosivos, já as nascentes 8 e 9, apresentaram 0% e 38% de floresta, respectivamente, gerando uma devastação geoambiental, além de determinadas áreas apresentarem declives acentuados que contribuem para o desgaste do solo e assoreamento. Pode-se concluir que a análise morfométrica aliada aos estudos de situação florestal e declividade são elementos essenciais para gestão de território e melhor compreensão de diversas questões associadas à dinâmica hidrológica e ambiental.

Dessa forma, é urgente a implementação de medidas de preservação e recuperação das nascentes, com o intuito de deter o avanço da devastação da vegetação e mitigar os impactos, como a diminuição das atividades de agricultura e agropecuária próximos às nascentes, das práticas de queimadas, a proteção das nascentes em um raio de 50 metros seguindo os padrões de APP para nascentes, o que corresponde a 0,79 hectares para o reflorestamento da área. Além disso, é importante que se invista na recuperação para que as nascentes que estão na faixa de 70% de vegetação atinjam um patamar de 100% como previsto em lei.

Conclui-se que o mapeamento, e catalogação das nascentes viabiliza o acompanhamento do estado em que se encontram as nascentes, possibilitando que ações corretivas sejam



aplicadas, e também o planejamento da integração entre uso e ocupação do solo e recursos hídricos. Nesse sentido, almeja-se que as leis brasileiras de proteção das matas ciliares e dos recursos hídricos sejam cumpridas pela população e pelo poder público não apenas como uma obrigação legal, mas como um instrumento capaz de resolver problemas de ordem socioambiental.

REFERÊNCIAS

BRAGA, B. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988.

CALHEIROS, R. O. et al. **Preservação e Recuperação de Nascentes (de água e vida)**. Piracicaba: Comitê das Bacias hidrográficas dos rios PCJ-CTRN, 2004. 53p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Edgard Blücher Ltda., p. 188, São Paulo, 1980.

FRAGA, M. S.; FERREIRA, R. G.; SILVA, F. B.; VIEIRA, N. P. A.; SILVA, D. P.; BARROS, F. M.; MARTINS, I. S. B. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Catolé Grande, Bahia, Brasil. **Nativa**, v.2, n.4, p.214-218, 2014. Disponível em:<<http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1785/10.14583/2318-7670.v02n04a05>>.

GOMES, M.A.; VALENTE, O.F. **Conservação de nascentes: Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas de Cabeceiras**. Viçosa, MG, Editora Aprenda Fácil, 2005. 37 p.

LERSCH, R. P. **Integração de técnicas de SIG e sensoriamento remoto na classificação de imagens digitais com o uso da teoria da evidencia**. Faculdade de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2003. Dissertação (Mestrado)

LOZINSKI, M. A., BALBINOT, R., VENÂNCIO, D., OLIVEIRA FILHO, P. C. DE., SCHIRMER, W. N. DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE NASCENTES NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE IRATI-PR. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 40, n. 1, p. 63-70, 2010.

MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M.; RHIND, D., eds. **Geographical Information Systems: Principles and Applications**. New York, John Wiley and Sons, 1991.

NASCIMENTO, F. R. do. **Degradação Ambiental e Desertificação no Nordeste Brasileiro: O contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú – Ceará**. (Tese de doutorado). 355f. Niterói: RJ, 2006.

ROCHA, L. V. F. **Caracterização geoambiental da sub-bacia do rio Água Fria, em Barra do Choça-BA**. Instituto Federal da Bahia: Vitoria da Conquista, BA, 2020. p. 27



SOARES, V. O; ROCHA, L. O. A EVOLUÇÃO DA ESTRUTURA AGRÁRIA DO MUNICÍPIO DE BARRA DO CHOÇA – BA. **NERA**, 2013 DOI: <https://doi.org/10.47946/rnera.v0i17.1356>.

SOUZA, F. C. B. **Integrando sistemas de informação geográficos e MCDA**. Faculdade de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC, Florianópolis, 1999. Tese (Doutorado)

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. Edgard Blücher Ltda./EDUSP, p.400, São Paulo, 2003.

WANG, X. H.; YIN, C. Q.; SHAN, B. Q. **The role of diversified landscape buffer structures for water quality improvement in an agricultural watershed**. North China, Agricultural Ecosystem And Environment, v.107, n.2, p.381-396, 2005.



CAPÍTULO 7

A IMPORTÂNCIA DA LEI 12.873/2013 PARA A DEMOCRATIZAÇÃO DO ACESSO À ÁGUA EM REGIÕES SEMIÁRIDAS

Amanda Cristiane Gonçalves Fernandes
Igo Marinho Serafim Borges
Viviane Farias Silva

RESUMO

Com o advento da Lei das Águas as entidades públicas passaram a ter um olhar mais abrangente sobre os recursos hídricos. A gestão hídrica passou a conciliar com as questões ambientais. Este estudo foi realizado objetivando-se analisar os avanços legais decorrentes das ações de democratização do acesso à água em região com déficit hídrico, como o semiárido. Para a concretização deste estudo, utilizou-se a metodologia de pesquisa dedutiva e investigativa, de cunho bibliográfico, exploratório e descritivo. Apesar da sociedade brasileira em seus diversos setores estarem integrados no planejamento de ações voltadas para a sustentabilidade e democratização dos recursos naturais, colocando em prática as legislações nacionais, é fundamental que ocorra uma conscientização em massa e intensa para que a população brasileira reivindique dos seus representantes a elaboração de leis que auxiliem na execução de políticas públicas que assegurem uma melhoria na qualidade de vida e um espaço ecologicamente equilibrado e sustentável.


PALAVRAS-CHAVE: Lei das Águas; Recursos Hídricos; Déficit Hídrico; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Com o advento da Lei das Águas (Lei 9.433/1997) as entidades públicas passaram a ter um olhar mais abrangente sobre os recursos hídricos. A gestão hídrica passou a conciliar com as questões ambientais, e ocorreu a descentralização das ações de gerenciamento tornando-se uma construção coletiva com a inserção de vários autores.

Nessa perspectiva, as leis que regem as ações de gestão e gerenciamento dos recursos hídricos estão sendo criadas com a perspectiva de democratizar o acesso a água como garantia da vida, da qualidade de vida e desenvolvimento sustentável em regiões com déficits hídricos e comunidades rurais carentes. A Lei 14026/20, considerada com um marco legal possui como meta além de expandir os serviços de saneamento, tratamento e coleta de efluentes e assegurar água de qualidade a população brasileira (BRASIL, 2020).

O semiárido brasileiro nas épocas de seca prolongada afeta diretamente a população e a economia, sendo a variabilidade climática, distribuição irregular e escassez hídricas, algumas de suas características. De acordo com a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), o semiárido possui 1.262 municípios, com precipitação média inferior a 800 mm



e com percentual diário de déficit hídrico maior que 60% (SUDENE, 2017). Assim houve a necessidade de tecnologias de captação e armazenamento de água de chuvas para serem inseridas nessa região.

A implantação do Programa Cisternas surgiu sob a perspectiva de um marco teórico com a necessidade de uma gestão democrática a partir da criação da Lei 12.873/2013 e trata-se de um novo paradigma para a convivência com a seca. A necessidade de leis que sejam sancionadas que potencializem a gestão democrática dos recursos hídricos é imprescindível para assegurar a qualidade de vida das famílias agricultoras e o desenvolvimento local.


Uma abordagem sistêmica do semiárido brasileiro possibilita a compreensão das dimensões geofísica, social, econômica, política e cultural. No que se refere à necessidade e possibilidade de convivência com os ecossistemas frágeis, a construção da sustentabilidade depende de um processo participativo da população local no resgate e construção cultural de alternativas apropriadas aos ecossistemas (SILVA, 2003).

O estabelecimento de um aproveitamento racional e ecologicamente sustentável da natureza em benefício das populações locais, levando-as a incorporar a preocupação com a conservação da biodiversidade aos seus próprios interesses, como um componente da estratégia de desenvolvimento (SACHS, 1986).

Para a concretização deste estudo, utilizou-se a metodologia de pesquisa dedutiva e investigativa, de cunho bibliográfico, exploratório e descritivo. Em se tratando de pesquisa dedutiva, entende-se que neste tipo de estudo, as conclusões encontram-se implícitas nas suas premissas (SANTOS et al., 2018). A pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros, artigos científicos e leis.

Em se tratando de pesquisa descritiva, tem-se que está se caracteriza por descrever fatos que ocorrem no cotidiano do pesquisador, porém não possuem aprofundamento científico necessário para que todas as suas hipóteses sejam solucionadas. (GIL, 1999). No que tange a metodologia investigativa, tem-se que esta pode ser utilizada como um processo orientado que conduz o pesquisador a situações capazes de despertar a necessidade e o prazer pela descoberta do conhecimento (SILVA et al., 2016).

Nesse contexto, esta pesquisa foi realizada objetivando-se analisar os avanços legais decorrentes das ações de democratização do acesso à água em região com déficit hídrico. Como objetivos específicos, tem-se: Analisar a legislação vigente sobre a temática de



gestão/gerenciamento dos recursos hídricos; Verificar como se dá a aplicação da democratização do acesso à água no semiárido paraibano e as ações de políticas públicas.

DESENVOLVIMENTO

O semiárido brasileiro e a convivência com a seca

A intervenção do Estado Brasileiro na região Nordeste sempre foi marcada pela centralização e fragmentação de suas ações e políticas públicas, se concretizando pela criação de organismos de “luta” contra a seca (PASSADOR et al., 2010). Ao longo da história de formação territorial do semiárido nordestino, foram criados diversos órgãos como a Inspetoria de Obras Contra a Seca (IOCS), a Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS) e o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) (ARAÚJO et al., 2015).

As entidades políticas vêm apoiando novas formas de enfrentar o problema das secas e a falta de acesso às águas no semiárido com o uso de tecnologias sociais através do Programa de Cisternas, como: Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) e o Programa Uma Terra Duas Águas (P1+2) (ARAÚJO et al., 2015).


No semiárido brasileiro a massificação da cisterna como solução para o acesso das famílias à água captada da chuva é uma realidade. Atualmente são 479.595.000 mil cisternas construídas pelo Programa Um Milhão de Cisternas - P1MC5 (ASA/Brasil, 2004; COSTA, 2013).

A política nacional de recursos hídricos para o acesso à água.

No dia 8 de janeiro de 1997 foi criada a Lei 9.433 conhecida como a “Lei das Águas”. A partir disso, também foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Anteriormente a esta lei, a gestão das águas era regida pelo Código das Águas de 1934.

Os principais avanços sobre a criação da Lei 9.433 foram: a gestão integrada dos recursos hídricos e o meio ambiente buscando um equilíbrio ecológico e sustentável, a gestão descentralizada buscando a participação de diversos autores conforme aponta em seu art.1º, vi- “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”.

A gestão descentralizada possibilita ações mais efetivas sobre a democratização do acesso à água em regiões que sofrem com escassez hídrica. Os diferentes autores envolvidos podem discutir juntos as melhores ações sobre o gerenciamento das águas e estratégias para o



enfrentamento nos períodos de seca. Na região do semiárido brasileiro, por exemplo, os efeitos da “Indústria da Seca” acumularam durante décadas a inviabilidade efetiva de ações de desenvolvimento local. Segundo (SILVA, 2003):

“De modo geral, as ações governamentais de intervenção nessa realidade foram sendo construídas com base nas seguintes características: a) o caráter emergencial, fragmentado e descontínuo dos programas desenvolvidos em momentos de calamidade pública; b) as ações emergenciais que alimentam a “indústria da seca”; e, c) a solução hidráulica, com a construção de obras hídricas, quase sempre favorecendo empreiteiras e a grande propriedade rural. Em todas essas características reproduz-se o uso político do discurso da miséria e do subdesenvolvimento como decorrência direta das secas”.

Mesmo com a expansão da política de Açudagem no Nordeste não foi possível resolver os problemas de uso e acesso à água. Havia muita perda d’água por evaporação e problemas nas funcionalidades dos açudes. Aziz Ab’Sáber (1999, p. 99) indica outras problemáticas encontradas na implementação dos grandes açudes que não alcançaram seus objetivos, principalmente, na parte agrícola. Alguns estavam localizados longe de várzeas irrigáveis e os que favoreciam a distribuição de água por gravidade para áreas irrigáveis atendiam a um número limitado de famílias.


Com o advento da “Lei das Águas” possibilitou-se uma maior abrangência de articulação entre os entes políticos como expresso no art.3, iv- “a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional.”

Além disso, um marco importante foi uma visão mais global sobre as questões ambientais integrando a gestão dos recursos hídricos com o meio ambiente para garantir à manutenção do meio ecologicamente equilibrado e o desenvolvimento sustentável. Conforme consta uma das diretrizes gerais de ação para implementação da PNRH em seu art.3, iii-“a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental”.

Lei 12.873/2013–Programa nacional de apoio à captação de água de chuva e outras tecnologias de acesso à água.

A Lei 12.873/2013 institui o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água através do Programa Cisternas. Em seu art.11 da referida lei é possível observamos suas finalidades visando a promoção de garantias fundamentais para a vida como o direito a água e a segurança alimentar.

Art. 11. Fica instituído o Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água – Programa Cisternas, com a



finalidade de promover o acesso à água para o consumo humano e animal e para a produção de alimentos, por meio de implementação de tecnologias sociais, destinado às famílias rurais de baixa renda atingidas pela seca ou falta regular de água.

O Programa Cisternas surgiu com a finalidade de política pública sendo financiado pelo extinto Ministério do Desenvolvimento Social (atualmente substituído pelo Ministério das Cidades) desde 2003 e tinha como objetivo a promoção do acesso à água para o consumo humano e para a produção de alimentos por meio da implementação de tecnologias sociais simples e de baixo custo. O público alvo do programa eram famílias rurais de baixa renda atingidas pela seca ou invariabilidade de precipitação. Para participarem, as famílias devem necessariamente estar inscritas no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal.


O semiárido brasileiro é a região prioritária do programa para a implementação dessas cisternas. O programa estava voltado em promover para as famílias rurais a convivência com a escassez de chuva e o desenvolvimento de práticas agroecológicas utilizando principalmente a tecnologia de cisternas de placas, reservatórios que armazenam água de chuva para utilização no período de 6 a 8 meses para uma família de até 5 pessoas e em período mais crítico de estiagem dessa região.

De acordo com a Secretaria Especial do Desenvolvimento Social (2021) os tipos de cisternas implementados pelo Programa Cisternas:

- Cisterna familiar de água para consumo, instaladas ao lado das casas e com capacidade de armazenar 16 mil litros de água potável.
- Cisterna Escolar de água para consumo, instaladas em escolas do meio rural e com capacidade de armazenar 52 mil litros de água potável.
- Cisterna de água para produção, com capacidade de 52 mil litros de água, de uso individual ou coletivo das famílias.

A implementação das ações referente ao Programa Cisternas é um exemplo sobre a democratização do acesso à água e a descentralização no gerenciamento dos recursos hídricos. Todos os entes políticos, organizações não governamentais e a sociedade civil como autores na implementação dessas ações, conforme conta no art.12 da referida lei.

Art. 12. No âmbito do Programa Cisternas, a União, por intermédio do Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome, poderá firmar parceria com os Estados, o Distrito Federal, os Municípios, os consórcios públicos constituídos como associação pública e as entidades privadas sem fins lucrativos, inclusive aquelas qualificadas como Organização da Sociedade Civil de Interesse Público, observado o disposto no art. 116 da Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993.



Ressalta-se que em 30 de outubro de 2017 foi criada a Lei 13.501 altera o art. 2º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos. O caput do art. 2º da Lei nº 9.433 passa a vigorar acrescido do seguinte inciso IV: “incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais”.

Decreto nº 9.606/2018.

O Programa Nacional de Apoio à Captação de Água de Chuva e Outras Tecnologias Sociais de Acesso à Água instituído pela Lei nº 12.783, de 24 de outubro de 2013, será regido por este Decreto nº 9.606 estabelecido em 10 de dezembro de 2018 e por disposições complementares estabelecidas em atos do Ministério do Desenvolvimento Social.

O objetivo é promover o acesso à água para o consumo humano e animal e para a produção de alimentos, por meio de implementação de tecnologias sociais, destinado a famílias rurais de baixa renda e equipamentos públicos rurais atingidos pela seca ou pela falta regular de água.

De acordo com o art.2, parágrafo único, para fins do disposto neste decreto, considera-se:

- I - família de baixa renda - aquela definida nos incisos I e II do caput do art. 4º do Decreto nº 6.135, de 26 de junho de 2007;
- II - equipamento público - instalação ou espaço de infraestrutura destinado aos serviços públicos de educação, saúde, assistência social e congêneres;
- III - zona rural - área que abrange qualquer domicílio isolado ou em aglomerado que não esteja localizado em sede de Município ou em perímetro urbano;
- IV - falta regular de água - falta de acesso à água em quantidade ou qualidade suficientes para o consumo humano ou para a produção de alimentos;
- V - tecnologia social de acesso à água - conjunto de técnicas e de métodos aplicados para a captação, o armazenamento, o uso e a gestão da água, desenvolvidos a partir da interação entre o conhecimento local e técnico, apropriados e implementados com a participação da comunidade; e
- VI - SIG Cisternas - sistema informatizado utilizado no âmbito do Programa Cisternas para o registro de informações sobre as atividades associadas à implementação das tecnologias sociais de acesso à água, sem prejuízo do disposto no parágrafo único do art. 13.

O decreto complementa as temáticas referentes as formas de execução do Programa de Cisternas, liberação de recursos, credenciamento de entidades privadas sem fins lucrativos, edital de chamada pública para a seleção das entidades privadas sem fins lucrativos, a implementação e entrega das tecnologias sociais hídricas, além da fiscalização, transparência e controle social (PAULA, 2012).



O uso das tecnologias sociais e o desenvolvimento rural no semiárido paraibano

Essas Tecnologias Sociais tem o objetivo de realizar mudanças nas estruturas sociais das populações do semiárido, tendo como base um processo simples de captação e armazenamento de água da chuva, visando o abastecimento de residências no período de estiagem (COUTINHO, 2010).

A vantagem dessas tecnologias é que elas são muito baratas, chegam na ponta e permitem um aproveitamento minucioso da água e dos solos. Não havendo desperdício nem agressão ao meio ambiente. (MALVEZZI, 2007). O programa tem como objetivo, garantir água de boa qualidade, gerando um uso racional desse recurso de tal modo que sua escassez relativa não continue a constituir impedimento ao desenvolvimento sustentável da região (COSTA, 2013).

Outro ponto importante do programa é a capacitação da população, a qual passa a ter o domínio necessário da técnica para captação e armazenamento da água. Fazendo com que a qualidade da alimentação e da água melhora, com desdobramentos positivos na saúde e na renda (MALVEZZI, 2007).

Nos assentamentos da Paraíba há famílias que, ao utilizarem essas tecnologias e práticas agrícolas garantem sua alimentação e obtêm uma renda muito superior a qualquer programa assistencial do governo. Além do mais, se ganha em cidadania, já que as pessoas passam a viver do fruto do seu trabalho e não de ajudas. Há ainda o fator ambiental: evitam-se as pragas e a salinização dos solos, que tornam inviável a atividade da irrigação em muitos projetos. (MALVEZZI, 2007).

Na (Figura 1) cisterna localizada no assentamento São Domingos no município de Cubati-PB, onde tem como principal função a captação e o armazenamento da água de chuva para as necessidades domésticas. Trata-se de uma cisterna de placa de cimento com capacidade para 16 mil litros de água e que sendo usada para os seus devidos fins (água de beber e cozinhar) consegue assegurar esse recurso por até oito meses para uma família com até cinco pessoas (ASA BRASIL, 2019).

Figura 1: Cisterna usada na captação da água da chuva no assentamento São Domingos no município de Cubati – PB.

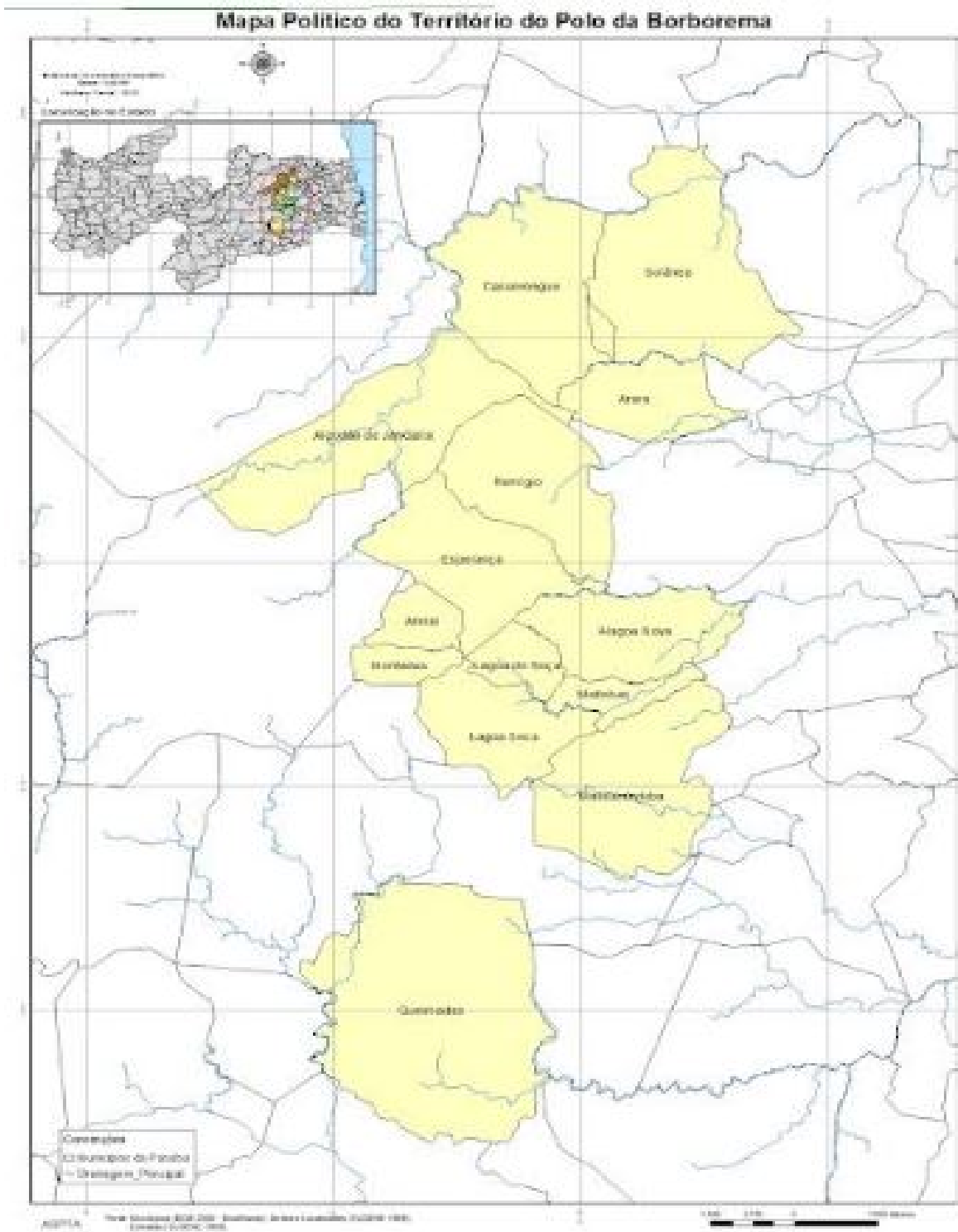


Fonte: Autora, 2021.

As cisternas são fundamentais para a convivência com o semiárido, democratização do recurso natural (água) e para a garantia da vida. Sem a água o direito à vida presente no art. 5 Constituição Federal de 1988 estaria veemente ameaçado


Polo da Borborema: Um dos principais atores na gestão participativa para o desenvolvimento rural no semiárido paraibano.

O Polo da Borborema, corresponde a uma articulação de sindicatos rurais e organizações de apoio à agricultura familiar no território da Borborema, na Paraíba. Uma das características fundamentais desse território foi existência prévia de uma articulação regional (um “território”), distinguida por forte presença da sociedade civil com grande capacidade de ação coletiva e de iniciativas locais (DINIZ, 2007). A Figura 2 mostra o mapa político dos municípios que estão inseridos no semiárido paraibano e que fazem parte do Polo da Borborema.



Fonte: ASPTA (2014).

Os municípios que compreendem o Polo da Borborema são: Casserengue, Solânea, Arara, Algodão de Jandaíra, Remígio, Esperança, Areal, Montadas, Alagoa Nova, Lagoa de Roça, Lagoa Seca, Matinhas, Massaranduba e Queimadas.



Formado por uma rede de 15 sindicatos de trabalhadoras e trabalhadores rurais (STRs), aproximadamente 150 associações comunitárias e uma organização regional de agricultores ecológicos, o Polo da Borborema vem apoiando redes locais de inovação agroecológica que articulam mais de 5 mil famílias agricultoras dos 15 municípios que conformam o Território da Borborema (SILVEIRA, FREIRE e DINIZ, 2010).

O Território da Borborema teve sua homologação realizada em 29 de julho de 2003, após a constituição do Programa dos Territórios Rurais de Identidade da Secretaria de Desenvolvimento Territorial e Ministério do Desenvolvimento Agrário – (SDT/MDA).


Primeiro, o território SDT inclui o município urbano de Campina Grande e, segundo seu espaço geográfico é contínuo, seguindo as normas estabelecidas pela SDT. Os municípios do território da SDT que não participam do Pólo Sindical são os municípios de atuação do Fórum dos Assentados da Reforma Agrária (Borborema, Serrania, Pilões, Areia), localizados ao leste do território do Pólo Sindical, assim como alguns municípios isolados, localizados no Sudeste (Serra Redonda), no Oeste (Puxinanã) e no Noroeste (Algodão de Jandaíra) (PIRAUX e BONNAL, 2007).

Os municípios localizados na parte ocidental do “território” do Pólo Sindical não foram incorporados no território da SDT da Borborema, mas sim no território da SDT do Cariri (PIRAUX e BONNAL, 2007).

Analisando a partir de seu lugar na história do território poderíamos dizer que o Polo retoma e atualiza uma longa tradição de resistências sociais que aí se estruturaram como respostas ativas a conjunturas políticas e econômicas adversas à agricultura camponesa (SILVEIRA, FREIRE e DINIZ, 2010).

CONCLUSÃO

Nesse sentido, o nosso estudo conseguiu analisar as leis que regem a gestão/gerenciamento dos recursos hídricos com os avanços de uma percepção mais participativa e democrática do acesso ao recurso natural que é a água. Além disso, é importante que sejam criados e sancionados projetos de leis que viabilizem as políticas públicas como, por exemplo, a das tecnologias sociais (Projeto de Lei do Senado Nº 111) que institui a Política Nacional de Tecnologia Social de autoria do Senador Rodrigo Rollemberg (PSB/DF) em 2011 e que passou por uma tramitação bicameral sendo aprovada e aguarda que seja sancionada como lei.



Conclui-se, portanto, que apesar de a sociedade brasileira em seus diversos setores estarem integrados no planejamento de ações voltadas para a sustentabilidade e democratização dos recursos naturais, colocando em prática as legislações nacionais, é fundamental que ocorra uma conscientização em massa e intensa para que a população brasileira reivindique dos seus representantes a elaboração de leis que auxiliem na execução de políticas públicas que assegurem uma melhoria na qualidade de vida e um espaço ecologicamente equilibrado e sustentável.

Importante mencionar que este estudo é de suma importância para o meio acadêmico, tendo em vista a possibilidade de desenvolvimento de outros estudos acerca de um tema tão imprescindível como o acesso a água para a garantia da vida, como também servirá de material didático para a sociedade em geral, vez que possibilitará o acesso ao leitor de material científico e que garanta possivelmente um melhor entendimento sobre o tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SÁBER, Aziz. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ARAÚJO, F. V; VIANNA, P. C; SOUZA, M. C. S; RUFFO, C. L. M. Célula de Acompanhamento e Informação o Território da Borborema-CAI. Relatório Analítico e Parcial. Campina Grande-PB. Novembro de 2011. Revista Geosaberes, Fortaleza, v. 6, número especial (2), p. 168 – 177, novembro. 2015.

ASA. Articulação no Semiárido Brasileiro. Cartilha Diagnóstico de Agrossistema. Um olhar ampliado sobre a trajetória das famílias do semiárido. 2019. Disponível em: <http://www.asabrasil.org.br>. Acesso em fevereiro de 2021.

PAULA, Thiago Rodrigo Assis. Sociedade civil e a construção de políticas públicas na região semiárida brasileira: o caso do Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC). **Revista de Políticas Públicas**, v. 16, n. 1, p. 179-189, 2012.

ASPTA- Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa. Disponível em: <http://aspta.org.br>. Acesso em 13 de agosto de 2021.

BRASIL, LEI Nº 14.026, DE 15 DE JULHO DE 2020. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm

COUTINHO, A. A. Tecnologias sociais como instrumento de gestão participativa: a experiência da comunidade Lajedo de Timbaúba-Pb. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 145 p, 2010.

COSTA, E.S.T. A importância do uso das cisternas no Assentamento Oziel Pereira. Remígio-Pb. Monografia/UFPB. 2013.

Decreto Nº **24.643/1934** - Código das Águas. Disponível: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24643-10-julho-1934-498122-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso: 12 de agosto de 2021.

Decreto Nº **9.606/2018**. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9606.htm#art22. Acesso: 12 de agosto de 2021.

DINIZ, P.C.O. Da experimentação social ao “experimentalismo institucional”. Trajetórias de relações entre Estado e sociedade civil: experiências no Semiárido. Campina Grande (PB), Tese de Doutorado. CH-UFCG/UFPB-CCHLA/PPGS, setembro, 230 p, 2007.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico de 2010, 2010.

Lei 9.433/1997 - Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm. Acesso: 12 de agosto de 2021.

Lei 12.873/2013. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112873.htm. Acesso: 12 de agosto de 2021.

Lei 13.501/2017. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13501.htm. Acesso: 12 de agosto de 2021.

MALVEZZI, R. Semiárido: uma visão holística. Brasília. Confea, 2007.

PASSADOR, C. S; PASSADOR, L. J.; HUAYTA, V. R. Políticas Contra la Sequía e la Técnica de Cisterna en Brasil. Revista Agroalimentaria (Caracas), v.16, p.101-113, 2010.

PIRAUX, M.; BONNAL, P. Dinâmicas Territoriais, Projetos Coletivos e Multifuncionalidade da Agricultura Familiar na Região do Entorno de Campina Grande (Paraíba). Pesquisa e ações de divulgação sobre o tema da multifuncionalidade da agricultura familiar e desenvolvimento territorial no Brasil. Relatório 3.4, 43 p, junho, 2007.

Projeto de Lei do Senado 111/2011. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=4068505&ts=1594016438740&disposition=inline>. Acesso: 13 de agosto de 2021.

SILVA, R.M.A. Entre dois paradigmas: **Combate à seca e Convivência com o semiárido**. Revista Soc. estado. vol.18 no.1-2 Brasília Jan./Dec. 2003.

DA SILVA, Artemisa Amorim; DA SILVA FILHA, Raimunda Trajano; FREITAS, Silvia Regina Sampaio. Utilização de modelo didático como metodologia complementar ao ensino da anatomia celular. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 6, n. 3, p. 17-21, 2016.

SACHS, I.. Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir. Tradução de Eneida Araújo. São Paulo: Vértice, 1986.

SANTOS, Rosemari Pereira Alves; BORTOLIN, Sueli; ALCARÁ, Adriana Rosecler. Técnicas de análise de dados empregadas no Programa de Pós-graduação de Ciência da Informação da



Universidade Estadual de Londrina. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 23, n. 51, p. 59-73, 2018.

SILVEIRA, L. M.; FREIRE, A. G.; DINIZ, P. C. **O Pólo da Borborema: ator contemporâneo das lutas camponesas pelo território**. Revista Agriculturas. v.7, nº 1, 13-19 p. Março de 2010.

SUDENE. **Caracterização do Território Nordeste**. Ministério do Desenvolvimento Regional. 2017. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/area-de-atuacao/regiao-nordeste-estatisticas/nordeste-emnumeros/caracterizacao-do-territorio-nordestino>



CAPÍTULO 8

DIAGNÓSTICO DA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA DO BAIRRO DIRCEU ARCOVERDE II, ZONA SUDESTE, TERESINA, PIAUÍ

Joseane Lustosa Machado
Roselis Ribeiro Barbosa Machado

RESUMO

O processo urbanístico criou um ambiente artificial marcado pelo desconforto térmico, devido ao asfaltamento das vias, construção de prédios e ausência de vegetação. Hoje, a arborização urbana é uma das principais alternativas para o equilíbrio microclimático, porém, a escolha das espécies não deve ser aleatória, evitando-se a incompatibilidade com outros elementos urbanos. Assim, o objetivo deste estudo foi quanti-qualificar a arborização viária do bairro Dirceu II, na Zona Sudeste de Teresina – Piauí. Para o levantamento dos dados foi adotado o método de inventário quali-quantitativo, do tipo censo total, no período de setembro a outubro de 2014, através de visitas *in loco* com preenchimento de ficha de campo. A partir do levantamento realizado, constatou-se a presença de 661 indivíduos distribuídos de forma irregular pelas ruas do bairro, sendo 51 espécies vegetais de 27 famílias botânicas, sendo a Apocynaceae e Caesalpinoideae as famílias com maior representatividade e, a *Azadirachta indica* A. Juss. (Nim), a espécie de maior prevalência. Das espécies empregadas na arborização, 58,82% são de origem exótica e 41,18% são nativas. A sensibilização da população é essencial para a escolha de espécies adequadas para a arborização viária, ampliando os benefícios e minimizando a incompatibilidade da vegetação com elementos estruturais dos centros urbanos.

PALAVRAS-CHAVE: vegetação urbana; calçadas; quanti-qualitativa; inventário.

INTRODUÇÃO

A importância da arborização para a qualidade de vida nos centros urbanos é indiscutível, porém arborizar não é apenas plantar árvores, como discute Toscan (2010), mas integrá-las ao ambiente urbano, compatibilizando-as com os espaços restritos e demais equipamentos públicos existentes.

O processo urbanístico alterou a paisagem urbana e criou um ambiente artificial que aumentou o desconforto térmico e reduziu à qualidade de vida, contudo como afirma Souza et al. (2011) estes prejuízos podem ser evitados com o controle das atividades urbanas e amenizados pela ampliação quali-quantitativa das áreas verdes e da arborização de ruas.

Segundo Neto (2010) a arborização de ruas é um dos elementos vegetais dos ecossistemas urbanos capazes de integrar espaços livres, áreas verdes e remanescentes florestais, conectando todos esses ambientes de forma a colaborar com a diversidade da flora e da fauna.



Para Souza et al. (2011), as árvores, além de sua função ecológica, econômica e social, são detentoras de uma importância patrimonial porque terrenos e residências com árvores ou próximos de áreas verdes e arborização estão sendo valorizados. A presença de árvores requalifica a paisagem urbana, criando ambientes de qualidade e com mais investimentos ambientais.

Inúmeras são as vantagens da arborização, mas poucas são as cidades que possuem um planejamento eficiente, assim a população acaba por cultivar plantas em vias públicas que ao invés de trazer benefícios, resulta em transtornos (BATISTA et al., 2013).

Matos et al. (2011) também discutindo esta temática, alertam que a ausência de planejamento da arborização, afeta tanto a população como o poder público em virtude da incompatibilidade de espécies com elementos urbanos. A população impaciente com o descaso dos órgãos competentes acaba realizando a poda e supressão de árvores sem critérios técnicos, o que agrava os problemas.

Por isso, a necessidade do planejamento e estudos preliminares para a definição das espécies que podem ser utilizadas na arborização de vias, a fim de reduzir o impacto ambiental causado pela expansão dos centros urbanos e melhora a qualidade de vida da população, outro aspecto importante é o contínuo manejo das espécies para evitar incidentes para os moradores e transeuntes.

De acordo com Camilo (2013), para a escolha das espécies para a arborização de vias, se faz necessário analisar as características físicas da região, devendo-se levar em consideração, o aspecto visual-espacial; as limitações físicas e biológicas que o local impõe ao crescimento da planta e avaliar as espécies adequadas para melhorar o microclima.

A arborização urbana beneficia o equilíbrio microclimático ao abrandar o processo de aquecimento e atenuar as "ilhas de calor", pois as árvores apresentam a capacidade de interceptação da radiação solar, além de contribuir com a fixação de gases e poeiras, diminuir os ruídos (NETO, 2010).

Para Toscan (2010) as árvores embelezam as vias públicas, proporcionam benefícios climáticos, melhoram o ciclo hidrológico do solo, diminuem os ruídos, reduzem a velocidade dos ventos e criam zonas de conforto, funcionando como um refúgio à fauna remanescente das cidades, além de contribuir com a conservação da flora nativa e também apresentam benefícios de ordem social por relacionar-se à saúde pública.



A vegetação caracteriza-se como uma infraestrutura “viva”, diferentemente das demais estruturas urbanas, pois possuem mobilidade e modificam-se constantemente, por isso a necessidade do planejamento e conhecimento específico das espécies que serão empregadas na arborização urbana (MARTINS, 2010).

Porém, os benefícios ambientais e estéticos da arborização passam antes pelo conhecimento das espécies existentes, o que pode ser obtido por meio de um inventário, que fornecerá as informações necessárias para a realização do diagnóstico que servirá de base para o planejamento ou replanejamento da arborização, bem como para a definição de práticas de manejo e monitoramento adequados (NETO, 2010).

Segundo o mesmo autor, a realização dos inventários na arborização é essencial para localizar pontos para plantio, promover práticas de manejo e localizar riscos relacionados a árvores que estejam necessitando de reparos ou remoção, além de gerar informações a respeito da quantidade e qualidades das espécies utilizadas na arborização.

A análise da vegetação e espaço destinados ao plantio através dos inventários é importante para a definição das espécies aptas às condições do clima e solo da região, na compatibilização das mesmas com a rede elétrica, edificações, com a largura das calçadas, ruas e tráfego (SILVA et al., 2011), além de fornecer outras informações como a necessidade de poda, tratamentos fitossanitários, remoção e plantios de indivíduos, dentre outras atividades atribuídas ao manejo (MARTINS, 2010).

Portanto, este estudo tem por objetivo quanti-qualificar a arborização viária do bairro Dirceu II, Zona Sudeste de Teresina, Piauí, analisando as condições das espécies utilizadas pela população na arborização das vias públicas e contribuindo com informações para subsidiar ações de manejo na comunidade.

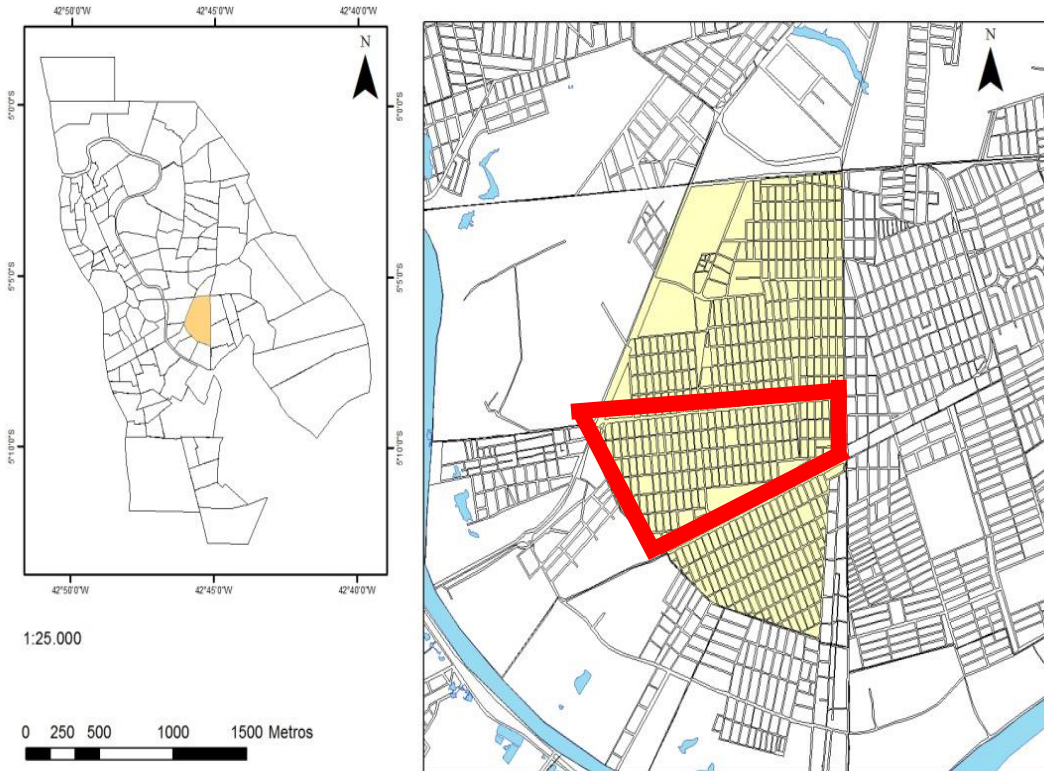
MATERIAIS E MÉTODOS

Teresina, capital do estado do Piauí apresenta clima tropical com temperaturas elevadas que variam entre 22°C a 40°C e recebe grande incidência de raios solares. O bairro Dirceu Arcoverde I e II foi o ponto inicial de ocupação da zona sudeste da capital, construído em duas etapas, a primeira concluída em 1977 e a segunda em 1980, apresenta uma área total de 347 ha (MONTEIRO; SILVEIRA, 2013).

Devido à dimensão do bairro, a pesquisa foi desenvolvida nas quadras do bairro Dirceu II localizadas entre as Avenidas Joaquim Nelson e Av. José Francisco de Almeida Neto com Rua Des. Manoel Felício Pinto e Rua Dr. Pedro Teixeira (Figura 1).



Figura 1: Mapa identificando área de estudo no bairro Dirceu Arcoverde II, Zona Sudeste, Teresina, Piauí.



Fonte: Google Earth (2014).

Para o levantamento dos dados foi adotado o método de inventário quali-quantitativo, do tipo censo total, realizado no período de setembro e outubro de 2014, através de visitas *in loco* que totalizaram 24.013 m de ruas percorridas.

Os dados de identificação das espécies, o hábito, a situação da raiz, a presença ou ausência de fiação elétrica, o estado fitossanitário e de integridade das espécies foram anotadas em ficha de campo (Tabela 1). Após a coleta dos dados e com apoio de literatura especializada as espécies foram identificadas e agrupadas por família, quantificadas e qualificadas de acordo com os aspectos que compõem a ficha de campo. Por fim, os dados foram tabulados em forma de tabelas e gráficos, para análise e interpretação.

Tabela 1: Ficha de campo utilizada no levantamento das espécies.

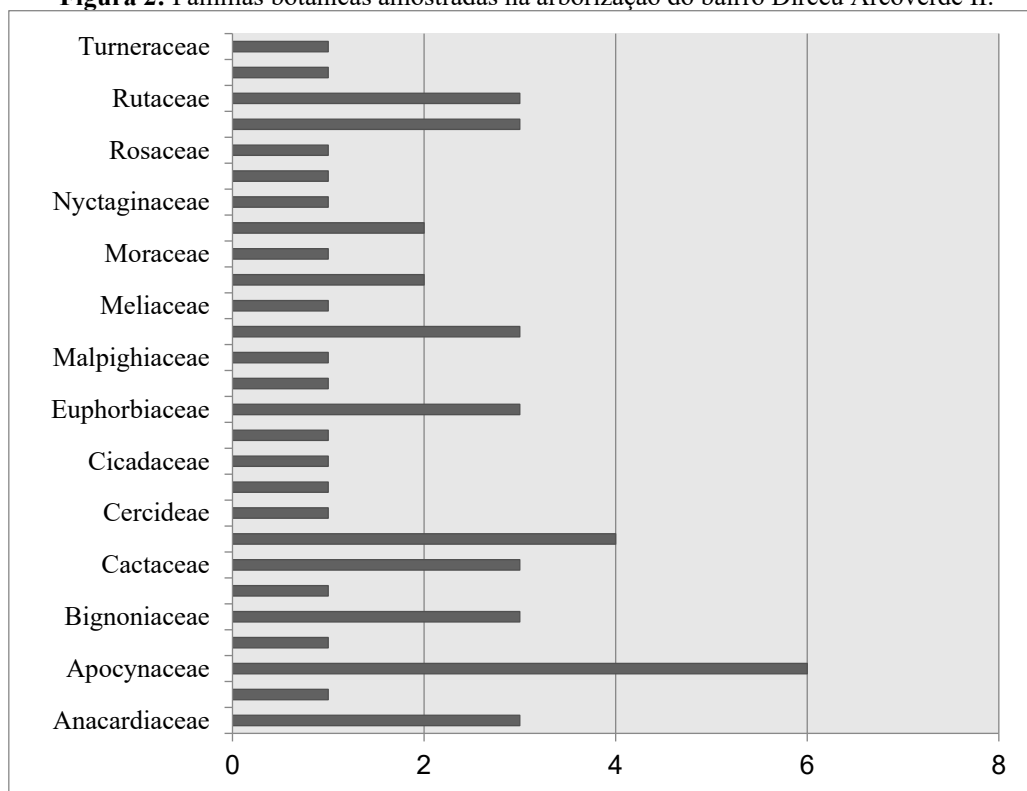
FICHA DE CAMPO			
IDENTIFICAÇÃO	INTEGRIDADE	SITUAÇÃO DA RAIZ	PODA
Nº: Quadra:	Integra	Prejudicando severamente	Drástica
Nome científico:	Danificada ou lesada	Começando a danificar	Poda de condução
Nome vulgar:	Morta	Sem danos	Sem poda
Família:	ESTADO	FIAÇÃO ELÉTRICA	ORIGEM
HÁBITO	FITOSSANITÁRIO		
Arvore Arbusto Herbácea	Doente ou com praga	Sim	Nativa
Observação:	Sadia	Não	Exótica

Fonte: Pesquisa direta (2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do levantamento realizado constatou-se a presença de 51 espécies vegetais e 27 famílias botânicas (Figura 2), sendo a Apocynaceae e Caesalpinoideae as famílias com maior representatividade, respectivamente com seis e quatro espécimes.

Figura 2: Famílias botânicas amostradas na arborização do bairro Dirceu Arcoverde II.



Fonte: Pesquisa direta (2014).

O quantitativo de famílias revelou-se pequeno, comparando com a quantidade de espécies identificadas, valores similares ao observado por Almeida e Rondon Neto (2010).

No levantamento foram identificados 661 indivíduos (Tabela 2), a espécie *Azadirachta indica* A. Juss. (Nim) é a de maior prevalência na arborização, foram registrados 335 indivíduos, representando 51,6% do total de espécies observadas.

Tabela 2: Distribuição quantitativa das espécies amostradas na área de estudo.

Nome Científico	Nome vulgar	Qtd Total	Frequência (%)
<i>Adenantha pavonina</i> L.	Pau Brasil Falso	02	0,3
<i>Allamanda cathartica</i> L.	Alamanda	01	0,1
<i>Anacardium occidentale</i> L.	Cajueiro	04	0,6
<i>Annona squamosa</i> L.	Ata/Ateira	02	0,3
<i>Astronium</i> sp.	Mangueira	17	2,5
<i>Averrhoa carambola</i> L.	Carambola	01	0,1
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss.	Nim	335	51,6
<i>Bauhinia</i> sp.	Pata de Vaca	02	0,3
<i>Bougainvillea glabra</i> Choisy	Bougainville	02	0,3
<i>Caesalpinia ferrea</i> var. <i>ferrea</i>	Juça/ Pau-ferro	05	0,7

<i>Calotropis procera</i> (Aiton) W. T. Aiton	Ciúme	01	0,1
<i>Cassia fistula</i> L.	Chuva de ouro	05	0,7
<i>Catharanthus roseus</i> (L.) G. Don	Boa noite	09	1,3
<i>Cenostigma macrophyllum</i> Tul.	Caneleiro	07	1
<i>Cereus jamacaru</i> DC.	Mandacaru	11	1,6
<i>Citrus limon</i> (L) Burm	Limão	03	0,4
<i>Citrus sinensis</i> L. Osbeck	Laranja	04	0,6
<i>Cycas revoluta</i>	Palmeirinha	05	0,7
<i>Dyopsis lutescens</i>	Palmeira-areca	03	0,4
<i>Euphorbia milii</i> L.	Coroa de cristo	04	0,6
<i>Euphorbia tirucalli</i> L.	Cachorro pelado	03	0,4
<i>Ficus benjamina</i> L.	Ficus	16	2,4
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	01	0,1
<i>Gossypium hirsutum</i> L.	Algodão	01	0,1
<i>Heliconia</i> sp.	Heliconia	06	0,9
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Margarida/ Hibisco	01	0,1
<i>Himatanthus drasticus</i> (Mart.) M. M. Plumel	Jasmin Branco	19	3
<i>Hybiscus pernambucensis</i> Arruda	Algodão do Pará	13	2
<i>Ixora coccinea</i>	Ixora	23	3,5
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Jacarandá	01	0,1
<i>Jatropha gossypifolia</i> L.	Pinhão roxo	08	1,2
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam) de Wit	Leucena	09	1,3
<i>Licania rígida</i> Benth	Oiti	21	3,5
<i>Malpighia emarginata</i> DC.	Acerola	01	0,1
<i>Manilkara zapota</i> Acbras zapota L.	Sapoti	02	0,3
<i>Morinda citrifolia</i> Linn.	Noni	04	0,6
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack	Jasmin-laranjeira	07	1
<i>Nerium oleander</i> L.	Espirradeira	08	1,2
<i>Opuntia ficus-indica</i> L.	Palma	11	1,6
<i>Pachira aquatica</i> Aublet.	Falso cacau	09	1,3
<i>Pereskia grandifolia</i>	Cacto primitivo	06	0,9
<i>Psidium guajava</i> L.	Goiabeira	01	0,1
<i>Rubus</i> sp.	Amora	01	0,1
<i>Spondias mombin</i> L.	Cajazeira	01	0,1
<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L. M. Perry	Jambo	03	0,4
<i>Tabebuia</i> sp.	Ipê	02	0,3
<i>Tamarindus indica</i> L.	Tamarindo	01	0,1
<i>Tecoma stans</i> (L.) H. B. K.	Ipê-de-jardim	05	0,7
<i>Terminalia catappa</i> L.	Amendoeira	48	7,5
<i>Thevetia peruviana</i> Shum.	Chapéu de Napoleão	02	0,3
<i>Turnera ulmifolia</i> L.	Chanana	04	0,6
TOTAL	51	661	100%

Fonte: Pesquisa direta (2014).

A *Azadirachta indica* A. Juss. (Nim), espécie originária da Índia que se destacou na arborização das cidades, devido ao crescimento rápido e pela disseminação do mito de ser um repelente natural, porém essa homogeneidade não se mostra benéfica, pois amplia a possibilidade de disseminação de pragas e doenças.

Grey e Deneke (1978) apud Sartori e Balderi (2011) recomenda que cada espécie não deve ultrapassar de 10-15% do total de indivíduos da população arbórea, pois pode comprometer a longevidade das espécies, percentual abaixo do encontrado nesta pesquisa.



A uniformização da vegetação nos centros urbanos constitui um dos maiores perigos para o equilíbrio ecológico na Terra e deve ser evitada. A diversidade de espécies vegetais é condição básica para a sobrevivência da fauna e o equilíbrio ecológico. As cidades que não diversificam sua vegetação poderão se transformar em desertos verdes. Cada cidade deveria dar prioridade às espécies nativas da região.

Na cidade de Jaboticabal, SP, em 1987, 43% do número total de plantas da arborização de ruas era a espécie *Nectandra saligna* (canelinha), em 1992 foi relatada a ocorrência da coleobroca *Cratosomus curassaviensis* nesta espécie que resultou em supressão quase total da mesma, em 2002, correspondia apenas 7,88% das espécies utilizadas na arborização (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002). Na cidade de Sergipe, a espécie *Licania rígida* Beth. (oiti) deixou de ser utilizada na arborização após o ataque do inseto *Tripes*, da ordem Thysanoptera (NEVES, 2014).

A variedade de espécies em uma comunidade contribui com sua estabilidade ecológica, ampliando as possibilidades de adaptação desta comunidade as condições do ambiente, pois as interações ecológicas dificultam o aparecimento e disseminação de pragas (ODUM, 1998).

Em pesquisa desenvolvida por Medeiros (2014) na cidade de São José do Seridó - RN observou que a vegetação em frente às residências predominava espécies exóticas, principalmente o nim indiano (*Azadirachta indica*). Como relata o autor, apesar da importância de espécies nativas na arborização, o predomina é de espécies exóticas, sendo introduzido tanto por parte das instituições públicas como pela população em geral.

Das 51 espécies vegetais empregadas na arborização da área de estudo, 58,82% (30) são espécimes de origem exótica e 41,18% (21) são nativas. Em pesquisa realizada por Almeida e Rondon Neto (2010) no Mato Grosso, também predominou a utilização de espécies exóticas à flora brasileira, realidade também analisada por Andrade (2002), Pereira (2014), Neves (2014) e Medeiros (2014).

Como discute Machado et al. (2006) a arborização das cidades brasileiras apresenta uma crescente substituição da flora nativa por plantas exóticas, uniformizando as paisagens de diferentes cidades e diminuindo a biodiversidade do meio urbano. A cidade de Teresina, segundo a mesma autora, não se distancia muito da situação nacional, com o predomínio de espécies exóticas na arborização de passeios das vias públicas, porém existem iniciativas para preservar a flora nativa em praças e parques urbanos, resguardando sua história e procurando manter um convívio harmonioso do homem com a natureza.

As espécies nativas na arborização urbana dificilmente são exterminadas por pragas, pois já desenvolveram defesas naturais e resistências ao estresse hídrico, além de respeitarem os valores culturais, ambientais e de memória da cidade (MEDEIROS, 2014).

Segundo Cupertino e Eisenlohr (2013), a explicação para os altos índices de espécies exóticas empregadas na arborização das cidades brasileira é a falta de informações sobre as espécies brasileiras e seu potencial paisagístico. Além da utilização de espécies nativas, cooperando com um paisagismo coerente e com a conservação biológica e a educação ambiental, também é essencial o emprego de espécies autóctones (nativas dos ecossistemas naturais) com a finalidade de trazer benefícios aos centros urbanos.

Quanto ao hábito, na arborização predomina o uso de árvores, com 77,8% (514), seguido por arbustos e herbáceas, respectivamente com 14,7% (97) e 7,5% (50).

Bortoleto (2007) também constatou o predomínio de indivíduos arbóreos na arborização viária de Estância de Águas de São Pedro – SP, mas alerta para o crescente uso de espécies arbustivas, pois, com essa substituição de espécies, o microclima rapidamente é alterado.

Em relação à integridade das espécies, a maior parte apresenta suas estruturas preservadas (97,6%; 646), apenas 0,8% (5) estão mortas e 1,6% (10) encontram-se danificadas ou lesadas (Figura 3), principalmente pela realização de podas drásticas sem orientação.

Figura 3: Integridade das espécies. A. *Terminalia catappa* L. morta. B. *Ficus benjamina* L. (Ficus) danificada.



Fonte: Pesquisa direta (2014).

Em análise realizada por Andreatta et al. (2011) em avenidas da cidade de Santa Maria – RS, constatou-se que 90% das espécies inventariadas apresentavam algum problema na sua estrutura, citando as intervenções de poda como uma das principais causas da depreciação das plantas aliadas as ações do intemperismo e os acidentes veiculares.

Em alguns casos as podas são necessárias, mas realizada de maneira incorreta, pode causar danos irreparáveis às árvores e afetar definitivamente a sua estética, causam estresse e deixam áreas expostas passíveis de entrada de patógenos (PIVETTA e SILVA FILHO, 2002).

Observou-se ainda que 15% (100) das espécies estão começando a interferir nas calçadas e 1% (6) já as estão prejudicando severamente (Figura 4), essas modificações deve-se principalmente ao espaço reduzido para o crescimento das raízes.

Em inventário de espécies empregadas na arborização do bairro Pontal da Cruz, São Sebastião – SP, por Matos et al. (2011), o mesmo observou que 57,24% das árvores cujo pavimento era concreto, não tinham área livre disponível para se desenvolverem, essa falta de espaço livre ocasiona uma alta frequência de danos ao calçamento, desde simples rachaduras até quebra total das calçadas, fato similar ao observado neste estudo.

Figura 4: Danos a calçadas. A. *Azadirachta indica* A. Juss. B. *Astronium* sp.



Fonte: Pesquisa direta (2014).

Observou-se em algumas calçadas a delimitação de um espaço adequado para o crescimento das espécies, com uma distância apropriada que não prejudica a circulação dos pedestres (Figura 5), também temos a presença de cerca de madeira para evitar vandalismo, situação também comentada por Pivetta e Silva Filho (2002) e Matos et al. (2011).

Figura 5: A. Cerca de madeira para evitar vandalismo. B. Calçada com espaço adequado.



Fonte: Pesquisa direta (2014).

Como exposto por Almeida e Rondon Neto (2010) a arborização das vias beneficia os transeuntes que se deslocam e também os automóveis que estacionam no acostamento dessas vias, porém se plantadas muito próximas aos muros podem provocar rachaduras pelas raízes.

Em relação à compatibilidade das espécies com a fiação elétrica (Figura 6), 24,2% (160) estão interferindo na rede elétrica, registramos espécies com altura superior a fiação elétrica, que contribui para incidentes.

Figura 6: Incompatibilidade entre as espécies vegetais e a fiação elétrica.



Fonte: Pesquisa direta (2014).

Pereira et al. (2014) também analisou esse aspecto em inventário das espécies empregadas na arborização em região Central do estado de Minas Gerais, os autores observaram que 67,25% dos indivíduos eram de espécies de grande porte, que geram conflitos com a rede elétrica.

Para Almeida e Rondon Neto (2010), “o plantio de árvores de grande porte sob a rede elétrica é possível, desde que a muda não seja plantada no alinhamento da rede e que a copa das árvores seja conduzida precocemente, através do trato cultural adequado, acima dessa rede”.

Como sugere Pivetta e Silva Filho (2002) no caso de árvores com porte inadequado para plantio sob fiação, uma opção é implantar soluções de engenharia como, redes isoladas, protegidas ou compactas, que permitam melhor convivência. A arborização deve ser feita no lado oposto à fiação e no lado da fiação recomendam-se árvores de pequeno porte e distantes 3 a 4 m dos postes de iluminação. Outra sugestão é a convivência de árvores de grande porte no lado da fiação com fios encapados com a arborização existente.



Almeida e Rondon Neto (2010) em análise da situação da arborização urbana em três cidades da região norte do Estado de Mato Grosso, constataram uma realidade que também observamos nesta pesquisa, que a ausência de planejamento e manutenção da arborização implica na reduzida variedade de espécies, no uso excessivo de espécimes exóticos e conflitos das árvores com elementos urbanos.

A arborização da área de estudo apresentou-se irregular, enquanto verificamos ruas com inúmeras espécies, outras não apresentam nenhum indivíduo. A ausência de projetos eficientes e contínuos de planejamento da arborização e falta de informação contribui com essa distribuição irregular das espécies, além da falta de uma legislação específica que oriente o planejamento da arborização, pois a escolha é de responsabilidade do morador que o faz sem observação das características da espécie, do espaço existente e dos elementos estruturais existentes, resultando em plantio desordenado, com predomínio de espécies não adaptadas à região e mais vulneráveis a pragas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do inventário realizado, registramos 661 indivíduos, pertencentes a 27 famílias botânicas e 51 diferentes espécies utilizadas na arborização. Constatamos que as espécies exóticas predominam na arborização e que existe um predomínio no uso da espécie *Azadirachta indica* A. Juss. (Nim), um risco para a disseminação de pragas. A distribuição das espécies pelas ruas é irregular e, em alguns casos estão em conflitos com elementos estruturais urbanos, como a rede elétrica e calçadas. Em relação às características fitossanitárias dos indivíduos observados, apenas 1.6% encontra-se com suas estruturas danificadas ou lesadas, principalmente por realização de podas sem orientação técnica, que torna a planta vulnerável a doenças.

Portanto, é necessária a sensibilização da população para a escolha de espécies adequadas para a arborização, adaptadas à região e ao espaço disponível, minimizando a incompatibilidade da vegetação com elementos estruturais urbanos, devendo-se também incentivar o uso de espécies nativas e ampliar a diversidade de espécies vegetais empregadas na arborização. Nesse contexto insere-se o poder público que deve orientar e auxiliar no manejo das espécies, ampliando os benefícios para a população.



REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. N.; RONDON NETO, R. M. Análise da arborização urbana de três cidades da região norte do estado de Mato Grosso. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 40, n. 4, p. 647-656, 2010.

ANDRADE, T. O. **Inventário e análise da arborização viária da estância turística de Campos do Jordão, SP**. São Paulo, 2002. 129f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, São Paulo. 2002.

ANDREATTA, T. R. et al. Análise da arborização no contexto urbano de avenidas de Santa Maria, RS. **REVSBAU**, Piracicaba, v. 6, n. 1, p.36-50, 2011.

BATISTA, F. A. *et al.* Inventário Quali-Quantitativo da Arborização Urbana na Cidade de Remígio, Paraíba. **Biofar, Rev. Biol. Farm.** Campina Grande/PB, v. 9, n. 1, p. 70-83, março/maio, 2013.

BORTOLETO, S. et al. Composição e distribuição da arborização viária da estância de água de São Pedro – OS. **REVSBAU**, Piracicaba, v. 2, n. 3, p.32-46, 2007.

CAMILO, G. A. P. V.; BREGAGNOLI, M.; SOUZA, C. A. S. Levantamento da biodiversidade florística da arborização urbana em Guaxupé – Minas Gerais. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 1, p. 61-74, abr. 2013.

CUPERTINO, M. A.; EISENLOHR, P. V. Análise florística comparativa da arborização urbana nos campi universitários do Brasil. **Biosci. J.** Uberlândia, v. 29, n. 23, p.739-750, maio/jun. 2013.

LEMES, M. A. **Arborização viária: elementos de auxílio ao planejamento e gestão desses espaços públicos**. 2013. 154 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) - Centro Universitário de Araraquara, São Paulo. 2010.

MATOS, F. P et al. Diagnóstico da arborização do acompanhamento viário do bairro Pontal da Cruz, São Sebastião – SP. In: SIMPÓSIO DE ESTUDO URBANOS, 1., 2011, Campo Mourão. **Anais...** Campo Mourão: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2014. p. 1-24.

MEDEIROS, J, A. Arborização urbana com plantas nativas na seca de 2013 na cidade de São José do Seridó/RN. **Revista Eletrônica em Gestão Ambiental, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p.908-918, maio/ago. 2014.

MONTEIRO, F. F.; SILVEIRA, A. L. C. Análise das mudanças de uso do solo e impactos climáticos: estudo de caso no bairro Dirceu Arcoverde em Teresina-PI. **Revista Equador**, Piauí, v.1, n.1, p. 42-57, jan./jun., 2013.

NETO, E. M. L. et al. Aplicação do SGI na arborização viária – unidade amostral em Curitiba - PR. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3., 2010, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2010. p. 2-6.

NEVES, C. L. P. et al. Inventário florístico da arborização urbana viária do leste do Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 18., 2014,



Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2014. p.1-10.

PEREIRA, G. A. et al. Florística da arborização viária, sob rede elétrica, na região central do Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 18., 2014, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2014. p.1-10.

PIVETTA, K. L.; SILVA FILHO, D. F. **Boletim Acadêmico:** arborização urbana. Jaboticabal: UNESP/FCAV/FUNEP, 2002.

SARTORI, R. A. O.; BALDERI, A. P. Inventário da arborização urbana do município de Socorro – SP e proposta de um índice de danos à infraestrutura das cidades. **REVSBAU**, Piracicaba, v. 6, n.43, p.68-89, 2011.

SILVA, F. F. et al. Arborização e acessibilidade em calçada: comentários sobre o deslocamento entre campi da Universidade Federal Fluminense. **REVSBAU**, Piracicaba, v. 6, n.3, p.43-63, 2011.

SOUZA, S. M. et al. Mapeamento e análise da arborização viária da cidade de Vitória, ES. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 15., 2011, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2011. p.1-4.

TOSCAN, M. A. G. Inventário e análise da arborização do bairro Vila Yolanda, do município de Foz do Iguaçu – PR. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.5, n.3, p.165-184, 2010.



CAPÍTULO 9

ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DE PRODUTOS FINAIS DE COMPOSTAGEM

Clebes Iolanda Leodice Alves
Leonice Aparecida de Fátima Alves Pereira Mourad

RESUMO

O presente artigo apresenta resultados de uma investigação, do tipo experimento, que analisou a qualidade microbiológica de produtos finais da compostagem. O tema da compostagem é de suma importância no contexto em que vivemos, especialmente pela urgência da destinação dos resíduos sólidos, matéria essa não só de recomendação ética e social, como de orientação de natureza legal, a partir da promulgação da Lei nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto 7.405/2010, que regulamentou a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A investigação evidenciou que o resultado da compostagem são produtos estáveis, ricos em matéria orgânica e sanitariamente seguros. A compostagem além de dar uma destinação adequada aos resíduos, é um processo de baixo custo e que resulta numa biomassa de alta qualidade, que pode ser usada para adubar hortas e jardins urbanos/comunitários, contribuindo para a segurança alimentar e cidades mais sustentáveis. No estudo em tela não observou-se o tempo indicado pela literatura, de sorte que a qualidade microbiana de composto final de amostra A e B de cama de aviário e grama quanto a presença de coliformes totais e termotolerantes, *Escherichia Coli*, *Salmonella* sp., *Shigella* sp e células injuriadas e células vegetativas viáveis, apresentou índices acima dos desejados.


PALAVRAS-CHAVE: Biomassa. Microbiologia. Resíduos orgânicos. Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, a urbanização, além do desenvolvimento econômico e tecnológico, são fatores que refletem as mudanças no estilo de vida das pessoas, na forma como produzimos, consumimos e, principalmente, em como e onde dispomos os bens e produtos gerados em nosso cotidiano.

É inquestionável o aumento na produção de resíduos sólidos tanto em volume quanto em qualidade do mesmo, assim como também não resta dúvida que a disposição em locais inadequados, gera impactos para a saúde do homem e para o meio ambiente, a partir da poluição de águas, solos e ar.

No Brasil, a Lei nº 12.305/2010, regulamentada pelo Decreto 7.405/2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece objetivos, diretrizes e ações a serem adotados no país, visando à gestão integrada e ao gerenciamento adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Apesar de ter sido regulamentada em 2010, a maioria de seus



instrumentos está em fase de implementação, visto que para entrar em operação, todos os entes da cadeia produtiva têm que assumir sua parcela de responsabilidade.

O artigo 3º, dentre outras formas de destinação dos resíduos sólidos de forma ambientalmente adequada, menciona a compostagem (BRASIL, 2010) que, conforme Lacerda et al., consiste num “processo biológico de transformação de resíduos orgânicos em substâncias húmicas” (LACERDA et al., 2020, p. 40755).


Ao encontro dessa ideia, Siqueira e Assad (2015) destacam que

Uma forma viável e sustentável de reciclar um volume tão grande de resíduos orgânicos - de mais de 94 mil toneladas (t) diárias, segundo IBGE (2010) - é processá-lo por meio da compostagem e aproveitá-lo na agricultura urbana e rural como adubo (SIQUEIRA; ASSAD, 2015, p. 243).

O Art. 36º da PNRS, discorre sobre a responsabilidade compartilhada que se estende por todo o ciclo de vida dos resíduos, e que deve estar em consonância com o plano municipal de gestão integrada dos resíduos sólidos, caso haja nesse âmbito. Ainda complementa no item V que “implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido” (BRASIL, 2010).

Para evitar uma sobrecarga dos aterros sanitários ou aterros controlados, se faz necessário o estímulo, através da divulgação de informações que promovam a separação da matéria orgânica, para que possa ser destinada à compostagem. A partir da mistura de restos de alimentos, folhas, palhas, restos de podas, dentre outros, obtêm-se ao fim do processo, um composto orgânico “[...] de cor escura, estável, solto, pronto para ser usado em qualquer cultura, sem causar dano e proporcionando uma melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo” (LACERDA et al., 2020, p. 40755).

A compostagem é um processo biológico que ocorre em leiras entre 90 e 120 dias, onde parâmetros físico-químicos como granulometria (entre 25 e 75 mm), temperatura, aeração (vital à atividade microbiana), o teor de umidade (entre 50 e 60%) e relação carbono/nitrogênio - C/N (30), são fundamentais no processo de compostagem, no qual microrganismos, tais como bactérias, fungos e actinomicetos, degradam a matéria orgânica através de processo aeróbico (presença de ar) em meio exotérmico, para a “obtenção de carbono e energia, transformando-a em dióxido de carbono e água. O resultado é um produto estável, rico em matéria orgânica e sanitariamente seguro” (TIENEN et al. 2020, p 46835).



A relação carbono/nitrogênio (C/N) ideal quando alcançada no processo de compostagem, resulta num produto húmico de grande utilidade na agricultura, conforme confirmam Marchi e Gonçalves (2020)

Processo aeróbico controlado de transformação biológica da matéria orgânica sobre ação de micro-organismos, resultando em um composto orgânico estável quando utilizado diretamente no solo aprimora as características físicas, físico-químicas e biológicas do mesmo (MARCHI; GONÇALVES, 2020).

A variação da temperatura é um indicativo da intensidade da atividade biológica de degradação da matéria orgânica, pois influencia a sucessão das populações microbianas nas diferentes fases de aquecimento: degradação - termofílica e maturação - mesofílica. Concordando com isso, Orrico, Lucas Junior e Orrico Junior (2007) mencionam que


Durante a compostagem, ocorrem duas fases: termofílica (45 a 65 °C), na qual será máxima a atividade microbiológica de degradação e higienização, e a fase de maturação ou cura, quando ocorrem a humificação e a produção do composto propriamente dito (ORRICO; LUCAS JUNIOR; ORRICO JUNIOR, 2007, p. 765).

A aeração é de extrema importância e é garantida, inicialmente, pela arquitetura da leira, geralmente retangulares. As leiras podem ser revolvidas de forma manual, através de pás e enxadas ou mecanicamente, através de tratores do tipo pá carregadeira. O comprimento será de acordo com o planejamento, a dinâmica do pátio de compostagem e da área disponível. Contudo, é importante que sua largura não ultrapasse 2 metros, para permitir a entrada de ar no interior (BRASIL, 2017, p. 31).

O teor de umidade do material disposto na leira pode ser monitorado pelo método de secagem em estufa ou pelo teste da mão. Esse último é muito prático e sem custo e consiste em pegar um pouco de material do interior da leira e comprimi-lo com bastante força. A umidade ideal é aquela onde a água verte entre os dedos sem escorrer.

Quanto a granulometria das partículas é necessário atentar para que não sejam muito pequenas, pois isso ocasionaria uma compactação, nem muito grandes, uma vez que uma maior área superficial dificulta a atividade microbiana, retardando as reações bioquímicas necessárias para uma compostagem eficiente.

A compostagem além de dar uma destinação adequada aos resíduos, é um processo de baixo custo e que resulta numa biomassa de alta qualidade, que pode ser usado para adubar hortas e jardins urbanos/comunitários, garantindo também a segurança alimentar e o surgimento de cidades mais sustentáveis, sob o ponto de vista ambiental e econômico.



Desta forma, justifica-se o relato da presente investigação, que analisou as amostras A e B de compostos finais gerados a partir do processo de compostagem, de sorte a evidenciar a importância desse processo.

OBJETIVOS

Objetivo geral

- Avaliar a qualidade microbiana de compostos finais de processo de compostagem.

Objetivos específicos

- Avaliar a qualidade microbiana de composto final de amostra A de cama de aviário e grama quanto a presença de coliformes totais e termotolerantes, *Escherichia Coli*, *Salmonella sp.*, *Shigella sp* e células injuriadas e células vegetativas viáveis.
- Avaliar a qualidade microbiana de composto final de amostra B de cama de aviário e grama quanto a presença de coliformes totais e termotolerantes, *Escherichia Coli*, *Salmonella sp.*, *Shigella sp* e células injuriadas e células vegetativas viáveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

Esse estudo ocorreu a partir da coleta de amostras do produto final do processo de compostagem de cama de aviário e grama. A primeira amostra permaneceu na leira de compostagem por 40 dias, enquanto que a amostra B permaneceu a metade, ou seja, 20 dias.


Após a coleta, acondicionou-se as amostras em recipientes plásticos, devidamente higienizados e identificados quanto a precedência, que foram mantidos refrigerados em caixas térmicas até a chegada no laboratório, onde ficaram sob refrigeração até o momento da execução das análises.

Análises microbiológicas

Materiais do ensaio

Para a análise microbiológica das amostras de compostos finais do processo de compostagem utilizou-se os seguintes materiais:

- Potes higienizados;
- Caixa térmica;

- 
- Tubos de ensaio/tubos de Durham;
 - Alça de inoculação;
 - Pipetadora automática e ponteiras;
 - Placas de Petri;
 - Homogeneizador;
 - Meios de cultura:
 - Caldo LST (Lauril sulfato triptose);
 - Caldo Bile Verde Brilhante (BVB);
 - Caldo Escherichia Coli (EC);
 - Caldo Rappaport Vassiliadis;
 - Caldo Selenito-Cistina;
 - Ágar Salmonella Shigella (SS) e
 - Ágar Xilose Lisina Desoxicolato.
 - Estufa;
 - Alça de platina.


Execução do ensaio

A execução do experimento foi dividida em três etapas, iniciando-se pelo processo de pré enriquecimento, que consiste na pesagem de 25g de cada amostra e posterior acréscimo de 225 ml de água peptonada tamponada 1%. A peptona é um nutriente que enriquecerá essas amostras, estimulando o desenvolvimento das células injuriadas e vegetativas viáveis que estão na forma latente. A mistura será homogeneizada por aproximadamente 120 segundos em homogeneizador (“Stomacher 80 Laboratory Blender Seward Arial”) e incubada a 37°C por 24h.

Na etapa seguinte (enriquecimento seletivo), transferiu-se com ajuda da pipetadora, as amostras de cada composto incubados anteriormente para 9ml de meio de cultura de água salina estéril em três frascos, pelo método de diluição seriada 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} .

Para a etapa presuntiva para coliformes, para cada frasco 10-1, 10-2 e 10-3 utilizamos 3 tubos com caldo LST(Lauril Sulfato Triptose), depois sendo incubados em temperatura de 35 °C, por até 48 horas.

Já na etapa seguinte, de confirmação para coliformes totais e termotolerantes, realizou-se a repicagem dos tubos que positivaram na etapa presuntiva, ou seja, aqueles tubos que apresentaram fermentação e formação de gás no tubo de Duran, para tubos contendo caldo EC



para coliformes termotolerantes e caldo BVB para coliformes totais. Realizou-se essa técnica em triplicada para uma maior precisão dos resultados.

O tempo de incubação para os tubos com caldo EC foi de 48 h a temperatura de 35 °C. Já para os que continham o caldo BVB foi de 24 a 48h em temperatura de 45 °C.

Para a realização da etapa seletiva, realizada em triplicata, pipetou-se alíquotas de 0,1mL das amostras pré enriquecidas e transferidas para tubos (10-1, 10-2 e 10-3) contendo 10mL de caldo Rappaport Vassiliadis (RV - OXOID® CM 669) e 1,0 mL para tubos contendo 10mL de caldo Selenito-Cistina (SC - MICROMED® 2087). Ambos foram incubados a 41°C ± 0,5°C, sob agitação mecânica constante de água por 24 horas. Os caldos utilizados nessa etapa, garantem a seleção dos microrganismos de interesse deste estudo.

Finalmente, para verificar o crescimento diferencial dos microrganismos, utilizou-se a alça de platina devidamente flambada, para transferir amostras para placas de Petri, devidamente identificadas, que continham dois meios de cultura seletivos: o Ágar Salmonella Shigella (SS) e Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD), por meio da técnica de esgotamento em estrias. Cada tubo foi transferido para duas placas de Petri, e levados em seguida para incubar em estufa, a uma temperatura de 37°C por 24 horas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na etapa de confirmação para coliformes totais e termotolerantes estão descritos na tabela abaixo (tabela 1).

Tabela 1 – Resultados da etapa Confirmativa para coliformes totais (CT e coliformes termotolerantes (CTT))

Concentrações	Amostra A		Amostra B	
	CT	CTT	CT	CTT
10 ⁻¹	3	2	3	3
10 ⁻²	1	1	3	2
10 ⁻³	0	0	2	2

Fonte: Alves, Mourad, 2021.

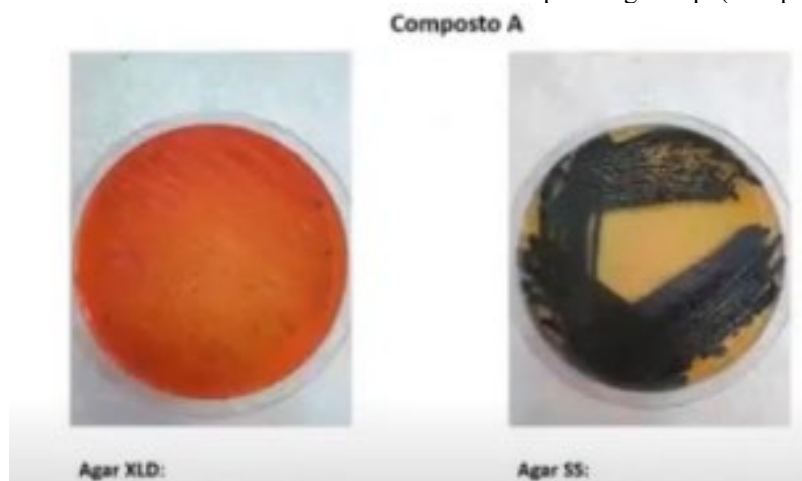
Diante disso, pode-se afirmar que ambas as amostras de compostos resultantes de compostagem estão contaminadas com coliformes totais e também com coliformes termotolerantes.

Os resultados obtidos acima quando comparados com a tabela do Número Mais Provável, apresenta os seguintes resultados:

- Composto A para coliformes totais é de 11 NMP/g e seu intervalo mínimo é de 3,5% e o máximo de 26%. Já para coliformes termotolerantes, é de 6,8 NMP/g, com intervalo mínimo de 1,8% e o máximo de 17%.
- Composto B para coliformes totais foi de 24 NMP/g com intervalo mínimo de 9,8% e máximo de 70% e para termotolerantes foi de 20 NMP/g, intervalo mínimo de 6,8% e máximo de 40%.

Referente a análise dos resultados obtidos na etapa de crescimento diferenciado, pode-se afirmar que o composto A, que continha o Agar XLD, apresentou crescimento de colônias vermelhas com centros pretos, que confirma a presença de *Salmonella* sp, e também crescimento de colônias vermelhas, indicando presença de *Shigella* sp. (figura 1). Já a placa com o ágar SS (*Salmonella Shigella*), apresentou crescimento colônias incolores com centro preto, indicando a presença de *Salmonella* sp.

Figura 1 – Placas de crescimento seletivo *Salmonella* sp. e *Shigella* sp. (Composto A)



Fonte Agustini, 2021.

O composto B apresentou como resultado para o Ágar XLD, o crescimento de colônias vermelhas com centros pretos e colônias vermelhas, que indicam a presença de *Salmonella* sp. e *Shigella* sp., respectivamente. Houve também o crescimento de colônias amarelas no meio de cultura SS, que indica a presença de EC (figura 2). Na placa de Petri que continha o meio de cultura Ágar SS, houve a formação de colônias incolores (*Shigella* sp.) e incolor com o centro preto (*Salmonella* sp.).



Figura 2 – Placas de crescimento seletivo *Salmonella* sp. e *Shigella* sp. (Composto B)



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como propósito, a avaliação da qualidade microbiológica de compostos finais de processo de compostagem com diferentes tempos de permanência na leira (40 e 20 dias).

Durante o processo de compostagem dos resíduos orgânicos, ocorre a liberação de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio da matéria orgânica. Desta forma, é gerada uma biomassa que pode ser utilizada como fertilizante orgânico para os mais diversos fins, como jardinagem, cultivo de plantas, entre outros.

Os NMPs de coliformes totais e fecais encontrados nas amostras do produto final demonstram a ineficiência do processo de compostagem, uma vez que não houve redução desses patógenos. Verificou-se também a presença de *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Shigella* sp. Isso decorre do tempo inadequado do processo de compostagem, que deve ser entre 90 e 120 dias, para que todas as fases do processo sejam atingidas.

Apesar do composto A - que ficou mais tempo na leira, ter apresentado resultados melhores que o composto B, as amostras de compostos finais do processo de compostagem, apresentaram resultados insatisfatórios, uma vez que não atingiram a redução do número de patógenos, fato esse importante para a não contaminação dos locais onde esses compostos serão aplicados.

Nesse contexto recomenda-se de forma enfática a observância do tempo de leira estabelecido pela literatura especializada.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. DOU. Brasília: Câmara dos Deputados. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em 23 Ago 2021.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação**. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília: MMA, 2017. Disponível em: http://ifbonillo.org.br/wp-content/uploads/2020/05/Compostagem_metodo_UFSC_leiras_estaticas_aeracao_passiva_manual-orientacao_mma_2017.pdf. Acesso em 12 set 2021.

LACERDA, Kênia Alves Pereira et al. Compostagem: alternativa de aproveitamento dos resíduos sólidos utilizando diferentes modelos de composteiras. **Brazilian Journal of Development**. V. 6, n. 6, p. 40753-40763, jun. 2020. Curitiba, 2020 Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/12194/10242>. Acesso em 23 ago 2021.

MARCHI, Cristina Maria Dacach Fernandez; GONÇALVES, Isadora de Oliveira. Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior. **Revista Monografias Ambientais da Universidade Federal de Santa Maria**. V. 19, ed. 1, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/41718/html>. Acesso em 23 ago 2021.

ORRICO, Ana C. A.; LUCAS JÚNIOR, Jorge de; ORRICO JÚNIOR, Marco A. P. Alterações físicas e microbiológicas durante a compostagem dos dejetos de cabras. **Engenharia Agrícola**. V. 27, n. 3, p. 764-772, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162007000400020>. Acesso em 23 ago 2021.

SIQUEIRA, Thais Menina Oliveira de; ASSAD, Maria Leonor Ribeiro Casimiro Lopes. Compostagem de resíduos sólidos urbanos no estado de São Paulo (Brasil). **Ambiente & Sociedade**. V. 18, n. 4, p. 243-264, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC1243V1842015>. Acesso 23 Ago 2021.

TIENEN, Yankha Myllena da Silva Van et al. Avaliação da compostagem e vermicompostagem para biodegradação da matéria orgânica. **Brazilian Journal of Development**. V. 6, n. 7, p. 46833-48639, jul. 2020. Curitiba, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/13204/11100>. Acesso em 12 set 2021.



CAPÍTULO 10

USO DO SENSORIAMENTO REMOTO NO ESTUDO SOBRE ILHA DE CALOR NO MUNICÍPIO DE ANÁPOLIS – GO

DOI: 10.47402/ed.ep.c2022193910115

Thiago Santoro Baptista Tirelo
Margareth Santoro Baptista de Oliveira

RESUMO

O crescimento urbano e a urbanização têm sido os principais vetores de transformação socioeconômica e demográfica global e do processo de modernização da sociedade, determinando a dinâmica das cidades, reconfigurando as estruturas familiares, a organização social e as relações de trabalho. Apesar das iniciativas inovadoras e inteligentes que proporcionam melhoria na qualidade de vida, a problemática gerada em função das atividades antropogênicas é assunto em destaque na comunidade científica por acelerar inexoravelmente os processos de degradação ambiental. A intensificação do efeito estufa é um dos processos, gerando alterações locais no balanço de energia e radiação que podem ser associadas à formação das ilhas de calor (IC) – fenômeno climático que ocorre a partir da elevação da temperatura de uma área em relação a seus arredores (escala local), como também em escala regional (zona urbana comparada a zona rural). A expansão da mancha urbana ocasiona a formação de um microclima urbano, representado por aumento de temperatura dessa região, caracterizando uma IC. A partir de conceitos e variáveis termodinâmicos, tem-se empregado o sensoriamento remoto (SR) por oferecer informações relacionadas ao comportamento da temperatura de superfície e sua magnitude, de forma a contribuir para compreensão do comportamento da IC na tentativa de propor opções de adaptação e mitigação dos processos vivenciados fornecendo subsídios imprescindíveis para o desenvolvimento de estudos à gestão urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Sensoriamento remoto. Ilha de calor. Mudanças climáticas. Interdisciplinaridade.

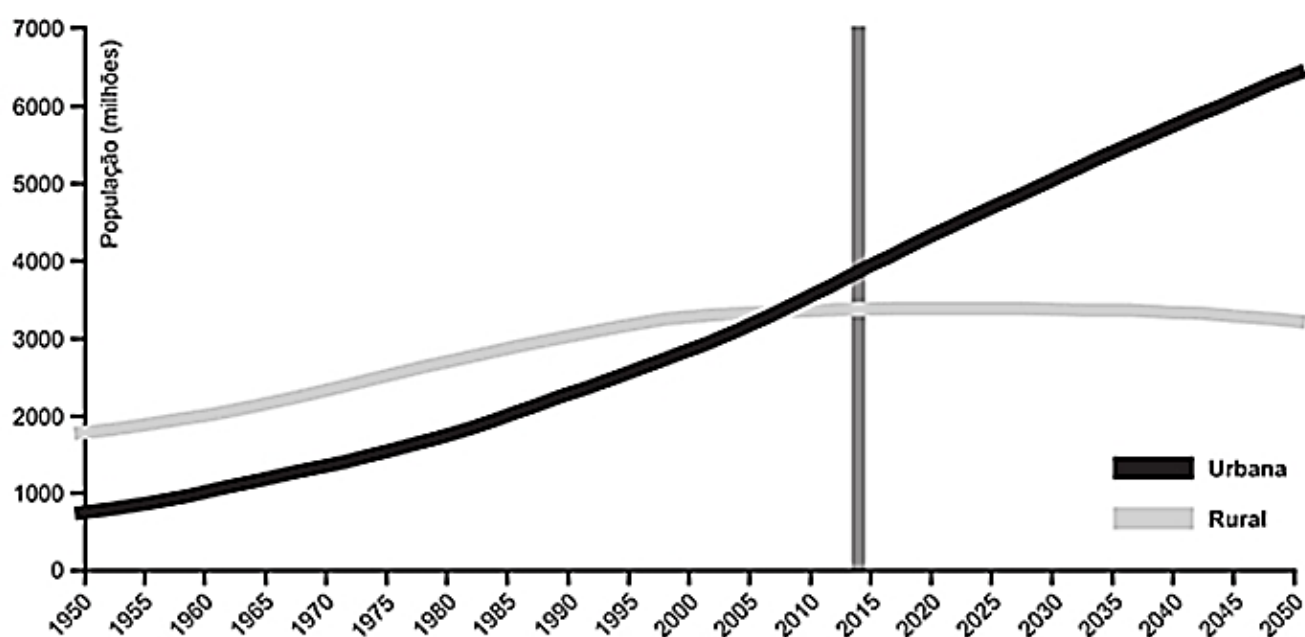
INTRODUÇÃO

O aquecimento global, associado as mudanças climáticas, instituiu-se numa das principais discussões da sociedade, tanto na questão de como entendê-lo profundamente assim como das possíveis repercussões sobre a vida das gerações futuras. Nosso planeta constitui um sistema dinâmico, sofrendo transformações independentemente de ações antrópicas. Contudo, por meio da atividade do homem, esse dinamismo natural começou a ser desestabilizado a partir da segunda metade do século XVIII com a primeira Revolução Industrial, o que gerou profundas transformações na economia mundial, no processo produtivo e nas relações de trabalho (PITTON, 2009). O crescimento urbano e a urbanização têm sido os principais vetores de transformação socioeconômica e demográfica global e do processo de modernização da sociedade (BRITO, HORTA e AMARAL, 2001). Fatores econômicos, sociais, políticos e culturais, sustentam e determinam a dinâmica das cidades de forma a ditar a urbanização,

reconfigurando as estruturas familiares, a organização social e as relações de trabalho. Contudo, a urbanização é uma tendência que veio para ficar e, apesar das iniciativas inovadoras e inteligentes que proporcionam melhoria na qualidade de vida, a problemática gerada em função das atividades antropogênicas é assunto em destaque na comunidade científica.

O crescimento da população urbana acontece em nível mundial. Em 1950, mais de dois terços da população do planeta vivia em área rural; contudo, em 2007 a população urbana ultrapassou esse marco, mantendo-se predominante desde então, segundo o relatório World Urbanization Prospects, produzido pela Divisão das Nações Unidas (Figura 1).

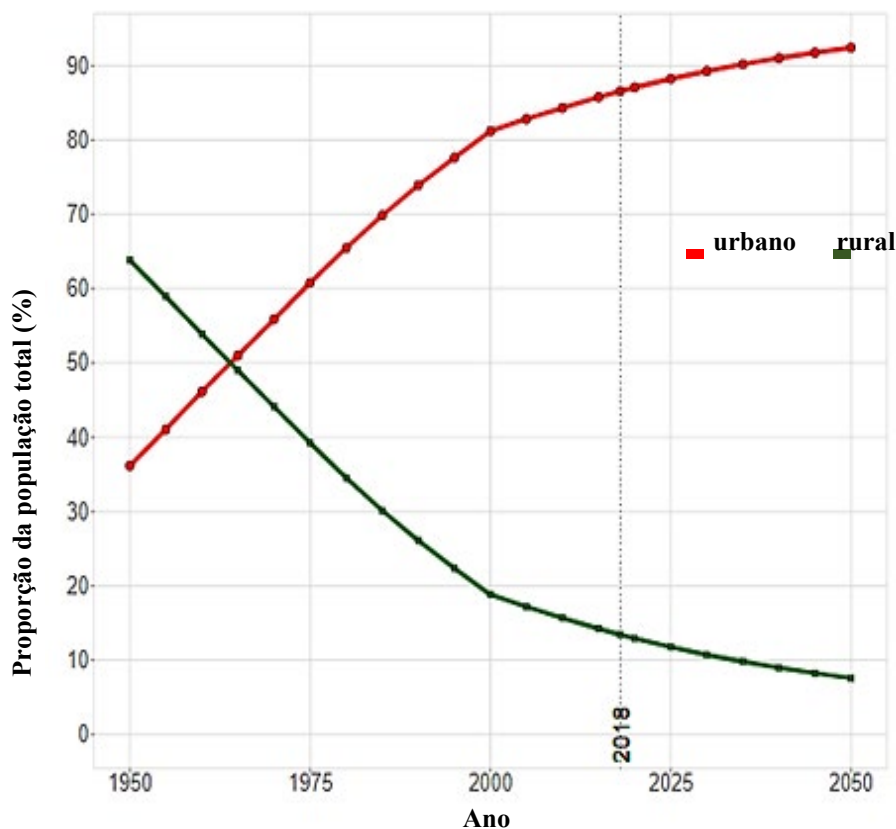
Figura 1: População urbana e rural no mundo 1950 - 2050



Fonte: World Urbanization Prospects – Departamento das Nações Unidas para Assuntos Econômicos e Sociais (DESA)

No Brasil, a transição de um país rural para um urbano (Figura 2), iniciado na década de 1960 com a implementação do Plano de Metas do governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961) modificando radicalmente a estrutura produtiva do país, desencadeou impactos ambientais, gerando consequências sobre o meio ambiente natural, devido a migração e o êxodo rural descontrolados, acelerando inexoravelmente os processos de degradação ambiental por meio do inchaço dos grandes centros (IPEA, 2010; COELHO, 2001).

Figura 2: População urbana e rural no Brasil como porcentagem da população total, 1950-2050



Fonte: World Urbanization Prospects – Departamento das Nações Unidas para Assuntos Econômicos e Sociais (DESA)

Esse crescimento urbano, além de acelerado, também é desordenado, não se distribuindo igualmente por todo o território nacional, como retratado na Tabela 1 a seguir, engendrando discrepância territorial o que resulta em tipologias e arranjos urbanos e regionais heterogêneos numa dinâmica de desenvolvimento desigual, trazendo sérios problemas sociais e ambientais, como a criminalidade, desmatamento, poluição (MOURA, 2009).

Tabela 1: Taxa de Urbanização

Região	1940	1950	1960	1970	1980	1991	2000	2007	2010
Brasil	31,24	36,16	44,67	55,92	67,59	75,59	81,23	83,48	84,36
Norte	27,75	31,49	37,38	45,13	51,65	59,05	69,83	76,43	73,53
Nordeste	23,42	26,4	33,89	41,81	50,46	60,65	69,04	71,76	73,13
Sudeste	39,42	47,55	57	72,68	82,81	88,02	90,52	92,03	92,95
Sul	27,73	29,5	37,1	44,27	62,41	74,12	80,94	82,9	84,93
Centro									
Oeste	21,52	24,38	34,22	48,04	67,79	81,28	86,73	86,81	88,8

Fonte: IBGE, Censo demográfico 1940-2010. Até 1970 dados extraídos de: Estatísticas do século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007 no Anuário Estatístico do Brasil, 1981, vol. 42, 1979.




Os impactos gerados pela urbanização, a partir do crescimento urbano, extrapolam a superfície de solo ocupada, exemplificados pela degradação ambiental e social, de forma a alcançar a atmosfera urbana contribuindo, assim, para intensificação do efeito estufa e do aquecimento global (JATOBÁ, 2011). A alteração de paisagens naturais impactam de forma degradadora o meio ambiente com efeitos sinérgicos e persistentes. A intensificação do efeito estufa, ocasionada pelo aumento de poluentes na atmosfera decorrentes das atividades antrópicas, é uma das causas de intensas modificações no meio ambiente, gerando alterações locais no balanço de energia e radiação que podem ser associadas à formação das ilhas de calor (IC). IC é um fenômeno climático que ocorre a partir da elevação da temperatura de uma área urbana se comparada a uma zona rural, por exemplo (FREITAS, s/d), e está relacionado às atividades humanas sobre a superfície e sua repercussão na troposfera inferior (FIALHO, 2012).

Sendo assim, pretende-se realizar estudo do fenômeno de ilha de calor no município de Anápolis – GO tendo como corte temporal período de 1999, 2009 e 2019, valendo-se de dados de sensoriamento remoto para estimar valores de temperatura da superfície de áreas do município e técnicas de geoprocessamento para investigação do fenômeno.

O FENÔMENO DE ILHAS DE CALOR (IC)

A atmosfera terrestre, em decorrência de sua composição química e estrutura, interage com a radiação eletromagnética – do ultravioleta ao infravermelho, predominando a faixa espectral da luz visível (400 nm – 700 nm) – proveniente do Sol. Parte já é refletida pela própria atmosfera; a camada de ozônio absorve consideravelmente a radiação ultravioleta, e a radiação na faixa do visível atinge a superfície aquecendo-a. Parte dessa radiação é emitida como radiação infravermelha e é absorvida pelos gases naturais do efeito estufa – fenômeno atmosférico natural que mantém o equilíbrio térmico permitindo a vida no planeta – presentes na atmosfera (TOLENTINO e ROCHA-FILHO, 1998). Contudo, o problema reside quando a infraestrutura urbana promove uma transformação na morfologia e estrutura do ambiente urbano a partir da redução de áreas de vegetação e corpos hídricos, de construções habitacionais com superfícies verticais e com utilização excessiva de “materiais urbanos” – asfalto, cimento, concreto, cujos valores de albedo reduzidos indicando maior quantidade de energia solar absorvida (GIONGO *et al.*, 2010) –, atividades industriais e circulação de veículos automotores, emitindo gases poluentes na atmosfera por meio de seus processos de combustão, todos esses fatores acarretam alterações nos processos dinâmicos da atmosfera e, conseqüentemente, nos componentes climáticos (AMORIM *et al.*, 2009).



A expansão da mancha urbana⁴(MOSCHEN Jr. e ADAOJR, 2013) com sua arquitetura, forma um microclima⁵ urbano (MARTINI e BIONDI, 2015), representado por aumento de temperatura dessa região, isto é, surge uma ilha de calor, fenômeno climático que ocorre a partir da elevação da temperatura de uma área urbana se comparada a uma zona rural – relacionada justamente às atividades antrópicas (MIYAMOTTO, 2011 de sou), além de poder ocorrer numa escala local a partir da elevação da temperatura de uma área em relação a seus arredores (WENG *et al.*, 2004, *apud* MOREIRA e NÓBREGA, 2011, p. 0768). O aparecimento de uma IC desponta pelo aumento de gases tóxicos lançados na atmosfera e, com a diminuição de áreas de vegetação e corpos hídricos, aumento de áreas impermeabilizadas, além da concentração e verticalização de construções, dificultando a circulação do ar – processo de convecção – para dispersão dos poluentes, que também resulta na intensificação do efeito estufa.

Outro fenômeno reforçado pela concentração de poluentes retidos nas regiões próximas à superfície terrestre, contribuindo para o fenômeno de IC, é a ocorrência da inversão térmica, que corresponde à inversão das camadas atmosféricas (em escala bem localizada) de forma que o ar frio permanece em baixas altitudes e o ar quente, que é menos denso, nas camadas mais elevadas, devido à troca de calor. Dessa maneira, verifica-se uma desestabilização momentânea da circulação atmosférica (as tais correntes de convecção) e, conseqüentemente, alteração na temperatura.

Segundo De Sousa *et al.* (2018), ilha de calor é considerada uma das conseqüências imediata do processo de urbanização. Seus efeitos extrapolam o desafio da adaptação humana, desde impactos ambientais como erosões, assoreamentos, inundações, escorregamentos de massa, etc. até o aumento do consumo de energia elétrica, contribuindo para o agravamento da crise ambiental. Por isso, surge a necessidade do exercício de um planejamento urbano sustentável – objetivo, desvinculado de interesses políticos e alicerçado ao fazer científico –, com contexto socioeconômico amplo que promova sustentabilidade ambiental.

SENSORIAMENTO REMOTO E ILHA DE CALOR (IC)

A Termodinâmica, com seus conceitos e suas variáveis, contribui para análise e compreensão do fenômeno de IC, na tentativa de propor opções de adaptação e mitigação dos processos vivenciados. Para identificação das IC, tem-se empregado o sensoriamento remoto

4 Expressão geográfica que representa a área onde efetivamente há construções, ruas, casas,

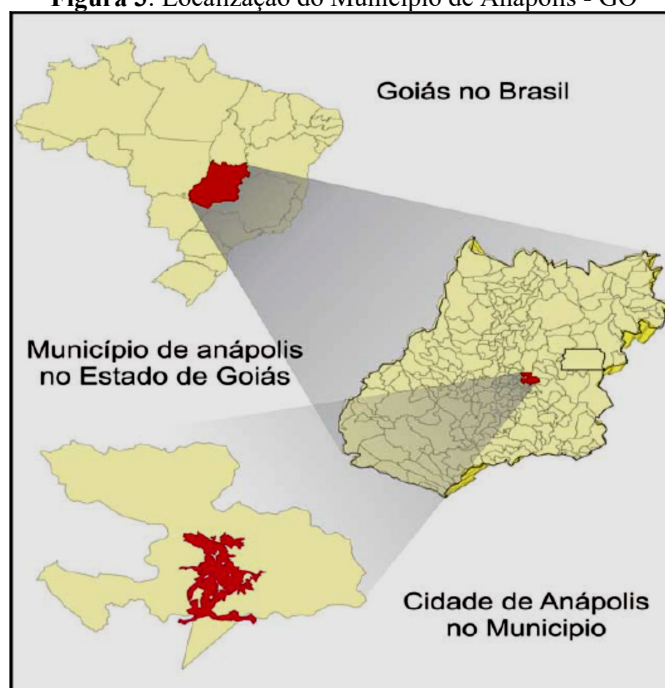
5 O processo de urbanização provoca alterações significativas no ambiente natural sendo a alteração climática um aspecto comum ocasionando a elevação da temperatura local.

(SR) por oferecer, com base em imagens de satélite – extraídas, identificadas pelos dados das bandas termais e processadas – informações necessárias relacionadas ao comportamento da temperatura de superfície e sua magnitude, contribuindo para uma melhor compreensão do comportamento da IC (BARROS, 2009; GARDONA, 2017). Além disso, o benefício no uso de imagens de satélite reside no fato de se investigar essas regiões sem contato físico direto, já que sensores que captam a energia emitida ou refletida pelas regiões delimitadas para o estudo (NOVO, 2000).

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO


Este trabalho teve como área de estudo o município de Anápolis, localizado na região central do estado de Goiás, pertencendo ao Planalto Central Brasileiro (Figura 3), a 16° 17' 2'' de latitude sul e 48° 56' 41'' de longitude oeste. A população municipal contabilizada no censo de 2010 é de 334.613 habitantes, sendo que 98,2% corresponde a população residente urbana e 1,8% a população residente rural (IBGE, 2010), caracterizando-o como um município urbano.

Figura 3: Localização do Município de Anápolis - GO



Fonte: PINTO, J. V. C.; CORREA, E. A. L. **Descentralização e segregação sócio-espacial em Anápolis/GO – o caso do bairro Jundiá.** In: simpósio Internacional sobre Cidades Médias, 2., 2006, Uberlândia. Anais. Uberlândia: UFU, 2006, p. 1-15.

O município se destaca por ter localização privilegiada entre a Capital do Estado e a Capital Federal, pertencendo ao Eixo de Desenvolvimento Goiânia- Anápolis-Brasília, que possui importância econômica, estratégica e logística (CAMARGO, 2013). Destaca-se pela presença do Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA) e do Porto Seco de Anápolis,



importantíssimos para a economia municipal. A partir da década de 80, com a construção do DAIA e do anel viário da BR-153, assim como, liberações de construções de novos lotes por meio de leis estaduais e federais, a cidade começou a passar por expansão de sua mancha urbana, de forma desordenada, não levando em conta impactos sociais e ambientais (BRITO e SILVA, 2019). Para exemplificar, segundo Ribeiro e Vitorino (2016), é destaque, dentre outros, o problema do descarte dos resíduos sólidos sem o tratamento apropriado o que gera impactos negativos para a população.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Foram usadas imagens orbitais do sensor TM (Thematic Mapper) do satélite Landsat 5 e do sensor TIRS (Thermal Infrared Sensor) do satélite Landsat 8, para estimativa do comportamento da temperatura de superfície (TS) do município de Anápolis-GO. Tais imagens foram adquiridas por meio do site do Serviço Geológico Americano (USGS), plataforma Earth Explorer, da órbita 222 - ponto 71, dos satélites Landsat 5 (com resolução 8 bits), para os anos de 1999 e 2009, e Landsat 8 (resolução 16 bits), para o ano de 2019. Para pesquisa da TS utilizou-se as bandas do infravermelho termal, correspondente 6 (resolução espacial 120 m) e 10 (resolução espacial de 100 m), do Landsat-5 (sensor TM) e 8 (sensor TIRS), respectivamente. As datas selecionadas foram 31/08/1999, 11/09/2009 e 22/08/2019, escolhidas por apresentarem reduzida cobertura de nuvens no quadrante sobre o município de Anápolis já que atuam diretamente nos processos de absorção e espelhamento da radiação solar incidente na Terra. Os procedimentos descritos a seguir foram realizados com auxílio do software QGIS 2.18 e da plataforma MapBiomias.

As imagens selecionadas foram manipuladas com o uso do software QGIS 2.18, ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), gerando arquivos com extensão .tiff, por meio do código Semi-Automatic Classification Plugin utilizado para a classificação semiautomática de imagens de sensoriamento remoto mediante o cálculo automático das assinaturas espectrais das áreas selecionadas, permitindo a visualização das mesmas por meio de um gráfico (CONGEDO, 2015), em que as bandas 6 e 10 foram convertidas de termais para temperatura de brilho – é a temperatura que um corpo negro deveria ter para emitir a mesma quantidade de radiação espectral de um corpo real (ROSA, 2007).

Em seguida, foi realizado o download de mapas de uso e cobertura do solo para 1999, 2009 e 2019, por meio da plataforma Map Biomias, utilizando-os como parâmetro para reclassificar a banda de temperatura de brilho para emissividade, seguindo o método de Batista

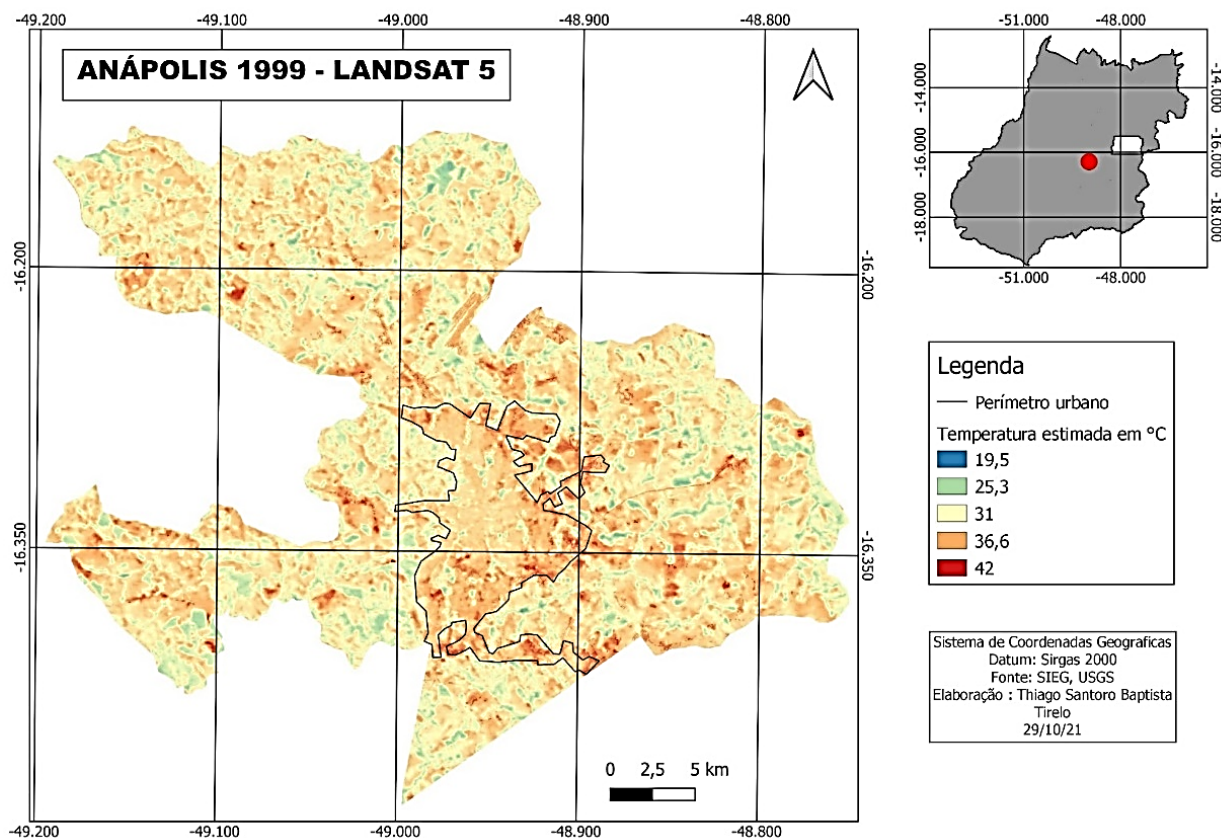
(2020). Para a melhor visualização da superfície, foram escolhidas imagens tiradas entre os meses de agosto e setembro por ser a estação seca na região e a cobertura de nuvens estar baixa. Estas imagens, obtidas gratuitamente no formato “.tif” através da plataforma Earth Explorer, disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

Após realizado o download dos arquivos, a camada de uso e cobertura da terra foi reclassificada por meio de um valor de emissividade para cada camada de uso e cobertura da terra, seguindo o critério: água = 0,98; construções = 0,94; vegetação = 0,98; solo exposto = 0,93, e pasto = 0,97. Com isso, a camada reclassificada foi unida com a camada e temperatura de brilho e obteve-se uma camada .tiff da Temperatura Superficial Estimada em K (Kelvin) convertida para °C (grau Celsius), para cada data selecionada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados de temperatura superficial estimada em conjunto com informações de uso e ocupação do solo, configuram um indicador importante para estimativa de IC. Após seguir os procedimentos descritos anteriormente, foram gerados cinco mapas de Temperatura Superficial Estimada para análise (Figuras 4, 5 e 6).

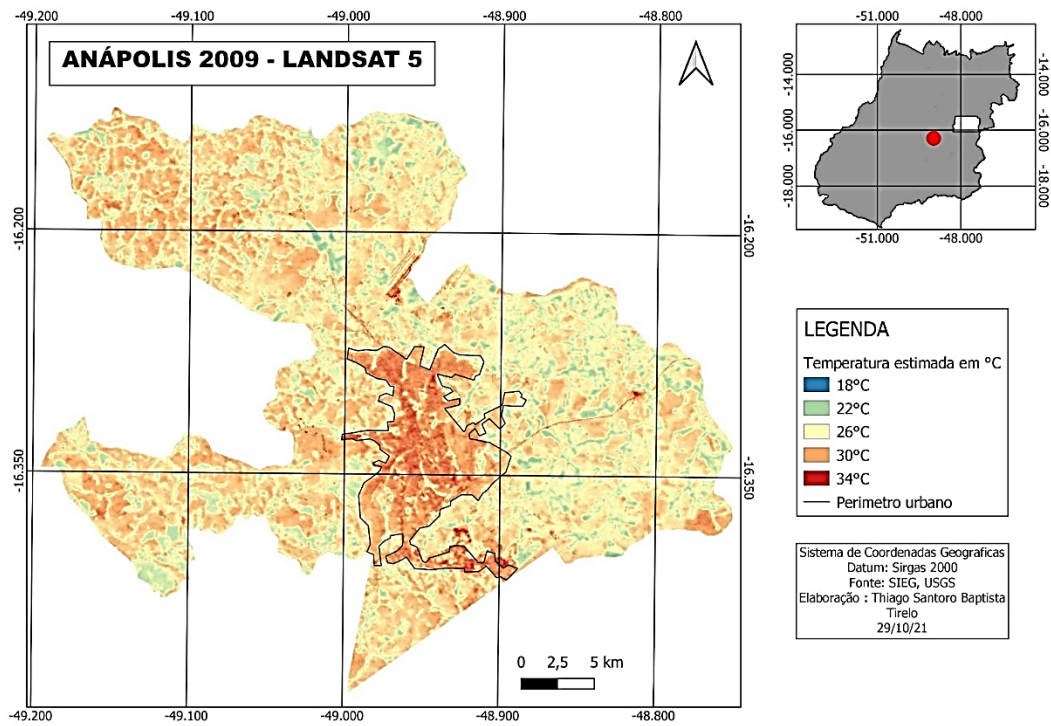
Figura 4: Temperatura Superficial Estimada – 31/08/1999



Fonte: Arquivo pessoal

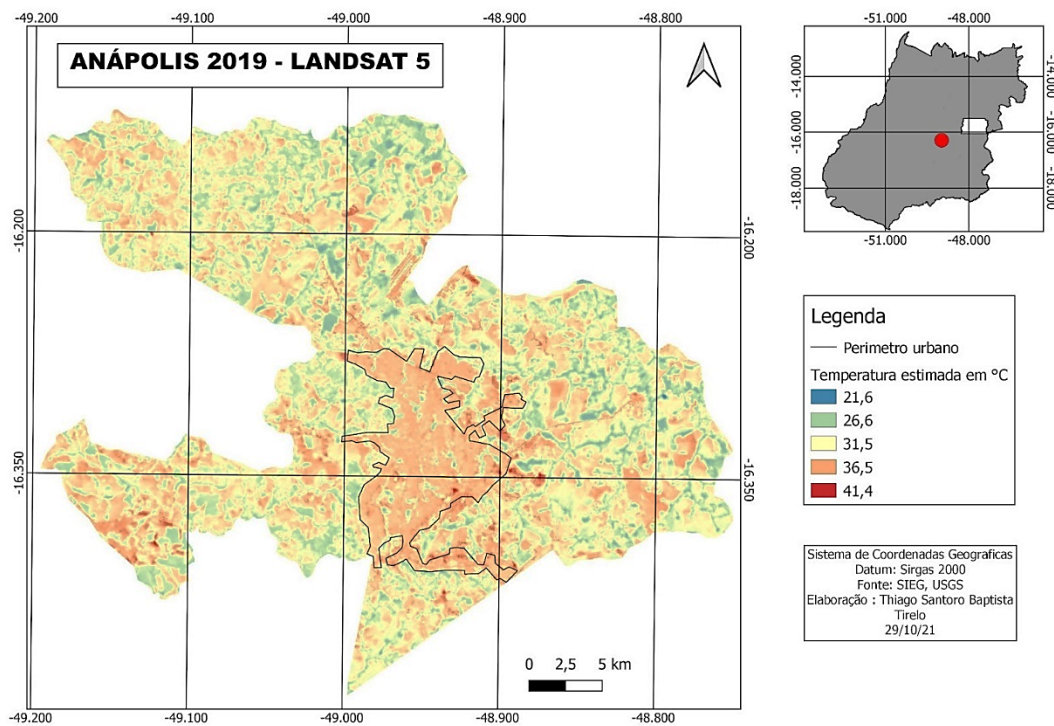


Figura 5: Temperatura Superficial Estimada – 11/09/2009



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 6: Temperatura Superficial Estimada – 22/08/2019

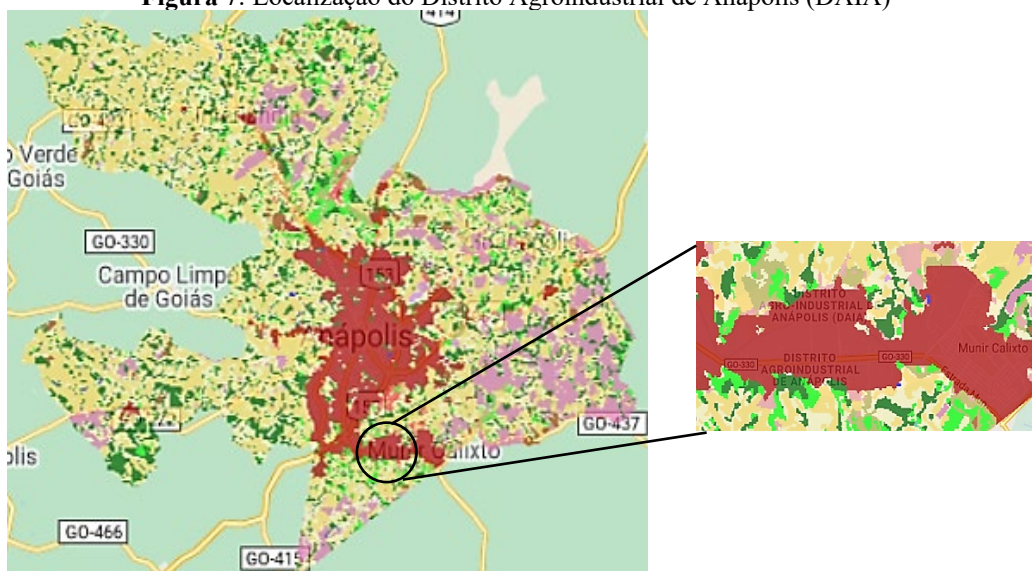


Fonte: Arquivo pessoal

Analisando os mapas gerados, no ano de 1999, percebe-se que grande parte da zona rural do município atinge temperaturas em torno de 25°C e 36°C, com algumas regiões pertencentes atingindo temperatura máxima. Pode-se pressupor que a diminuição da vegetação local, devido a área ser usada para fins agrícolas, seja um fator que justifique esse registro.

Comparando a zona rural com a zona urbana é notável que esta concentra as maiores temperaturas registradas, entre 31°C a 42°C. Destaca-se que as regiões na zona urbana que concentram a maior ocorrência de temperatura máxima são áreas de grande adensamento de construções, pouca cobertura vegetal e impermeabilização do solo, como a região central, além da região onde está localizado o DAIA - na porção sul do perímetro (Figura 7) - e a porção no extremo leste da cidade.

Figura 7: Localização do Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA)

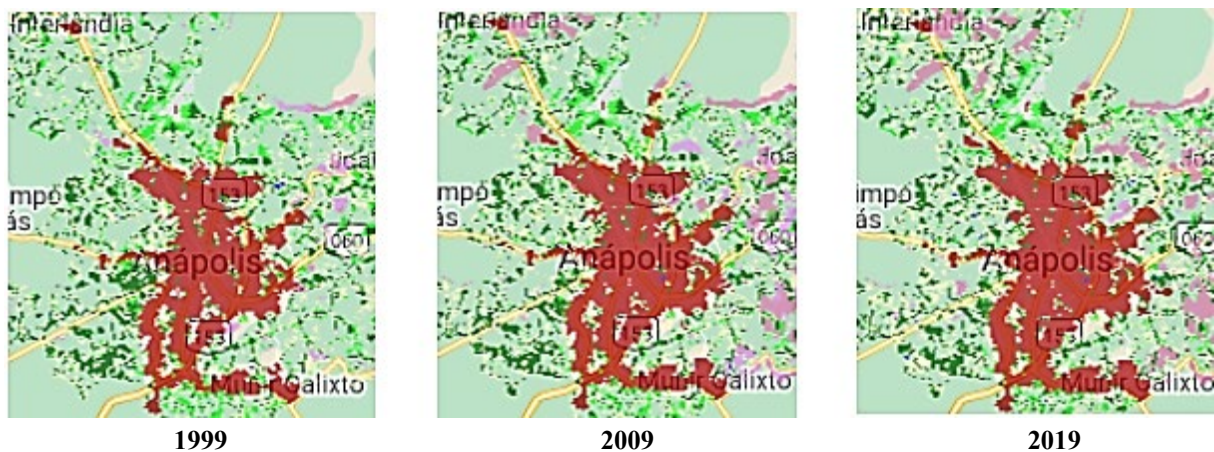


Fonte: Arquivo pessoal (MapBiomias)

Essas áreas são caracterizadas por conterem baixa cobertura vegetal, quase totalmente impermeabilizadas, o que contribui para a concentração de calor e aumento da temperatura superficial.

Identifica-se uma elevação da temperatura mínima registrada ao passar dos anos, na área urbanizada (Figura 8), onde a mínima era de 18°C e subiu para 25°C, demonstrando um aquecimento da superfície.

Figura 8: Expansão da área urbanizada (região vermelha) nos anos de 1999 – 2009 - 2019



Fonte: Arquivo pessoal (MapBiomias)

Isso ocorre, provavelmente, devido aos materiais das coberturas como telhados metálicos, da morfologia urbana e processos industriais, como no DAIA. São áreas caracterizadas por conterem baixa cobertura vegetal – área arborizada reflete mais a radiação incidente do que absorve –, quase totalmente impermeabilizadas, o que contribui para a concentração de calor e aumento da temperatura superficial, já que a água da chuva escoando diretamente para as canalizações, reduz a evaporação e, conseqüentemente, a umidade do ar. Com isso, a energia reemitida pelos “materiais urbanos”, fica retida na atmosfera contribuindo para elevação da temperatura.

As imagens processadas não foram tão sofisticadas em virtude da escolha do software QGIS. Sua escolha ocorreu em virtude de utilização e por ser uma interface mais intuitiva e com ferramentas mais simples de manuseio, bem como por trabalhar com os principais formatos de arquivos usados pelos SIG's (.tiff, .shp). Entretanto, esse software trata das camadas de uma maneira muito genérica e possui uma quantidade menor de funções se comparado a softwares mais complexos disponíveis, como o SPRING, esse sendo o mais recomendado (PAIVA, 2014).

O SPRING, devido sua interface mais complexa e por possuir um formato próprio de arquivo não reconhecido por outros programas, é recomendado para pessoas com maior conhecimento técnico em geoprocessamento. Trabalhos que exijam mais recursos, como análise de Dados e processamento digital de imagens, necessitam desse software para serem executados (PAIVA, 2014).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A expansão do perímetro urbano do município de Anápolis, nessas últimas duas décadas, retrata que o processo de urbanização tem um papel de destaque no que se diz respeito ao aquecimento observado, evidenciando a complexidade das interações climáticas locais. Nesse contexto, o uso de imagens obtidas por sensoriamento remoto possibilita o estudo de áreas, a partir de determinados parâmetros, diagnosticando a formação, ou não, de IC.

Em nosso estudo, foi possível identificar elevação da temperatura média ao longo do perímetro urbano com comportamento comum ao que se entende por ilhas de calor. Existem outros aspectos urbanos que caracterizam uma IC que não foram contemplados neste trabalho, como a poluição, o albedo de superfície, tráfego de veículos, entre outros, que interferem diretamente no balanço térmico da região.

Numa visão do atual momento geo-histórico, a educação interdisciplinar toma forma e consistência e temas urbanos estão sendo debatidos nas principais universidades por pesquisadores da área de Humanas, assim como, por físicos, geógrafos, ecologistas, atribuindo ao fazer científico uma objetividade desvinculada de interesses políticos. O desenvolvimento de estudos urbanos por meio de suas explorações de informações baseadas em satélites, análises georreferenciadas – consiste em associar um evento espacial, evento que ocorre no espaço, a um mapa terrestre, integrando-o a um sistema de coordenadas – e tecnologias de sistemas de informação geográfica (SIG), oferecem perspectivas diferenciadas sobre a evolução temporal da urbanização, justamente pela conexão existente com o tema mudanças climáticas (BRENNER, 2018). Nesse cenário, que visa transformar o conhecimento e novas tecnologias em inovação para a população, tem-se a Educação e a Pesquisa como ferramentas imperativas para o desenvolvimento pessoal e investigativo na busca pelo desenvolvimento sustentável, baseado numa Educação inclusiva e equitativa de qualidade, segundo a Agenda 2030, apontando para a necessidade de estabelecer uma nova cultura urbana que promova sustentabilidade ambiental de forma a permitir qualidade de vida.

6 Plano de ação para as pessoas, o planeta e a prosperidade, que busca fortalecer a paz universal, a partir de 17 objetivos de desenvolvimento sustentável e 169 metas para erradicação da pobreza e promoção de vida digna para todos, dentro dos limites do planeta. Disponível em: <<http://www.agenda2030.org.br/sobre/>>.



REFERÊNCIAS

AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V.; QUENOL, H.; NETO, J. L. S. **Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França).** Revista franco-brasileira de geografia, n. 7, 2009.

BARROS, J. R. **Identificação de Ilhas de Calor por meio de Sensoriamento Remoto: estudo de caso no Município de Goiânia – Go/2001.** Boletim Goiano de Geografia, Goiânia, v.29, n. 1, p.119-134, 2009.

BATISTA, L.F. A. **Geomática Aplicada - Roteiro Temperatura de Superfície.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2020. Disponível em: <<http://paginapessoal.utfpr.edu.br/ligia/disciplinas/geomatica-aplicada-1/temperatura-de-superficie-e-eutrofizacao-de-reservatorios/roteiro-temperatura-de-superficie>>. Acesso em 28 jul. 2021.

BRENNER, N. **Espaços da urbanização: o urbano a partir da teoria crítica.** - 1. ed. - Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2018. 356 p.

BRITO, F.; HORTA, C. J. G.; AMARAL, E. F.L. **A urbanização recente no Brasil e as aglomerações metropolitanas.** Open Science Framework Preprints, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.31219/osf.io/84b92>>. Acesso em 15 jul. 2021.

BRITO, P. F.; SILVA, A. A. **Crescimento urbano e impactos ambientais em Anápolis, Goiás, Brasil.** Rev. Geo. UEG, v.8, n.1, 2019. Disponível em: <[file:///C:/Users/thiag/Downloads/7888-Texto%20do%20artigo-33711-1-10-20190619%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/thiag/Downloads/7888-Texto%20do%20artigo-33711-1-10-20190619%20(1).pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2021.

CAMARGO, M. R. P. L. **A importância do Distrito Agroindustrial de Anápolis (DAIA) no desenvolvimento e crescimento da cidade.** Revista Magistro. Universidade Católica de Anápolis, Anápolis, 2013.


COELHO, M.C.N. **Impactos Ambientais em Áreas Urbanas: teorias, conceitos e métodos de pesquisa.** In. GUERRA, A.J.T.C; CUNHA, S.B (Org). Impactos ambientais urbanos no Brasil Central. Bertrand Brasil, 2001. 414p.

CONGEDO, L. **Semi-Automatic Classification Plugin Documentation.** Release 4.8.0.1. 29. Disponível em: <<https://media.readthedocs.org/pdf/semiautomaticclassificationmanualv4/latest/semiautomaticclassificationmanual-v4.pdf>>. Acesso em 02 nov. 2015.

DE SOUSA, A. O.; RIBEIRO, D. S.; DOS SANTOS, C. O. R.; JESUS, E. dos S.; PEREIRA JR., A. **A urbanização, a formação de ilhas de calor e o uso de vegetação para o conforto térmico.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental, v. 12, n.2, p.16 - 22, 2018.

DI MAIO, A. C. **GEODEN: geotecnologias digitais no ensino básico por meio da Internet.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, p. 1457-1464, 2007.

EARTH EXPLORER. Disponível em: < <https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em 12 fev. 2021.



FIALHO, E. D. **Ilha de calor**: reflexão acerca de um conceito. ACTA Geográfica, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, 2012. p.61-76.

FREITAS, E. **Ilha de calor**: Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/ilha-de-calor.htm>>. Acesso em 01 mai. 2021.

GARDONA, N.; VAZ, J. A. **Aplicabilidade da imagem infravermelho termal LandSat 7 e LandSat 8 como parâmetro de temperatura superficial e ferramenta para o estudo de ilhas de calor**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 18., 2017. Santos. **Anais XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Santos, 2017. p. 957-963.

GIONGO, P. R.; MOURA, G. B. de A.; SILVA, B. B.; DA ROCHA, H. R.; DE MEDEIROS, S. R. R.; NAZARENO, A. C. **Albedo à superfície a partir de imagens LandSat5 em áreas de cana-de-açúcar e cerrado**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 3, p. 279-287, 2010.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/anapolis/pesquisa/23/25207?tipo=ranking&indicador=29518>>. Acesso em 25 jun. 2021.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Brasil em desenvolvimento: Estado, planejamento e políticas públicas. Brasília: Ipea, 2010.

JATOBÁ, S. U. S. **Urbanização, meio ambiente e vulnerabilidade social**. Boletim regional, urbano e ambiental, v. 5, 2011.

MARTINI, A.; BIONDI, D. **Microclima e conforto térmico de um fragmento de floresta urbana em Curitiba, PR**. Floresta e Ambiente, v. 22, n. 2, p. 182-193, 2015.

MARTINS, A. P.; MACHADO, L. M. **Análise da relação entre temperatura de superfície, uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Córrego Jataí (Jataí/GO) por meio de imagens Landsat 5**. In: Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 9., 2010, Fortaleza. Anais. Fortaleza-CE: Universidade Federal de Fortaleza, 2010, p. 1- 9.

MAPBIOMAS. Disponível em: < <https://mapbiomas.org/>>. Acesso em 15 jun. 2021.

MIYAMOTTO, M. T. **A influência das configurações urbanas na formação de microclimas**: estudo de casos no município de Vitória- ES. Dissertação de Mestrado (Título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, 2011.

MOREIRA, E. B. M.; NOBREGA, R.S. **Identificação do fenômeno ilhas de calor na área urbana do Recife – PE, através do canal infravermelho termal do satélite LandSat 5**. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15., 2011. Curitiba. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Curitiba, 2011. p. 0768 – 0775.

MOSCHEN JR, R.; ADAOJR. **Manchas urbanas**. 2013. Disponível em: <<http://fxdfrenteira.blogspot.com/2013/06/manchas-urbanas.html>>. Acesso em 05 jun. 2021.

MOURA, R. **Arranjos urbanos-regionais no Brasil**: uma análise com foco em Curitiba. 2009. 242f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.



NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1989. v. 2000. 269 p.

PAIVA, B. L. M. **Estudo comparativo de softwares gratuitos de geoprocessamento para elaboração de projetos de engenharia**. Mackenzie, LABGEO, 2014. Disponível em: <https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/user_upload/_imported/fileadmin/LABGEO/Trabalhos/2014/Estudo_comparativo_de_softwares_gratuitos_de_Geoprocessamento_para_elaboracao_de_Projetos_de_Engenharia.pdf>. Acesso em 30 out. 2021.

PITTON, S. E. C. **Prejuízos ambientais do consumo sob a perspectiva geográfica**. In: ORTIGOZA, S. A. G.; CORTEZ, A. C. C. (Orgs.). São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. P. 91-110.

QGIS 2.18. Geographic Information System. Disponível em: <<https://www.qgis.org/en/site/>>. Acesso em 12 fev. 2021.

RIBEIRO, I. da S.; VITORINO, T. F. **O DAIA seus impactos sócio ambientais para o município de Anápolis**. In: Simpósio Nacional de Ciência e Meio Ambiente, 7, 2016.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 6. ed. Uberlândia: EDUFU, 2007. 248 p.

SCP.Semi-Automatic Classification Plugin. Disponível em: <<https://fromgistors.blogspot.com/p/semi-automatic-classification-plugin.html>>. Acesso em 12 fev. 2021.

SPRING. Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/descricao_geral.html>. Acesso em 12 fev. 2021.

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. A. **A química no efeito estufa**. Química Nova na escola, n. 8, 1998.

USGS. US Geological Survey. Disponível em: <<https://www.usgs.gov/>>. Acesso em 04 mar. 2021.



CAPÍTULO 11

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA OMBREIRA DIREITA DA BARRAGEM DE ANAGÉ-BA, A PARTIR DA ANÁLISE GEOAMBIENTAL

Mateus Libarino Silva
Jacson Tavares de Oliveira
Edvaldo Oliveira


RESUMO

A construção de uma barragem é geradora de impactos positivos ou negativos no que se refere ao ordenamento espacial de sua área de influência em razão do uso e ocupação do solo ser direcionado pelas potencialidades do recurso hídrico. Dentro dessa perspectiva, encontra-se em operação no município de Anagé, Bahia, localizado no polígono das secas, a “Barragem de Anagé”. Empreendimento construído como parte de políticas governamentais de combate as consequências dos períodos de seca na região e, devido aos usos múltiplos da água, é responsável pelo dinamismo da economia local. Assim, tendo em vista as diversas implicações socioeconômicas e socioambientais que a Barragem de Anagé configura no espaço sob sua influência, o presente trabalho objetivou realizar análise geoambiental do uso e ocupação do solo na ombreira direita da barragem com o uso de geoprocessamento. A metodologia consistiu, inicialmente, em estudo bibliográfico envolvendo a temática abordada, seguido de visitas de campo para coleta de informações. Posteriormente, foi feito uso de geotecnologias através do geoprocessamento para geração de mapas de uso e ocupação do solo. Os principais resultados demonstraram que a disponibilidade hídrica agregou um potencial de valoração econômica nas imediações da barragem. É possível conferir, principalmente, empreendimentos agrícolas e imobiliários, assim como apelo ao turismo. No entanto, tais usos e ocupações ocorreram sem o devido planejamento ambiental, situação que expôs a Barragem de Anagé a diversos impactos ambientais em razão da pressão antrópica sobre o bioma caatinga, situação explícita nos baixos percentuais de faixas de áreas de preservação permanente.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos Hídricos. Impactos ambientais. Geoprocessamento.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios que instigam o homem, desde os tempos mais remotos, é o desenvolvimento de mecanismos que assegurem a existência mínima de condições básicas de sobrevivência e, em uma escala mais otimista, que permitam uma melhor qualidade de vida. Verifica-se como exemplo, o Nordeste brasileiro, onde o fenômeno natural das secas e o consequente déficit hídrico demandaram o surgimento de alternativas para convivência do homem no semiárido. Dentro desse contexto, o município de Anagé, Bahia, possui em parte de seu território o reservatório por barramento, conhecido popularmente como “Barragem de Anagé”, obra projetada pelo Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS) no final da década de 1980. O Rio Gavião, maior rio intermitente da Bahia, é o principal afluente do




Rio de Contas, sendo, portanto, seu principal tributário, integrando assim sua bacia hidrográfica.

Segundo Silva (2011), um dos principais objetivos do projeto era perenizar do médio curso do rio à montante do Rio Gavião, fato que permitiria a instalação da agricultura irrigada e abastecimento humano para as cidades de Anagé e Caraíbas, além de criar condições para a piscicultura. Silva (2011, p. 78) afirma ainda que com a instalação do barramento “formou-se um lago de 37 quilômetros quadrados que acumula um volume médio de 367 milhões de metros cúbicos de água, represadas em uma área de 44 quilômetros de extensão”. Nesse sentido, na tratativa de meios que auxiliem em análises ambientais, com relação ao planejamento adequado para a conservação de bacias hidrográficas, Nascimento et al. (2005), afirmam que, embora o Brasil possua a legislação ambiental ampla, há falta de fiscalização, em razão, muitas vezes, da grande extensão das áreas de estudo e das restrições de informações sobre as mesmas, além do custo de tempo e corpo técnico para realização desses estudos.

Logo, recorrer a ferramentas de geoprocessamento é condição relevante para formulação de respostas que auxiliem na compreensão das transformações ocorridas no meio ambiente visto que pode proporcionar, além do armazenamento de imagens e informações, o cruzamento destes, permitindo assim uma visão mais ampla e precisa do local em estudo (OLIVEIRA et al., 2008). Nessa concepção, o presente estudo objetiva analisar o uso e ocupação do solo na ombreira direita da barragem de Anagé-BA, com o uso de geoprocessamento, a fim de confeccionar mapas temáticos sobre o uso e ocupação do solo na área de estudo, identificar os usos que mais provocam alterações na área de estudo e verificar o grau de ocupação antrópica nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) envolvendo as matas ciliares do reservatório.

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O processo de uso e ocupação do solo pelo ser humano tem evoluído de acordo o domínio de novos conhecimentos e tecnologias, além do próprio crescimento populacional que demanda cada vez mais recursos ambientais, o que possibilitam distintos modos de vida nos mais variados espaços sob sua intervenção. Corrobora com essa ideia Coelho et al. (2014) segundo o qual os padrões de uso e ocupação do solo, provocados pelas ações antrópicas, podem ser geradores de grandes impactos nas paisagens. No tocante ao tema, ao dominar a técnica de armazenar água por meio de barramentos o homem encontrou condições para o



desenvolvimento das cidades e de suas atividades básicas, a exemplo da agricultura e da criação de animais, tornando os reservatórios fonte de usos múltiplos (MARINHO, 2018).

Para Oliveira (2011), sabe-se que intervenções desse tipo, independentemente do tipo ou classificação da estrutura de barramento, provocam impactos, ou seja, mudam artificialmente a dinâmica de cursos d'água, alteram a geometria de vertentes pela criação de superfícies planas, impermeabilizam e compactam o material superficial ao construir ruas e edificações. São, portanto, fatores que potencializam a criação de novas feições para a paisagem e para o relevo, que, sem a atividade antrópica, não aconteceriam (OLIVEIRA, 2011). Dessa forma, uma análise geoambiental das principais transformações ocorridas na paisagem possibilita um banco de dados atualizados da distribuição de áreas ocupadas, bem como fornece informações sobre as proporções de suas mudanças, tornando-se cada vez mais necessárias aos legisladores e planejadores para aplicação de políticas de gestão. O que justifica essa necessidade de atualização constante dos registros de uso do solo é necessidade de análise de suas tendências (GRIGIO; AMARO; DIODATO, 2009).

Coadunam com esse tipo de análise a utilização de produtos de sensoriamento remoto que fornecem informações sobre aspectos ambientais pertinentes à área de estudo, que por sua vez podem ser sistematizadas em diversas correlações para produção de conteúdo em Sistema de Informações Geográficas (SIG), acerca do uso e ocupação do solo, com a aplicação de técnicas de geoprocessamento. Dessa maneira, por meio da interpretação de imagens de satélite é possível obter, de forma rápida, um mapa temático atualizado e preciso das diferentes estruturas espaciais resultantes do processo de antropização do solo (RODRÍGUEZ, 2005).

Neste âmbito, para Silva (2009), geoprocessamento, como conceito, evolui com o crescimento da utilização de seus métodos e técnicas, dadas as possibilidades matemáticas e computacionais de sistematização de informações geográficas. Portanto, a classificação de ambientes, segundo suas múltiplas características traz benefícios para campos técnico científicos como o planejamento e a gestão de ambientes.

Aspectos classificatórios do uso e ocupação do solo

Em seu manual técnico, o IBGE (2013) apresenta, o Sistema Básico de Classificação da Cobertura e do Uso da Terra (SCUT), o qual comporta três níveis de nomenclatura das classes de mapeamento. De acordo IBGE (2013, p. 45) os níveis II e III, admitem as seguintes considerações:



O nível II (subclasses), abarcando 12 itens, traduz a cobertura e o uso em uma escala mais regional. Neste nível nem todas as categorias podem ser interpretadas com igual confiabilidade somente a partir de dados de sensores remotos, sendo necessário o uso de dados complementares e observações de campo. Ao se abstrair, por exemplo, a categoria das Terras Antrópicas Agrícolas (Nível I), subdividindo-a nas subcategorias nominadas “culturas temporárias”, “culturas permanentes”, “pastagens” e “silvicultura” (Nível II), se está partindo do todo para chegar a subconjuntos da agricultura considerada, salientando que os atributos usados como características diferenciadoras são inerentes às categorias grupadas. Para interpretar a vegetação natural, este sistema utiliza como referência máxima o mapeamento da vegetação produzido pelo Projeto Radam e pelo IBGE.

O nível III (unidades) explicita o uso da terra propriamente dito. Neste patamar é imprescindível a utilização de dados exógenos aos sensores remotos, como aqueles obtidos a partir de observações em campo, de inventários, entrevistas e documentação em geral.

No ano de 2015 o IBGE lançou o projeto Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil, para o qual têm como principal objetivo “espacializar e quantificar a cobertura e uso da terra do Brasil a cada dois anos, permitindo a comparação entre os anos analisados e a geração da contabilidade de todas as mudanças nas formas de ocupação do país” (IBGE, 2018, p.6). Destaca-se o fato da disponibilização dos dados em grade estatística a partir de uma unidade espacial básica, equivalente a 1 km², que permite a integração e comparação entre diferentes tipos de dados geocientíficos e estatísticos, como também o acompanhamento histórico da espacialização das atividades econômicas e seus impactos sobre os recursos naturais no país (IBGE, 2018).

Dessa forma, as informações descritas formam a base de classificação para o presente estudo. No entanto, é necessário que se faça considerações sobre as dificuldades de mapear por sensoriamento remoto regiões localizadas no bioma Caatinga. Conforme Silva e Cruz (2018) a principal delas é a periodicidade irregular na disponibilidade hídrica para o uso biológico da vegetação. Logo, a resposta espectral varia e é proporcional a essas mudanças, em períodos secos, por exemplo, “a ausência de folhas pode ocasionar uma resposta espectral muito parecida com a do solo exposto ou de afloramentos rochosos, dificultando a correta classificação das áreas vegetadas” (SILVA; CRUZ, 2018, p.114).

A proposição do IBGE (2012) para classificação da vegetação brasileira especificamente para classe campestre, a qual caracteriza as distintas formações vegetais da caatinga em arbórea densa e aberta, parque e gramíneo-lenhosa, se aproxima do esquema proposto pelo projeto RADAMBRASIL, com a publicação da obra de Veloz e Góes Filho (1982). Nesse sentido as diferenças evidenciadas permeiam mudanças conceituais e novos conhecimentos adquiridos com o passar dos anos. Assim, configuram-se como fonte de informação essencial para classificação fitogeográfica da vegetação do Brasil.



ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM RESERVATÓRIOS D'ÁGUA ARTIFICIAIS

Com relação às APPs em reservatórios artificiais, em seu artigo 4º, inciso III, o Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651/2012, descreve acerca do critério para delimitação das faixas marginais de vegetação para esse tipo de empreendimento, seja na zona urbana ou rural. Assim, define-se que “as áreas no entorno dos reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d’água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento” (BRASIL, 2012). Skorupa (2003) descreve que esta interface, caracterizada pelas APPs, entre as áreas agrícolas, pastagens e demais usos e ocupações com o recurso hídrico possibilita sua participação no controle da erosão do solo e da qualidade da água, evitando o carreamento direto para o ambiente aquático de sedimentos, nutrientes e produtos químicos provenientes das partes mais altas do terreno, os quais afetam a qualidade da água e diminuem a vida útil dos reservatórios (SKORUPA, 2003).

A lei, supra citada, desmembra ainda dois cenários para o estabelecimento de faixa marginal de APP em reservatórios artificiais cuja finalidade seja o estabelecimento do abastecimento público e a geração de energia elétrica. O primeiro cenário, artigo 5º, estabelece que as APPs dos reservatórios artificiais implantados a partir de 24 de agosto de 2001, sejam definidas no licenciamento ambiental, conforme descrito no artigo 4º, porém “observando-se a faixa mínima de 30 (trinta) metros e máxima de 100 (cem) metros em área rural, e a faixa mínima de 15 (quinze) metros e máxima de 30 (trinta) metros em área urbana” (BRASIL, 2012).

O segundo cenário, conforme artigo 62º, refere-se aos reservatórios artificiais que se enquadrem na seguinte condição:

Que foram registrados ou tiveram seus contratos de concessão ou autorização assinados anteriormente à Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, a faixa da Área de Preservação Permanente será a distância entre o nível máximo operativo normal e a cota máxima *maximorum* (BRASIL, 2012).

Quanto ao segundo caso, conforme manual da Agência Nacional de Águas (2016), o nível máximo *maximorum* corresponde à cota máxima que se prevê que a água atinja durante uma cheia.

Ainda acerca do artigo 62º da referida lei, Garcia et al. (2016), o consideram como um ponto negativo, pois não se estabelece ressalvas quanto à supressão de vegetação acima da cota máxima *maximorum*. Para Ramos e Ahmad (2012) consta-se também como preocupação a significativa redução da faixa de proteção já que as distâncias entre estas cotas quase sempre são inferiores aos 100m, conforme legislação anterior estabelecia.



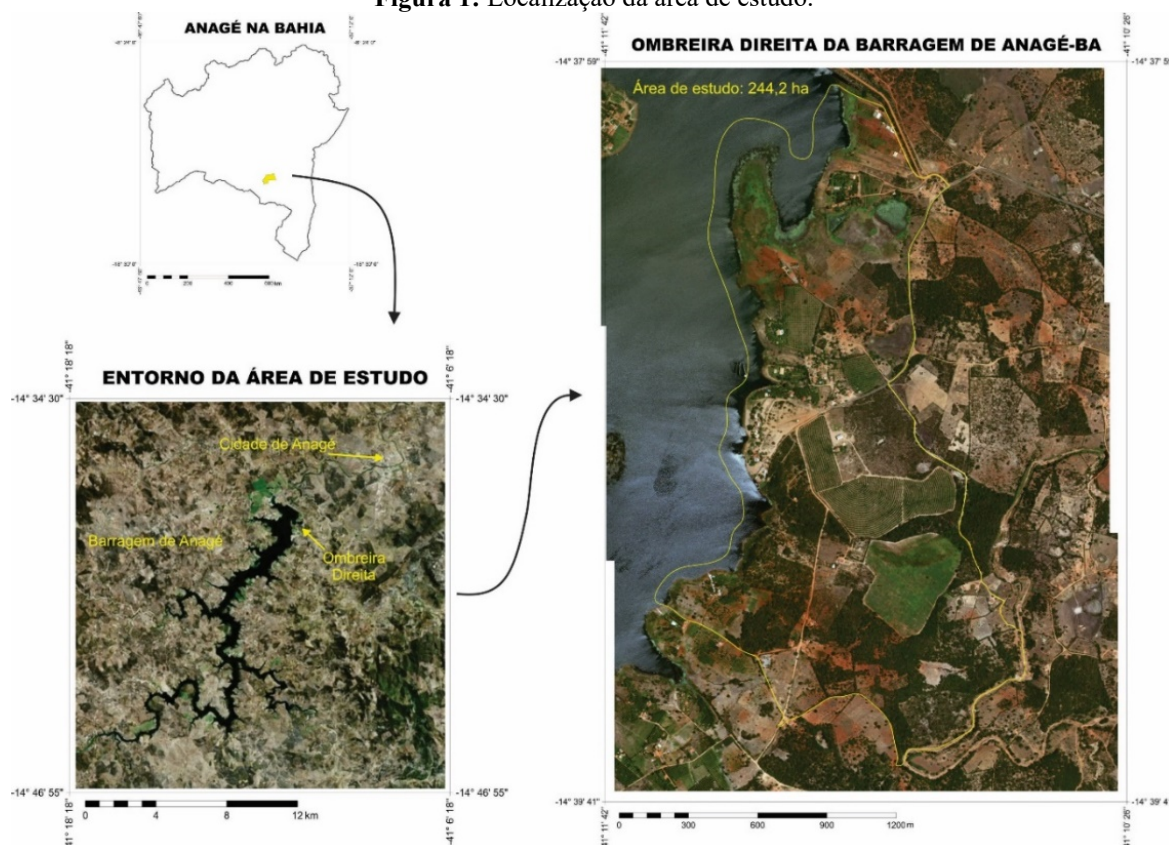
Em virtude dos fatos mencionados, nota-se que o atual Código Florestal Brasileiro é passível de não contemplar de modo técnico-científico as faixas de vegetação de APPs no entorno de reservatórios artificiais, fatores que apresentam-se como violação do princípio da proibição do retrocesso ambiental.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Anagé, na Bacia Hidrográfica do Rio Gavião (BHRG), no sudeste do estado da Bahia (Figura 1), entre os paralelos $14^{\circ} 37' 59''$ e $14^{\circ} 39' 41''$ Sul e os meridianos $41^{\circ} 11' 42''$ e $41^{\circ} 10' 26''$ Oeste, apresentando aproximadamente $2,44 \text{ km}^2$ de superfície (244,2 ha).

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Base cartográfica do IBGE, imagem do SAS.Planet ESRI ArcGIS.Imagery (elaborado pelos autores).

Na área da bacia a condição climática é expressa pela escassez de água, pelas elevadas médias de temperaturas anuais e pelos baixos índices de precipitações anuais. Essas condições repercutem de forma negativa no desempenho agrícola de sua região de abrangência (ROCHA, 2011). No viés desses aspectos, percebe-se que as características da BHRG favoreceram a tomada de decisão e os argumentos para instalação da barragem.



Aspectos metodológicos

Inicialmente, foi realizado um estudo bibliográfico para o embasamento teórico da pesquisa e, sequencialmente, a implantação de um SIG para a geração dos mapas de uso e ocupação do solo e de relevo.

Na etapa preliminar, o alvo de estudo se deu pela investigação dos principais sistemas de classificação de uso e ocupação do solo propostos pela literatura, assim como a determinação das ferramentas de geoprocessamento adequadas a área de estudo delimitada. A partir dessa perspectiva, por meio de imagens de satélite, foi realizado um mapeamento da área, com o intuito de conhecer e fazer uma análise da forma como o solo está sendo utilizado. Para tal, foram utilizadas imagens de satélite da plataforma *SAS.Planet*, *ESRI ArcGIS.Imagery*, disponíveis gratuitamente, datadas de 04 de janeiro de 2017. Esses materiais foram utilizados para a elaboração dos *overlays* digitais sobre o uso e ocupação do solo através das ferramentas *Map Viewer 8.0* e *Quantum Gis (QGIS)*.

A escolha da imagem baseou-se na qualidade de resolução, tendo em vista a necessidade de definir feições específicas. Dessa forma cada tipologia de uso e ocupação do solo foi analisada em duas etapas por análise de imagem e por inspeção visual em campo essa última contou com registros fotográficos e coleta de coordenadas geográficas.

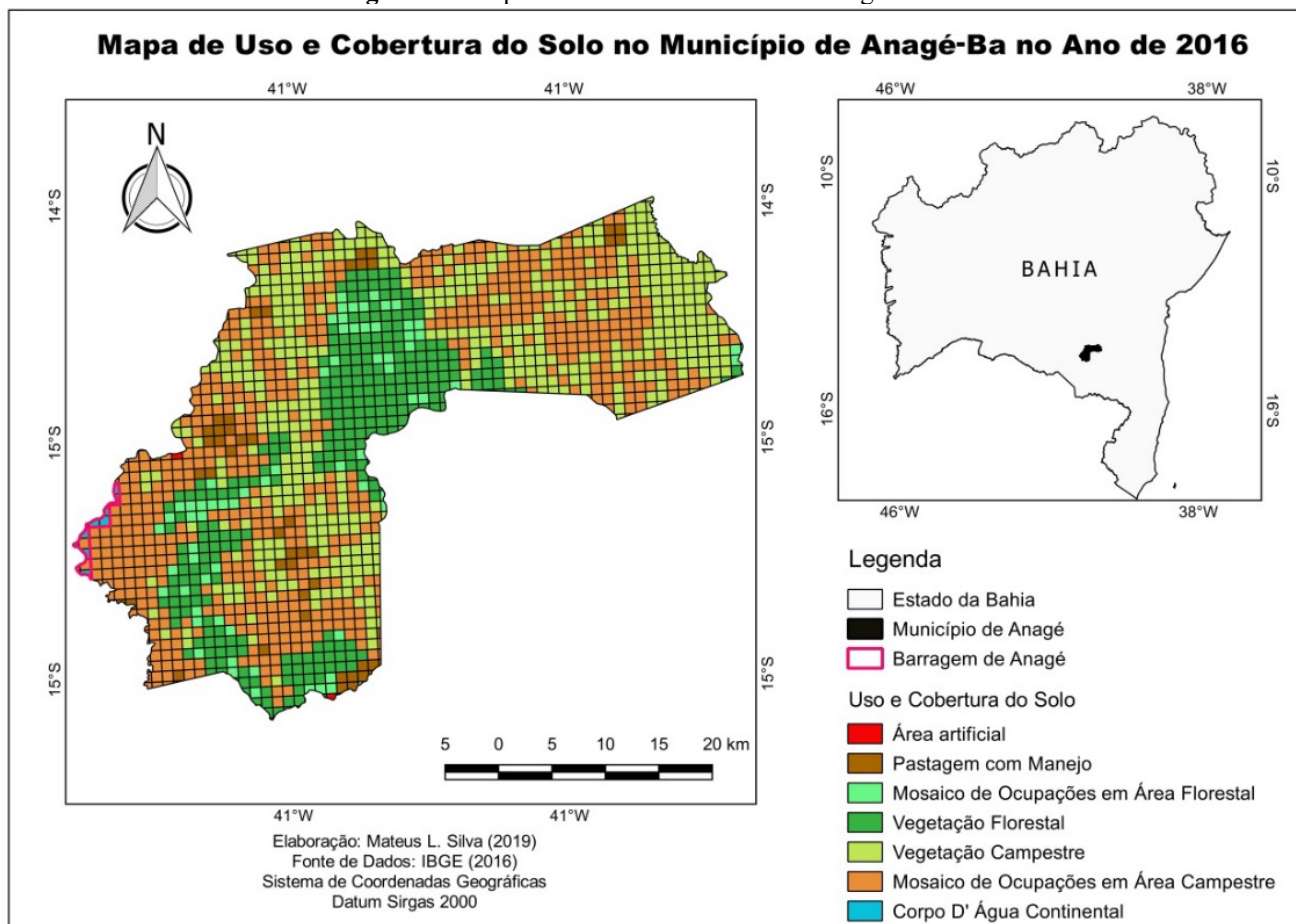
RESULTADOS

Uso e ocupação do solo na região de estudo

Mediante os estudos bibliográficos realizados, verificou-se que o monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil, realizado pelo IBGE (2018), apresenta a classificação descrita no mapa seguinte, figura 02, para o município de Anagé.

A classificação descrita na figura 2 foi realizada em escalas menores, fato que permite o levantamento de informações em caráter regional e exploratório, mas limita a compreensão de informações locais. Observa-se, por exemplo, que no entorno do local de estudo, Barragem de Anagé, devido às características de tipologias mistas enquadra-se como mosaico de ocupações em área campestre. Todavia, tendo em vista a necessidade do levantamento do uso e ocupação do solo em trecho específico do raio de influência do barramento hídrico, o trabalho de campo associado à interpretação de imagem e as classificações macro propostas para região forneceram subsídios para determinação do sistema de classificação local (ver quadro 1).

Figura 02: Mapa de uso e cobertura do solo em grade estatística.



Fonte: Elaborado pelo autor.

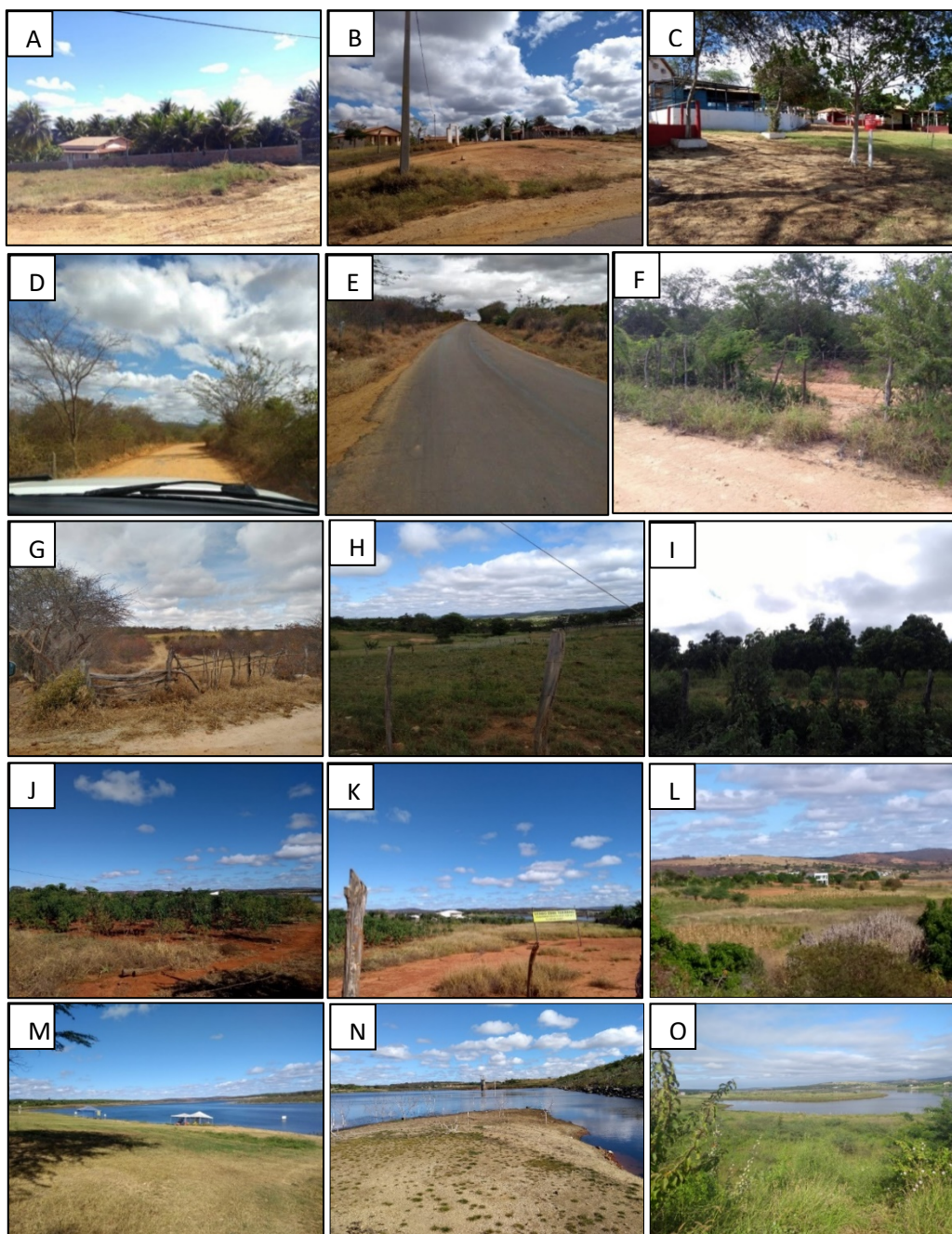
Quadro 1: Sistema de Classificação do uso e ocupação do solo na barragem de Anagé.

Sistema de Classificação Local

Solo	Área Artificial	Área Habitada Área de Turística Vias Principais Vias Secundárias
	Área Agrícola	Cultura Permanente Cultura Temporária
	Pastagem com Manejo	Pastagem Melhorada Pastagem Degradada
	Vegetação Campestre	Caatinga Arbórea Densa Caatinga Arbórea Aberta
	Mosaico de Ocupações em Área Campestre	Mosaico (Cultura Temporária, Pastagem Degradada, Caatinga Arbórea Aberta).
Água	Área Descoberta	Solo Exposto
	Corpo d'água Continental	Área Cativa do Reservatório Lâmina D'Água

Fonte: Adaptado de IBGE (2018, p.23); adaptado de Veloz e Góes Filho (1982).

Na sequência, faz-se a descrição e discussão de cada composição do ordenamento territorial verificado.



Fonte: Elaborado pelos autores.

- Área habitada

Corresponde às áreas onde estão construídas edificações e seus respectivos raios de influência caracterizados, em alguns casos, por plantações de culturas permanentes e temporárias ou mesmo o quintal do imóvel. Nessa linha, é perceptível um contraste no padrão das residências identificadas no entorno da Barragem, denotando em alguns casos, mais próximo à margem do lago, casas de infraestrutura moderna em ambientes fechados sendo possível notar a presença de piscinas, paisagismo e plantio de pequenos nichos de cultura permanente (ver figura 3A).



De modo predominante em raio mais afastado da margem da barragem, nota-se também moradias de estrutura mais simples, que em alguns pontos situam-se em pequenos aglomerados com presença, por exemplo, de escola e templo religioso (ver figura 3B).

- Área turística

Identifica-se com essa característica o local próximo a margem da barragem com apelo ao turismo. Trata-se de área de livre acesso conhecida popularmente como “Prainha de Anagé”, composta por pequenos comércios para atendimento dos turistas, que recebe pessoas do próprio município e de cidades vizinhas (ver figura 3C).

- Vias secundárias e vias principais

É compreendido como via principal o trecho de estrada de maior fluxo de veículos que liga diferentes pontos de acesso à região em estudo; nesse aspecto, as demais ramificações são consideradas secundárias. Observa-se que a via principal de acesso a Prainha de Anagé em razão do turismo local conta com infraestrutura asfáltica (ver figuras 3D e 3E).

- Caatinga arbórea densa

Caracterizada por vegetação de maior porte, com significativa densidade em relação às demais áreas estudadas. Contam ainda com pouca ou nenhuma atuação antrópica quanto à supressão de vegetação. Sua identificação visual é notada a partir da predominância do verde escuro, o qual impossibilita a percepção de grandes parcelas de solo.

Essa formação apresenta características que engloba a definição de savana-estépica arborizada descrita por IBGE (2012), a qual conta com um extrato arbustivo-arbóreo superior e outro inferior gramíneo-lenhoso (ver figura 3F). Respectivamente, o primeiro apresenta predominância de plantas lenhosas raquíticas periodicamente decíduas, ou seja, perdem sua folhagem nos períodos de estiagem, mais ou menos adensadas por troncos em geral esgalhados e espinhosos. Já o segundo, identifica-se pela inexistência de vegetação com troncos robustos, com predominância de espécies rasteiras e arbustivas.

- Caatinga arbórea aberta

Caracterizada por vegetação de fisionomia similar à caatinga arbórea densa, mas com pouca densidade, ou seja, com maior espaçamento entre as árvores e arvoretas presentes nas áreas assim identificadas. Percebe-se que nesses espaços, além da formação natural de alguns locais, a vegetação original foi impactada pela ação antrópica devido à retirada de material lenhoso em grande ou pequena escala, seja para fins de cultivo ou de pasto, em períodos



anteriores, o que reflete em uma consonância visual de tons de verde escuro com verde mais claro concentrando em alguns pontos, em épocas de secas apresenta as tonalidades mostradas na figura 3G.

- Pastagem melhorada

Corresponde ao tipo de pasto que está com aceitável nível de conservação, ou seja, sem interferência de outras espécies de vegetação, apresentando conformação contínua de cor verde singular em determinados limites.

- Pastagem degradada

Corresponde ao tipo de pasto que está em avançado nível de degradação apresentando notória presença de outras espécies de vegetação e cor característica verde com tons de cinza (ver figura 3H).

- Cultura permanente

São plantações de longo período produtivo, a exemplo de coco verde, manga, bananeira e acerola. Um dos meios que facilitam sua identificação é a geometria natural da organização da cultura no espaço (ver figura 3I).

- Cultura temporária

São plantações de curto ciclo produtivo, a exemplo de milho, mandioca, feijão, dentre outras (ver figura 3J).

- Solo exposto

Integra às áreas que tenha parcelas de solo sem nenhum tipo de vegetação, geralmente a cor característica desses locais é composta por fortes tons de vermelho com realces cinza claro (ver figura 3K).

- Mosaico

Trata-se de uma zona com intensa antropização ao longo dos anos que, devido aos diversos usos e ocupações, apresenta uma variabilidade de classes não sendo possível mensurá-las separadamente, são exemplo cultura temporária, pastagem degradada e caatinga arbórea aberta (ver figura 3L).

- Lâmina d'água

Trata-se do perfil com espelho presente na área de estudo delimitada d'água no reservatório artificial. Que dentre os principais usos encontram-se o abastecimento humano, a agricultura irrigada, criação de peixes, pesca e uso por turistas (Ver figuras 3M, 3N e 3O).

- Área cativa do reservatório

Individualiza-se como a área da barragem que, devido às circunstâncias de baixo nível da lâmina d'água não se encontra na sua capacidade de lotação. Essa região é delimitada, conforme extração de curvas de nível, em Modelo Digital de Elevação, pela cota de 411 metros ao longo da margem do barramento.

A partir do ordenamento territorial identificado, o quadro 2 resume o quantitativo de classe de uso e ocupação do solo no entorno da ombreira direita da Barragem de Anagé.

Quadro 2: Composição do uso e ocupação do solo na ombreira direita barragem de Anagé.

Classe I	Classe II	Área (ha)	Área Total (%)	Área Parcial* (%)
Área Artificial	Área Habitada	21,23	8,69	11,11
	Área de Turística	4,97	2,04	2,60
	Vias Principais	0,76	0,31	0,40
	Vias Secundárias	2,06	0,84	1,08
Área Agrícola	Cultura Permanente	25,40	10,40	13,29
	Cultura Temporária	1,32	0,54	0,69
Pastagem com Manejo	Pastagem Melhorada	12,91	5,29	6,76
	Pastagem Degradada	21,08	8,63	11,03
Vegetação Campestre	Caatinga Arbórea Densa	39,36	16,12	20,60
	Caatinga Arbórea Aberta	42,07	17,23	22,02
Mosaico de Ocupações em Área Campestre	Mosaico (Cultura Temporária, Pastagem Degradada, Caatinga Arbórea Aberta).	11,12	4,56	5,82
	Área Descoberta	Solo Exposto	8,80	3,60
Corpo d'água Continental	Área Cativa do Reservatório	22,75	9,31	-
	Lâmina D'Água	30,35	12,43	-
Total		244,2	100	100

*Exclui em termos quantitativos e percentuais a classe "Corpo d'água Continental".

Fonte: Elaborado pelos autores.

Verifica-se que toda a região é composta, predominantemente, por elevado grau de antropização, fator gerador de uma extensa paisagem cultural, resultado da influência direta da construção do barramento no Rio Gavião, que ao longo dos anos lhe possibilitou diversas transformações. Nesse sentido, é válido discutir as evidências que denotam os principais resultados dessas transformações diante dos cenários socioeconômicos e socioambientais constatados.

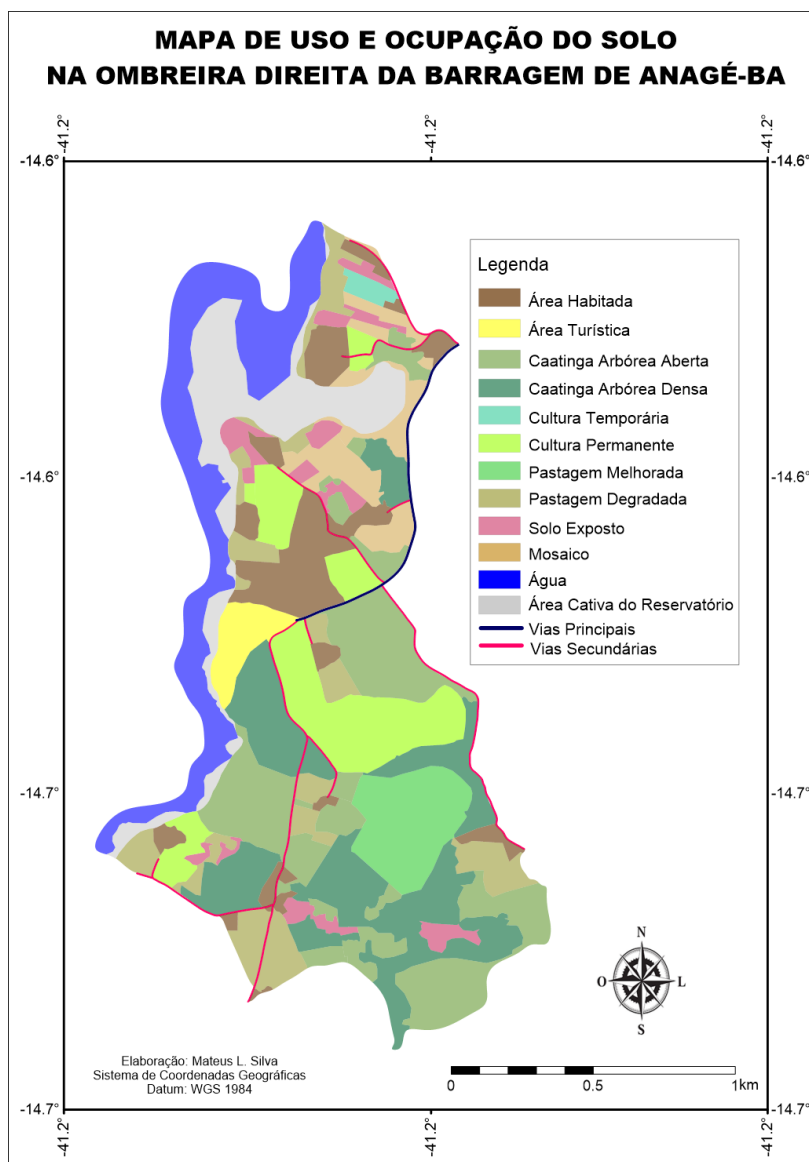
Assim, nota-se que a região, anteriormente caracterizada pela agricultura de base familiar, dá lugar a novos sistemas de produção, com a implantação de lavouras de longo ciclo



produtivo, ocorrência amplamente perceptível na análise de imagem de satélite e nas visitas de campo. Somado a evidente transformação da agricultura local, houve uma desordenada ocupação às margens do reservatório, marcada pela construção de moradias de elevado padrão econômico em detrimento das demais residências pré-existentes ou mesmo existentes em raios mais distante da barragem. Tal circunstância aponta ainda, além dos elevados padrões de vida estabelecidos no entorno da barragem, para o isolamento de extensas áreas de acesso ao recurso hídrico.

Dada à composição de uso e ocupação do solo é possível observar também que, historicamente, a exploração econômica da região ocorreu com intensa pressão sobre o bioma caatinga à medida que se promoveu supressão de vegetação em amplas áreas, com manifestos sinais de manejo inadequado do ponto de vista da sustentabilidade ambiental. Percebe-se, por exemplo, que na relação percentual para toda área de estudo, têm-se apenas 16,12% de vegetação nativa (Caatinga Arbórea Densa). Essa relação é maior quando se exclui o quantitativo da classe corpo d'água continental, quando a caatinga arbórea densa passa a somar 20,6%, entretanto nota-se que a maior parte se concentra ao sul da área de estudo, local de significativa parcela de caatinga arbórea aberta. Em suma, há pouco aproveitamento dos espaços já utilizados para atividade econômica e maior geração de impactos ambientais negativos à medida que há promoção de desmatamentos, solo exposto, e, por consequente, erosão e carreamento de resíduos para os corpos hídricos.

Outro cenário que tipifica a localidade, tornando-se meio de lazer e fonte de renda, é conhecido popularmente como “Prainha de Anagé”. Assim, dentre os usos já citados na descrição do item corpo d'água continental destaca-se a finalidade lazer que, ao atrair pessoas de diferentes localidades da região sudoeste do estado, impulsiona o poder público municipal a nortear infraestrutura básica de apoio a essa condição turística, a exemplo da destinação de camada asfáltica na via de ligação principal. O mapa mostrado na figura 04 ilustra o uso e ocupação do solo na ombreira direita da Barragem de Anagé.



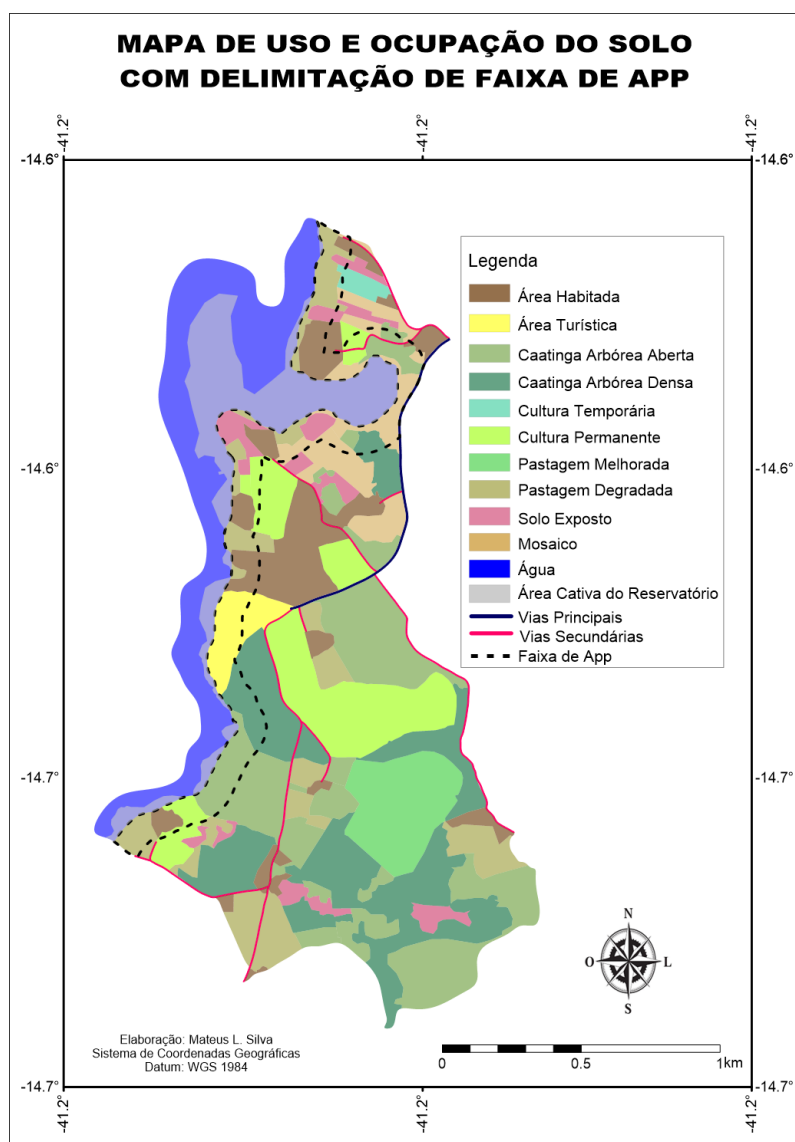
Estudo da faixa de app no entorno da ombreira direita barragem de Anagé

Ao analisar a situação da Barragem de Anagé quanto às faixas marginais de APP, verificou-se dentro da área de estudo, em uma extensão de 3,73 km, que os atuais estágios de conservação da vegetação são insuficientes ou inexistentes. De modo que não se enquadra em nenhum dos dispositivos legais quanto à delimitação dessas áreas.

Uma vez que o reservatório obteve autorização de construção na década de 1980 e conta com uso principal o abastecimento público e uso complementar a irrigação, este poderia ser enquadrado no artigo 62º do código florestal. No entanto, ao realizar a verificação de imagem de satélite e ao confrontar as informações em campo, percebe-se que, em toda extensão estudada, aproximadamente 0,91 km (somando caatinga arbórea densa e caatinga arbórea

aberta) conta com algum quantitativo de vegetação natural no entorno da ombreira direita da barragem. Esse dado demonstra que 75,6% da extensão de estudo não possui nenhuma delimitação de APP e encontra-se sob outros usos e ocupações diferentes do que determina a legislação ambiental, nesse caso não chegando nem a delimitação entre o nível máximo operativo normal e a cota máxima *maximorum*.

Em razão do exposto, dada à extensão do reservatório e os diversos usos do seu entorno, mensura-se a ocorrência de impactos ambientais negativos pela inexistência ou faixa limitada de APP. Dessa forma, o presente estudo adotou como critério essencial para manutenção da proteção ambiental no entorno da Barragem de Anagé o cenário mais rígido para APPs em reservatórios artificiais para abastecimento público previstos na lei, ou seja, aproximadamente 100 metros (ver figura 05).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Com base no mapa, é possível verificar que a faixa marginal de APP (aproximadamente 100 m) ocupa uma área de 35,25 ha, incidindo sobre locais que já existem outros usos e ocupações (ver quadro 3).

Quadro 3: Composição percentual de ocupação da faixa de APP.

Classe	Área (ha)	Área (%)
Área Habitada	6,37	18,06
Área de Turística	3,36	9,54
Vias Secundárias	0,13	0,37
Cultura Permanente	2,86	8,11
Cultura Temporária	0,13	0,37
Pastagem Degradada	6,80	19,27
Caatinga Arbórea Densa	2,89	8,21
Caatinga Arbórea Aberta	5,19	14,71
Mosaico (Cultura Temporária, Pastagem Degradada, Caatinga Arbórea Aberta).	4,39	12,47
Solo Exposto	3,13	8,89
Total	35,25	100,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Constata-se que há um maior percentual ocupado por pastagem degradada, característica que habilita maiores condições de recomposição da vegetação, tendo em vista que se trata de área com inexistência de componentes construtivos ou cultura de longo prazo. Segue-se essa mesma análise para solo exposto, mosaico e cultura temporária. Quanto à caatinga arbórea aberta o isolamento das áreas assim identificadas potencializa sua recuperação.

Com relação à área habitada, essa ocupa alguns pontos ao longo da margem. Todavia, observa-se que compreende a referida classe, além das residências em si, suas respectivas áreas de influência dentro de uma margem delimitada visualmente por imagem de satélite, situação que em alguns casos englobam as construções e em outras, por exemplo, apenas o quintal ou chácara. Nota-se também que alguns percentuais de cultura permanente estão dentro dos limites da APP, evento crítico que requer planejamento de revisão do uso dessas áreas em razão de grandes probabilidades de comprometimento da qualidade físico-química da água da barragem.

Quando se trata da área turística verifica-se que todos os pequenos empreendimentos de comércio (conhecidos popularmente como barracas) às margens do barramento encontram-se dentro da faixa de APP delimitada, situação que evidencia, assim como nos demais casos de avanços antrópicos sem o devido planejamento ambiental, diversos prejuízos quanto à garantia das funções físicas e ecológicas da vegetação.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto, compreende-se que a instalação do reservatório artificial em parte do município de Anagé se tornou a principal via de direcionamento das tipologias de uso e ocupação do solo na região. É possível notar que a disponibilidade hídrica agregou potencial de valorização econômica nas imediações da barragem.

Assim, com base no estudo realizado foi possível perceber que a condição econômica promoveu acentuadas mudanças na paisagem local, caracterizado, sobretudo pela implantação de culturas de longo prazo e empreendimentos imobiliários de alto padrão nas imediações do reservatório. Dentro desse contexto é possível notar menores áreas ocupadas pela agricultura familiar e isolamento de diversos pontos de acesso ao recurso hídrico por parte da comunidade, tendo em vista as construções em imóveis privados.


Somam-se as condições anteriores o fato da Barragem de Anagé ter se tornado um polo de atração turística em razão da beleza paisagística característica que potencializou o desenvolvimento de pequenos empreendimentos comerciais em trecho específico. Todavia, o processo de uso e ocupação do solo na ombreira direita da Barragem de Anagé ocorreu sem o devido planejamento ambiental, situação figurada na pressão antrópica sobre o bioma caatinga que se tornou meio de desencadeamento e agravamento de impactos ambientais negativos na região.

Como resultados, verifica-se que 91,79 % dos locais que seriam destinadas a inserção de Áreas de Preservação Permanente estão com outros usos e ocupações. Em complemento, a porção norte do barramento conta com pouquíssimos índices de vegetação, ao contrário do sul que ainda tem significativas parcelas, mas que se mantido os atuais padrões, maior quantitativo da caatinga arbórea aberta, a tendência é de avanço da devastação vegetação nativa.

Portanto, conferir novos paradigmas à gestão de uso e ocupação no entorno do reservatório artificial é garantir, além das boas práticas de ordenamento territorial, a sustentabilidade hídrica em curto, médio e longo prazo, levando se em consideração a qualidade da água e seu acesso pelos múltiplos atores sociais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Guia prático de pequenas barragens**. Brasília/DF: ANA, 2016. Disponível em: <http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/downloads/volume-viii-guia-pratico-de-pequenas-barragens>. Acesso em: 3 ago. 2019.



BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília/DF, 28 maio 2012.

COELHO, Victor H. R. et al. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p.64-72, 2014.

GARCIA, Leticia Couto *et al.* **Análise científica e jurídica das mudanças no código florestal, a recente lei de proteção da vegetação nativa.** Rio de Janeiro, RJ: ABECO; Ed. UFMS 2016. 43 p.

GRIGIO, Alfredo Marcelo; AMARO, Venerando Eustáquio; DIODATO, Marco Antônio. Dinâmica espaço-temporal do uso e ocupação do solo, no período de 1988 a 2004, do baixo curso do rio Piranhas-Assú (RN): sugestões de acompanhamento integrado das atividades socioeconômicas impactantes em área costeira. **Geografia**, Rio Claro, v. 1, n. 34, p.141-161, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro, 2012. Manuais técnicos em geociências número 1

_____. **Manual técnico de uso da terra.** 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. Manuais técnicos em geociências número 7.

_____. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil 2014 – 2016.** Rio de Janeiro, 2018.

MARINHO, Daniel Pedro Santos. **Simulação do rompimento e avaliação da segurança de uma barragem, no município de Anagé-ba.** 2018. 55 f. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Campus Vitória da Conquista, Vitória da Conquista, 2018.


NASCIMENTO, Melchior Carlos do et al. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO**, 12., 2005, Goiânia. Anais. Goiânia: INPE, 2005. p. 2289 - 2296.

OLIVEIRA, Manoel Alves de. Formação de bacia hidrográfica antrópica no sistema fluvial do rio gavião no sudoeste da Bahia a partir da perenização do seu fluxo de água. **Revista Geográfica de América Central**, Costa Rica, v. 2, n. 47, p.1-15, 2011.

OLIVEIRA, Paulo Tarso Sanches de et al. Geoprocessamento como ferramenta no licenciamento ambiental de postos de combustíveis. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 1, n. 20, p.87-99, 2008.

RAMOS, Renata Inês; AHMAD, Irene Tosi. Código florestal apreciação atualizada. São Paulo: ABES-SP, 2012. 41 p. Relatório da consultoria referente à apreciação atualizada do Código Florestal desenvolvida.

ROCHA, Gabriela Silveira. **Velhas e novas territorialidades nas margens da barragem de Anagé-BA: da desterritorialização à reterritorialização.** 2011. 188 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.



RODRÍGUEZ, Ana Cristina Machado. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados na análise da legislação ambiental no município de São Sebastião (SP)**. 2005. 201 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SILVA, Diego Vicente Sperle da; CRUZ, Carla Bernadete Madureira. Tipologias de Caatinga: Uma Revisão em Apoio a Mapeamentos Através de Sensoriamento Remoto Orbital e GEOBIA. Geography Department University Of Sao Paulo, [s.l.], v. 35, p.113-120, 2018.

SILVA, Gedeval Paiva; GERMANI, Guiomar Inez. Política estatal e as transformações territoriais: analisando a construção da barragem de Anagé – Bahia – Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, 2011, v. 2, n. 47, p.1-16, 2011.

SILVA, Jorge Xavier da. O que é Geoprocessamento? **Revista do Crea RJ**, Rio de Janeiro, v. 79, n. 1, p.42-44, 2009.

SKORUPA, Ladislau Araújo. **Áreas de preservação permanente e desenvolvimento Sustentável**. Jaguariúna: Embrapa, 2003. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Skorupa_areasID-GFiPs3p4lp.pdf. Acesso em: 6 ago. 2019.

VELOSO, H. P.; GÓES-FILHO, L. **Fitogeografia brasileira: classificação fisionômicoecológica da vegetação neotropical**. Salvador: IBGE; Projeto Radambrasil, 1982. 86 p.



CAPÍTULO 12

CARACATERIZAÇÃO E TENDÊNCIAS TEXTURAS DAS PRAIAS ARENOSAS DA ILHA DE SANTA CATARINA, SC, BRASIL

Norberto Olmiro Horn Filho
Patrícia Tortora

RESUMO

Os estudos granulométricos das praias arenosas da ilha de Santa Catarina iniciaram em 1970 e perduram até os dias atuais. O principal objetivo desse estudo foi analisar os parâmetros estatísticos texturais de amostras superficiais de sedimentos, tomando como referência dados secundários obtidos em trabalhos anteriores de campo e de laboratório. Procedeu-se ainda a correlação granulométrica dos sedimentos das praias considerando os seis setores geológico-oceanográficos da ilha de Santa Catarina.

PALAVRAS-CHAVE: Praia arenosa, Sedimentologia, Santa Catarina.

INTRODUÇÃO

Ao longo dos 174,3km de perímetro total, exhibe a ilha de Santa Catarina, uma diversidade de ecossistemas costeiros, destacando-se as dunas, lagoas, restingas, costões, manguezais e suas 117 praias arenosas, que perfazem uma extensão de 88km.

Justifica-se a realização deste trabalho pela importância que essas praias exercem no contexto da ilha de Santa Catarina, sem dúvida, o principal atrativo geoturístico que propicia a utilização do seu litoral como área de lazer e outros usos associados. A caracterização textural das praias da ilha contribui para o conhecimento desse ecossistema, na tentativa de preservá-lo ao máximo, como um dos elementos mais relevantes da geodiversidade litorânea.

Este trabalho tem como objetivo principal analisar as texturas das praias da ilha de Santa Catarina em base às medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão, assimetria e curtose), tendo como pioneiro o artigo de Martins *et al.* (1970), seguido da publicação de Horn Filho (2006), bem como de outros documentos atualizados. Merece destaque as publicações de Horn Filho *et al.* (2014a, 2014b) e Heidrich & Horn Filho (2014) que enfocaram a geologia das praias arenosas da ilha de Santa Catarina.

TRABALHOS ANTERIORES

São vários os trabalhos que desde 1970 enfatizaram os parâmetros granulométricos das praias arenosas da ilha de Santa Catarina, abrangendo resultados de projetos de pesquisas, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado.



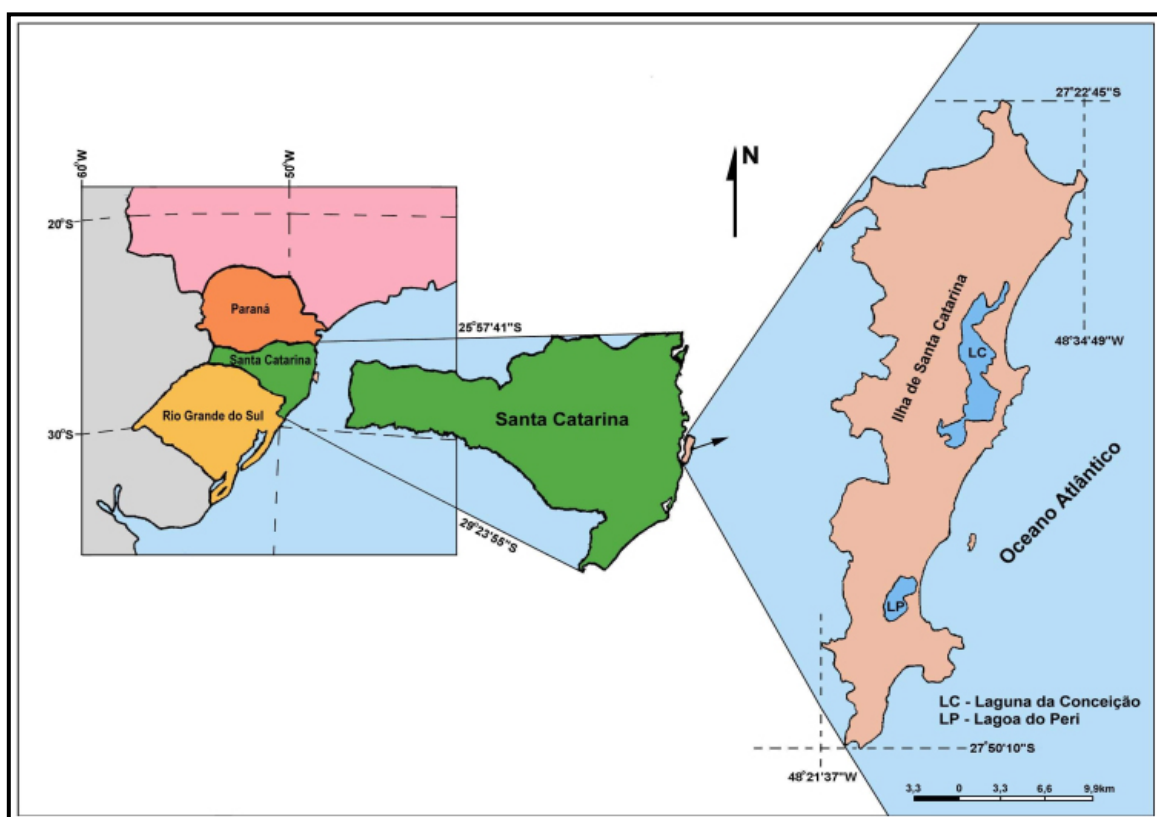
Alguns desses trabalhos se preocuparam em estudar a granulometria das praias arenosas da ilha de Santa Catarina como um todo, com destaque as publicações de Martins *et al.* (1970), Horn Filho *et al.* (1998), Horn Filho (2006), Oliveira *et al.* (2012) e Heidrich & Horn Filho (2014).

Martins *et al.* (1970) em um trabalho inédito no âmbito da Escola de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul apresentaram sua contribuição ao conhecimento do ambiente praial do litoral sul brasileiro, enfocando a sedimentologia das areias da ilha de Santa Catarina do ponto de vista granulométrico, morfoscópico e mineralógico. Horn Filho (2006), no âmbito do Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina, cadastrou todas as praias arenosas do perímetro da ilha de Santa Catarina, fornecendo informações no tocante aos aspectos geográficos, geológicos, oceanográficos e principalmente, granulométricos. A maior diferença entre os dois trabalhos é que Martins *et al.* (1970), além de descrever a granulometria das praias, se preocupou também com a morfoscopia e a mineralogia e Horn Filho (2006), por sua vez, se concentrou exclusivamente nos aspectos granulométricos.

A partir de 1995, outros autores se preocuparam em descrever o comportamento morfossedimentar de praias específicas em base às técnicas de monitoramento sazonal anual. Nesse contexto, destacam-se cronologicamente as publicações de Abreu de Castilhos (1995) na praia da Armação; Santos (1995) na praia da Joaquina; Diehl (1997) na praia da Daniela; Nunes (1997) na praia do Forte; Faraco (1998) na praia dos Ingleses; Leal (1999) nas praias do Moçambique e Barra da Lagoa; Nunes (2002) na praia de Ponta das Canas; Torronteguy (2002) no arco praial da Joaquina-Campeche-Morro das Pedras; Faraco (2003) na praia dos Ingleses; Oliveira (2004) no arco praial Pântano do Sul-Açores; Peixoto (2005) na praia do Santinho; Lelis (2006) na praia das Rendeiras; Gutler (2006) na praia da Solidão; Schweitzer (2007) na praia Brava; Felix (2010) na praia dos Naufragados; Heidrich (2011) nas praias do Matadeiro, Mole, José Mendes, Lagoinha, Cacupé Grande e Solidão; Marques (2011) na praia da Daniela; Broggio (2014) na praia do Campeche; Cechinel (2014) na praia da Joaquina; Paim (2015) na praia da Daniela; Tomaz (2016) na praia do Morro das Pedras; Borges (2017) na praia Mole; Silva (2017) no arco praial de Jurerê; Pereira (2018) na praia de Canasvieiras; Rusa (2018) na praia da Galheta; Theisges (2018) na praia de Fora; Ferreira (2019) na praia da Armação e Gomes (2020) nas praias do Rio Tavares e do Campeche.

ÁREA DE ESTUDO

A ilha de Santa Catarina situa-se na costa Sudeste do litoral brasileiro, que se estende do cabo Frio (RJ) ao cabo de Santa Marta Grande (SC), onde ocorrem pequenas planícies costeiras que se limitam pelo embasamento cristalino da serra do Mar (VILLWOCK, 1994) e das serras do Leste Catarinense. Localiza-se ainda na região Sul do Brasil e na bacia de Santos, mais especificamente no litoral Central do estado de Santa Catarina (DIEHL & HORN FILHO, 1996) nas coordenadas geográficas de referência 27°22'45" e 27°50'10" de latitude sul e 48°21'37" e 48°34'49" de longitude oeste (Figura 1).



A ilha de Santa Catarina apresenta forma alongada na direção nordeste-sudoeste com área total de 399km²; perímetro de 174,3km; comprimento máximo de 52,5km; larguras mínima, média e máxima de 1,3km, 7,6km e 18,8km, respectivamente e altitude máxima de 532m.

A ilha tem sua geologia constituída por duas províncias principais: (1) o embasamento cristalino, mais antigo, representado pelas unidades geológicas do Escudo Catarinense e Grupo Serra Geral e, (2) os depósitos sedimentares, mais recentes, representados por sedimentos de origem continental, transicional e marinha (CARUSO JR., 1993). Os maciços do embasamento

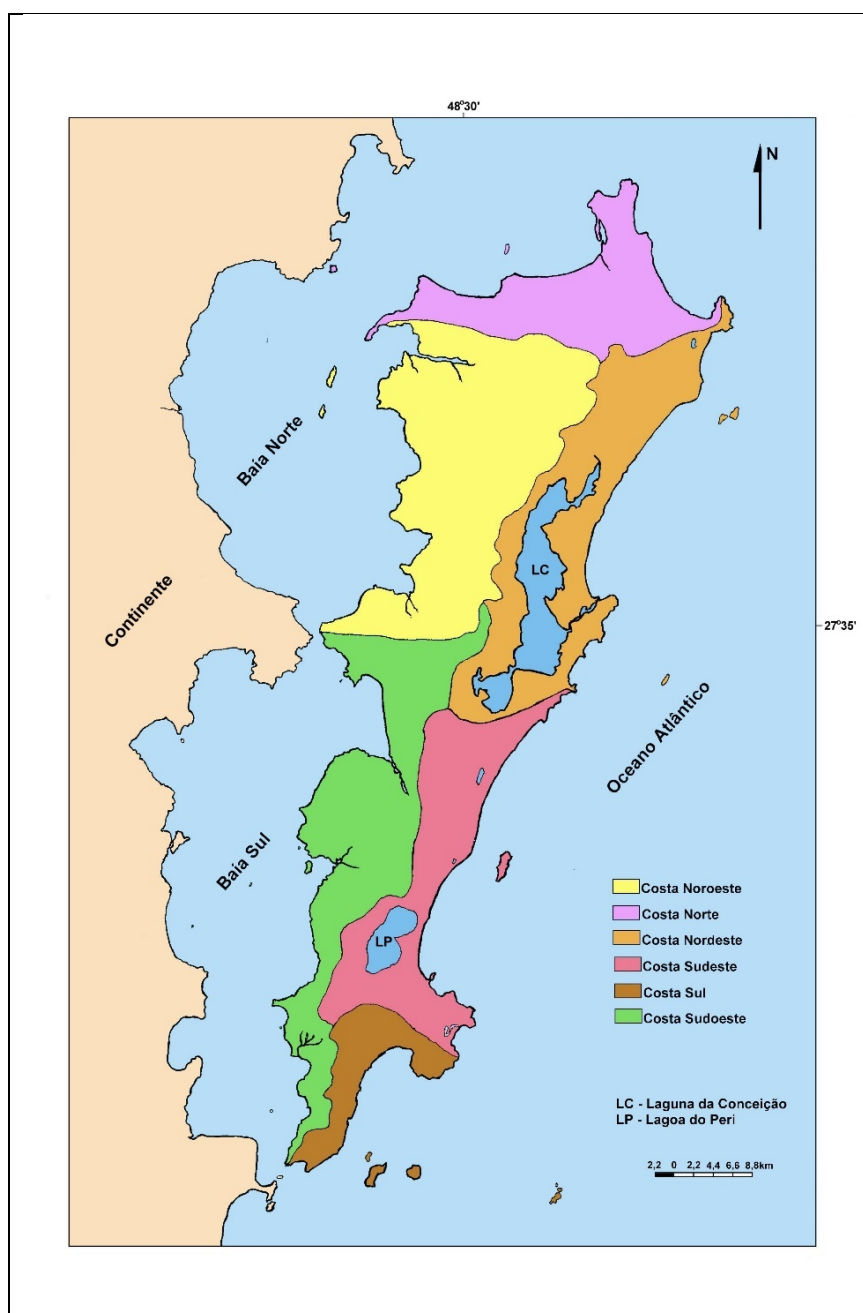


cristalino apresentam os granitos, riolitos e diabásios como rochas dominantes, enquanto os depósitos sedimentares caracterizam-se por formações geradas em ambientes de sedimentação marinho praial, eólico, lagunar e paludial. Consideram-se igualmente os depósitos colúvio-aluvionares originados na interface embasamento cristalino/planície costeira, moldados nas encostas dos morros da ilha. Nesse contexto, insere-se o Depósito marinho praial, o Depósito de baía praial e o Depósito lagunar praial, que representam as praias arenosas da ilha de Santa Catarina.

A ilha de Santa Catarina apresenta todo seu entorno sujeito à atuação dos agentes da dinâmica oceanográfica, sejam estes de mar aberto ou de áreas protegidas. As marés são do tipo micro marés (<2m), com regime semi-diurno e amplitudes máximas de 1,4m para o porto de Florianópolis, interagindo excepcionalmente durante as marés meteorológica e de sizígia. Os ventos atuam no regime, energia e direção de ondas na costa. As direções mais frequentes de ondulações que atingem a ilha provém do nordeste, seguido de ondulações de direção sudeste e sul. Nas áreas protegidas da baía de Florianópolis (baía Norte e baía Sul), as direções das ondas se aproximam daquelas de mar aberto, no entanto, o relevo costeiro, e as irregularidades da área, geram difração e refração das ondas. As correntes litorâneas longitudinais e transversais são mais frequentes na costa Leste, devido a maior dinâmica de ondas, sendo que na costa Oeste prevalecem as correntes de maré.

Em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e granulométricos dos sedimentos arenosos de seu litoral, Horn Filho *et al.* (2014a) compartimentaram a ilha de Santa Catarina em seis costas: Noroeste, Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Sudoeste (Figura 2). Considerando o trabalho pioneiro de Martins *et al.* (1970), as praias da baía Norte correspondem às costas Noroeste e Norte; as praias da baía Sul à costa Sudoeste; as praias oceânicas abertas às costas Norte, Sul, Nordeste e Sudeste e as praias lagunares à costa Nordeste.

Figura 2. As seis costas da ilha de Santa Catarina



(Fonte: HORN FILHO, 2006).

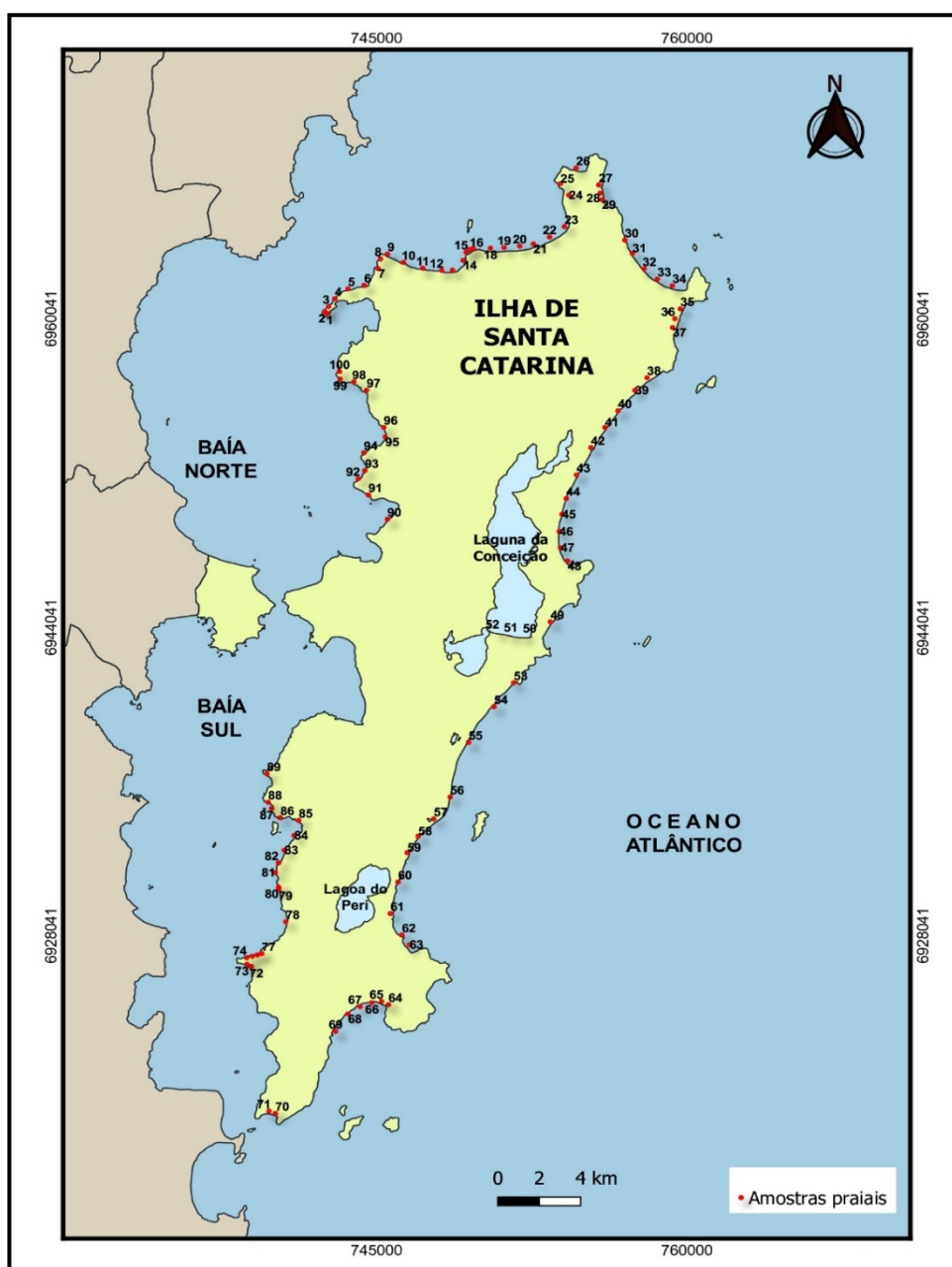
MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada nesse trabalho constou essencialmente da compilação e interpretação dos resultados das análises granulométricas já realizadas nas praias arenosas da ilha de Santa Catarina, contempladas nas diversas publicações e, principalmente, nos trabalhos de Martins *et al.* (1970) e Horn Filho (2006).


Ao todo foram coletadas 153 amostras de sedimentos por Martins *et al.* (1970) e 192 amostras de sedimentos por Horn Filho (2006), totalizando 345 amostras, agregando-se a estas,

outras amostras obtidas em praias específicas como Armação, Barra da Lagoa, Brava, Campeche, Canasvieiras, Daniela, Fora, Forte, Galheta, Ingleses, Joaquina, Jurerê, Moçambique, Morro das Pedras, Naufragados, Lagoinha, Mole, Pântano do Sul, Ponta das Canas, Rendeiras, Santinho e Solidão.

Do universo amostral foram consideradas nesse trabalho 100 amostras de 56 praias (Figura 3), distribuídas segundo a setorização pioneira de Martins *et al.* (1970) em: 42 amostras de praias oceânicas abertas, 37 amostras de praias da baía Norte, 18 amostras de praias da baía Sul e três amostras da praia das Rendeiras na laguna da Conceição.



Fonte: os autores.



Para o tratamento granulométrico dos sedimentos arenosos, todos os trabalhos utilizaram o método de peneiração, baseado na escala granulométrica de Wentworth (1922) (mm) e Krumbein (1934) (ϕ), cuja análise mecânica foi efetuada segundo intervalos de $\frac{1}{4} \phi$ para maior fidelidade na expressão dos diferentes tamanhos de grão. Os dados obtidos das análises granulométricas foram tratados estatisticamente, utilizando-se as fórmulas de Folk & Ward (1957), classificando os sedimentos de acordo com a média, desvio padrão, assimetria e curtose.

Procedeu-se ainda a correlação granulométrica dos sedimentos das praias considerando os seis setores geológico-oceanográficos da ilha de Santa Catarina.

DADOS GRANULOMÉTRICOS SECUNDÁRIOS E PARÂMETROS ESTATÍSTICOS

Em base as homogeneidades texturais encontradas, optou-se nesse trabalho apresentar os dados granulométricos das praias agrupando-os em três grupos: (Grupo 1) Praias das costas Norte e Sul; (Grupo 2) Praias das costas Noroeste e Sudoeste e, (Grupo 3) Praias das costas Nordeste e Sudeste. Para cada grupo são apresentadas informações relativas às medidas de tendência central e de dispersão dos sedimentos arenosos, bem como os resultados das principais publicações considerando exclusivamente os valores da média e do desvio padrão.

PRAIAS DAS COSTAS NORTE E SUL

No que se refere às costas Norte e Sul, são considerados um total de 42 pontos de amostragem, sendo 34 na costa Norte (pontos 1 a 34) e oito na costa Sul (pontos 64 a 71). As praias da costa Norte em ordem alfabética são Cachoeira do Bom Jesus, Canajurê, Canasvieiras, Croa, Daniela, Dona Chica, Forte, Francês, Jurerê, Lagoinha, Morretes e Ponta das Canas, enquanto as praias da costa Sul são Açores, Naufragados, Pântano do Sul e Solidão.

Dos 84 pontos analisados, 82 apresentam o predomínio de areia fina (97,6%) e somente dois a classe areia muito fina, como foi observada na praia do Pântano do Sul na costa Sul. Do ponto de vista da seleção, 42 pontos apresentam-se bem selecionados (50%), 40 muito bem selecionados e dois moderadamente selecionados, tal como observado nas praias dos Açores e Solidão na costa Sul (Tabela 1).

Em base aos trabalhos específicos nas praias da costa Norte, Diehl (1997) observou o predomínio de areia fina na praia da Daniela, não havendo grandes alterações de granulometria nos diferentes ambientes praias ao longo de toda a extensão do pontal. Paim (2015) definiu o predomínio de areias finas muito bem selecionadas nas praias do Pontal de Dentro, Pontal de Fora Sul (Foto 1) e Pontal de Fora Norte. Nunes (1997) monitorou um perfil praias durante um período anual na praia do Forte, mostrando o predomínio de areia fina ao longo de todo arco

praial. Silva (2017) estudou o arco praial de Jurerê ao longo de cinco perfis praias considerando a praia de Jurerê, a leste e a praia de Jurerê Internacional, a oeste, registrando em todos os perfis o predomínio de areia fina bem selecionada. Pereira (2018) analisou cinco setores da praia de Canasvieiras, predominando areias finas bem selecionadas em todos os setores. A praia de Ponta das Canas foi descrita por Nunes (2002) ao longo de seis perfis praias, cujo setor Norte apresentou areia fina com predomínio de sedimentos bem selecionados, moderadamente selecionados e muito bem selecionados; o setor Central apresentou areia fina moderadamente selecionada e bem selecionada e o setor Sul destacou-se pela presença de areia muito fina bem selecionada. Schweitzer (2007) analisou as trocas sedimentares na praia Brava, com predomínio de areia fina à muito fina, bem selecionada à muito bem selecionada. Os estudos de Faraco (1998 e 2003) ao longo do arco praial dos Ingleses revelaram areias finas, muito bem selecionadas, bem selecionadas e moderadamente selecionadas.

Tabela 1. Medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão) das amostras das costas Norte e Sul (Fonte: os autores)

Nº	Nome da praia	A	B	C	D	E	F	G	H
1/100	Pontal de Dentro	2,58	2,21	AF	AF	0,35	0,37	MBS	BS
2/100	Pontal de Fora Sul	2,40	2,41	AF	AF	0,37	0,39	BS	BS
3/100	Pontal de Fora Norte	2,30	2,61	AF	AF	0,32	0,34	MBS	MBS
4/100	Daniela Sul	2,41	2,49	AF	AF	0,37	0,36	BS	BS
5/100	Daniela Central	2,55	2,48	AF	AF	0,31	0,37	MBS	BS
6/100	Daniela Norte	2,47	2,42	AF	AF	0,33	0,38	MBS	BS
7/100	Forte Sul	2,48	2,44	AF	AF	0,34	0,36	MBS	BS
8/100	Forte	2,47	2,57	AF	AF	0,41	0,32	BS	MBS
9/100	Dona Chica	2,41	2,33	AF	AF	0,32	0,44	MBS	BS
10/100	Jurerê Internacional Oeste	2,72	2,29	AF	AF	0,26	0,40	MBS	BS
11/100	Jurerê Internacional Leste	2,38	2,38	AF	AF	0,37	0,36	BS	BS
12/100	Jurerê Oeste	2,51	2,26	AF	AF	0,34	0,48	MBS	BS
13/100	Jurerê Leste	2,55	2,29	AF	AF	0,37	0,42	BS	BS
14/100	Croa	2,61	2,38	AF	AF	0,35	0,45	BS	BS
15/100	Canajurê	2,35	2,40	AF	AF	0,35	0,39	BS	BS
16/100	Morretes	2,50	2,26	AF	AF	0,26	0,32	MBS	MBS
17/100	Francês	2,55	2,21	AF	AF	0,30	0,50	MBS	BS
18/100	Canasvieiras Oeste	2,30	2,39	AF	AF	0,43	0,32	BS	MBS
19/100	Canasvieiras Central	2,31	2,30	AF	AF	0,31	0,38	MBS	BS
20/100	Canasvieiras Leste	2,36	2,52	AF	AF	0,30	0,39	MBS	BS
21/100	Cachoeira do Bom Jesus Oeste	2,52	2,36	AF	AF	0,28	0,39	MBS	BS
22/100	Cachoeira do Bom Jesus Central	2,58	2,46	AF	AF	0,23	0,38	MBS	BS
23/100	Cachoeira do Bom Jesus Leste	2,42	2,52	AF	AF	0,34	0,34	MBS	MBS
24/100	Ponta das Canas Sul	2,71	2,31	AF	AF	0,19	0,39	MBS	BS
25/100	Ponta das Canas Norte	2,60	2,49	AF	AF	0,27	0,38	MBS	BS
26/100	Lagoinha	2,42	2,47	AF	AF	0,31	0,38	MBS	BS
27/100	Brava Norte	2,08	2,27	AF	AF	0,35	0,36	MBS	BS
28/100	Brava Central	2,00	2,29	AF	AF	0,25	0,35	MBS	MBS
29/100	Brava Sul	2,00	2,33	AF	AF	0,39	0,30	BS	MBS
30/100	Ingleses Norte	2,29	2,31	AF	AF	0,28	0,31	MBS	MBS
31/100	Ingleses Centro-norte	2,32	2,42	AF	AF	0,35	0,37	MBS	BS
32/100	Ingleses Central	2,28	2,30	AF	AF	0,37	0,36	BS	BS
33/100	Ingleses Centro-sul	2,57	2,31	AF	AF	0,28	0,36	MBS	BS
34/100	Ingleses Sul	2,41	2,38	AF	AF	0,38	0,35	BS	MBS
64/100	Pântano do Sul Leste	3,21	2,38	AMF	AF	0,50	0,36	BS	BS
65/100	Pântano do Sul Central	3,40	2,25	AMF	AF	0,25	0,32	MBS	MBS
66/100	Pântano do Sul Oeste	2,65	2,25	AF	AF	0,40	0,31	BS	MBS

67/100	Açores Leste	2,40	2,23	AF	AF	0,43	0,33	BS	MBS
68/100	Açores Oeste	2,09	2,37	AF	AF	0,78	0,42	MS	BS
69/100	Solidão	2,30	2,48	AF	AF	0,98	0,32	MS	MBS
70/100	Naufragados Leste	2,63	2,64	AF	AF	0,29	0,31	MBS	MBS
71/100	Naufragados Oeste	2,59	2,27	AF	AF	0,21	0,36	MBS	BS

Legenda: A - Média (Mz), em ϕ , conforme Martins *et al.* (1970); B - Média (Mz), em ϕ , conforme Horn Filho (2006); C - Textura do sedimento conforme a média em base à Martins *et al.* (1970); D - Textura do sedimento conforme a média em base à Horn Filho (2006); E - Desvio padrão, em ϕ ; conforme Martins *et al.* (1970); F - Desvio padrão, em ϕ ; conforme Horn Filho (2006); G - Seleção do sedimento em base à Martins *et al.* (1970); H - Seleção do sedimento em base à Horn Filho (2006). Classes: AF = areia fina; AMF = areia muito fina; MBS = muito bem selecionado; BS = bem selecionado; MS = moderadamente selecionado.

Com relação as praias da costa Sul, Oliveira (2004) realizou a análise granulométrica de amostras ao longo de três perfis no sistema praial Pântano do Sul-Açores, registrando predomínio de areia fina bem selecionada (Foto 2). Güttler (2006) e Heidrich (2011) abordaram o comportamento granulométrico da praia da Solidão, cujos resultados indicaram textura predominantemente arenosa fina. O estudo realizado por Felix (2010) descreveu o arco praial dos Naufragados, sendo que nos perfis 1 e 2, predominaram areias finas bem selecionadas, muito bem selecionadas e moderadamente selecionadas e no perfil 3, areias finas muito bem e bem selecionadas.

Foto 1. Amostra 2/100: sedimento siliciclástico, estratificado, quartzoso, da praia da Ponta de Fora Sul, na costa Norte, mostrando areia fina (2,40 a 2,41 ϕ) e bem selecionada (0,37 a 0,39 ϕ) nas coordenadas (UTM_x 6960411.62 e UTM_y 742473.57)



(Foto de Norberto Olmiro Horn Filho, novembro de 2014).

Foto 2. Amostra 64/100: Sedimento siliciclástico, estratificado, com quartzo e minerais pesados, da praia do Pântano do Sul, na costa Sul, mostrando areia muito fina (3,21 ϕ) e bem selecionada (0,50 ϕ) nas coordenadas (UTM_x 6960411.62 e UTM_y 742473.57)



(Foto de Norberto Olmiro Horn Filho, outubro de 2014).

Do ponto de vista da assimetria nas costas Norte e Sul, ocorre o predomínio da assimetria aproximadamente simétrica em 45 pontos analisados (53,5%), seguido da negativa (25 pontos), positiva (sete pontos), muito negativa (seis pontos) e muito positiva (um ponto). Quanto à curtose, 52 pontos analisados apresentam curtose mesocúrtica (61,9%), seguido de 17 pontos com curtose platicúrtica e 15 pontos leptocúrticos (Tabela 2).

Tabela 2. Medidas de dispersão (assimetria e curtose) das amostras das costas Norte e Sul (Fonte: os autores)

Nº	Nome da praia	I	J	K	L	M	N	O	Q
1/100	Pontal de Dentro	-0,38	-0,03	MN	AS	1,00	1,20	M	L
2/100	Pontal de Fora Sul	-0,22	-0,01	N	AS	0,98	0,90	M	PI
3/100	Pontal de Fora Norte	-0,07	-0,12	AS	N	0,98	0,86	M	PI
4/100	Daniela Sul	-0,02	-0,03	AS	AS	0,90	0,83	M	PI
5/100	Daniela Central	-0,22	-0,05	N	AS	0,88	0,86	M	PI
6/100	Daniela Norte	-0,19	0,00	N	AS	1,02	0,89	M	PI
7/100	Forte Sul	-0,05	-0,01	AS	AS	0,96	0,85	M	PI
8/100	Forte	-0,19	-0,13	N	N	1,00	0,75	M	PI
9/100	Dona Chica	0,08	-0,06	AS	AS	1,04	0,94	M	M
10/100	Jurerê Internacional Oeste	0,28	0,03	P	AS	1,04	1,09	M	M
11/100	Jurerê Internacional Leste	-0,14	0,05	N	AS	1,02	0,91	M	M
12/100	Jurerê Oeste	-0,23	-0,08	N	AS	1,02	1,22	M	L
13/100	Jurerê Leste	-0,35	-0,01	MN	AS	1,14	1,10	L	M
14/100	Croa	0,36	-0,12	MP	N	1,10	0,99	M	M
15/100	Canajurê	-0,28	0,00	N	AS	1,02	0,91	M	M
16/100	Morretes	-0,24	0,05	N	AS	1,04	1,35	M	L
17/100	Francês	-0,13	-0,15	N	N	0,88	1,20	PI	L
18/100	Canasvieiras Oeste	-0,14	0,18	N	P	1,00	0,78	M	PI
19/100	Canasvieiras Central	-0,07	0,07	AS	AS	1,02	1,10	M	M
20/100	Canasvieiras Leste	-0,16	-0,01	N	AS	1,02	0,90	M	PI
21/100	Cachoeira do Bom Jesus Oeste	-0,26	0,00	N	AS	1,02	0,95	M	M

22/100	Cachoeira do Bom Jesus Central	-0,39	-0,10	MN	N	1,00	0,88	M	PI
23/100	Cachoeira do Bom Jesus Leste	0,03	-0,08	AS	AS	0,96	0,75	M	PI
24/100	Ponta das Canas Sul	0,00	0,04	AS	AS	1,02	1,05	M	M
25/100	Ponta das Canas Norte	-0,03	-0,13	AS	N	0,96	0,89	M	PI
26/100	Lagoinha	-0,09	-0,09	AS	AS	1,04	0,89	M	PI
27/100	Brava Norte	0,15	0,04	P	AS	1,04	1,23	M	L
28/100	Brava Central	-0,02	0,08	AS	AS	1,10	1,20	M	L
29/100	Brava Sul	-0,23	0,24	N	P	1,04	0,93	M	M
30/100	Inglese Norte	-0,04	0,16	AS	P	0,94	1,15	M	L
31/100	Inglese Centro-norte	0,14	0,24	P	P	0,90	0,87	M	PI
32/100	Inglese Central	-0,05	0,08	AS	AS	0,90	1,21	M	L
33/100	Inglese Centro-sul	-0,40	0,07	MN	AS	1,10	1,06	M	M
34/100	Inglese Sul	-0,24	0,07	N	AS	0,96	0,89	M	PI
64/100	Pântano do Sul Leste	0,01	0,09	AS	AS	0,86	0,91	PI	M
65/100	Pântano do Sul Central	-0,24	0,04	N	AS	1,04	1,34	M	L
66/100	Pântano do Sul Oeste	-0,14	0,04	N	AS	0,94	1,37	M	L
67/100	Açores Leste	-0,13	-0,03	N	AS	1,04	1,35	M	L
68/100	Açores Oeste	-0,36	-0,05	MN	AS	1,00	0,93	M	M
69/100	Solidão	-0,60	0,03	MN	AS	1,02	0,93	M	M
70/100	Naufregados Leste	-0,21	-0,28	N	N	1,12	0,92	L	M
71/100	Naufregados Oeste	-0,05	0,04	AS	AS	1,20	1,23	L	L

Legenda: I – Assimetria, conforme Martins *et al.* (1970); J - Assimetria, conforme Horn Filho (2006); K - Classificação do sedimento segundo à assimetria em base à Martins *et al.* (1970); L - Classificação do sedimento segundo à assimetria em base à Horn Filho (2006); M - Curtose, conforme Martins *et al.* (1970); N - Curtose, conforme Horn Filho (2006); O - Classificação do sedimento segundo à curtose em base à Martins *et al.* (1970); P - Classificação do sedimento segundo à curtose em base à Horn Filho (2006). Classes: MN = muito negativa; N = negativa; AS = aproximadamente simétrica; P = positiva; MP = muito positiva; PI = platicúrtica; M = mesocúrtica; L = leptocúrtica.

PRAIAS DAS COSTAS NOROESTE E SUDOESTE

No que se refere às costas Noroeste e Sudoeste, são considerados um total de 29 pontos de amostragem, sendo 18 na costa Sudoeste (72 a 89) e 11 na costa Noroeste (90 a 100). As praias da costa Sudoeste em ordem alfabética são Ascan, Bambuzal, Base Aérea, Croa da Ilha, Doutor Ivo, Fora, Freguesia do Ribeirão, Laranjeiras, Ponta, Recanto, Ribeirão, Saco e Tapera, enquanto as praias da costa Noroeste são Cacupé, Comprida, Esperança, Maria do Mar, Nogueira, Ponta do Sambaqui, Sambaqui, Santo Antônio de Lisboa, Sossego e Toló.

Dos 58 pontos analisados, 29 apresentam o predomínio de areia grossa (50%), 20 pontos areia muito grossa, sete pontos areia média e dois pontos areia fina, como foi observada nas praias da Ponta Centro-norte e Freguesia do Ribeirão, ambas na costa Sudoeste. Do ponto de vista da seleção, 28 pontos apresentam-se pobremente selecionados (48,2%), 18 moderadamente selecionados, 10 moderadamente bem selecionados, um muito pobremente selecionado (praia do Recanto, costa Sudoeste e um bem selecionado (Praia do Ribeirão Sul, costa Sudoeste (Tabela 3).

Tabela 3. Medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão) das amostras das costas Sudoeste e Noroeste (Fonte: os autores).

Nº	Nome da praia	A	B	C	D	E	F	G	H
72/100	Praia de Fora Sul	-1,68	0,40	AMG	AG	0,89	1,46	MS	PS
73/100	Praia de Fora Norte	0,90	1,19	AG	AM	1,54	0,88	PS	MS

74/100	Praia da Ponta Sul	-0,21	0,90	AMG	AG	1,30	0,66	PS	MOBS
75/100	Praia da Ponta Centro-sul	-0,29	0,64	AMG	AG	0,76	0,58	MS	MOBS
76/100	Praia da Ponta Centro-norte	-0,07	2,61	AMG	AF	0,91	0,59	MS	MOBS
77/100	Praia da Ponta Norte	-0,21	0,26	AMG	AG	1,26	0,96	PS	MS
78/100	Doutor Ivo	0,13	0,66	AG	AG	1,26	0,62	PS	MOBS
79/100	Recanto	-0,85	0,44	AMG	AG	2,39	0,79	MPS	MS
80/100	Ascan	-0,30	0,15	AMG	AG	1,32	0,75	PS	MS
81/100	Ribeirão Sul	-0,10	0,55	AMG	AG	0,98	0,48	MS	BS
82/100	Ribeirão Norte	0,13	0,33	AG	AG	1,11	0,65	PS	MOBS
83/100	Freguesia do Ribeirão	2,00	0,22	AF	AG	1,04	0,68	PS	MOBS
84/100	Bambuzal	0,39	1,49	AG	AM	1,30	0,84	PS	MS
85/100	Saco	-0,45	1,33	AMG	AM	1,81	1,28	PS	PS
86/100	Croa da Ilha	-0,53	0,95	AMG	AG	1,44	1,44	PS	PS
87/100	Laranjeiras	-0,32	0,01	AMG	AG	1,55	0,95	PS	MS
88/100	Tapera	0,00	0,09	AG	AG	1,16	1,03	PS	PS
89/100	Base Aérea	-0,10	1,21	AMG	AM	1,24	0,61	PS	MOBS
90/100	Maria do Mar	-0,29	0,26	AMG	AG	0,76	0,58	MS	MOBS
91/100	Cacupé Grande	0,90	1,49	AG	AM	1,30	1,46	PS	PS
92/100	Sossego	-0,14	0,44	AMG	AG	1,26	0,88	PS	MS
93/100	Esperança	-0,35	0,15	AMG	AG	0,98	0,84	MS	MS
94/100	Nogueira	0,13	1,33	AG	AM	1,30	0,59	PS	MOBS
95/100	Comprida Sul	-0,29	0,33	AMG	AG	1,16	1,28	PS	PS
96/100	Comprida Norte	-0,85	0,22	AMG	AG	1,55	0,75	PS	MS
97/100	Santo Antônio de Lisboa	-0,30	0,90	AMG	AG	0,91	0,61	MS	MOBS
98/100	Sambaqui	-0,53	0,26	AMG	AG	1,52	1,44	PS	PS
99/100	Ponta do Sambaqui	-0,21	0,95	AMG	AG	0,79	0,84	MS	MS
100/100	Toló	0,39	1,19	AG	AM	1,71	1,28	PS	PS

Legenda: A - Média (Mz), em σ , conforme Martins *et al.* (1970); B - Média (Mz), em σ , conforme Horn Filho (2006); C - Textura do sedimento conforme a média em base à Martins *et al.* (1970); D - Textura do sedimento conforme a média em base à Horn Filho (2006); E - Desvio padrão, em σ ; conforme Martins *et al.* (1970); F - Desvio padrão, em σ ; conforme Horn Filho (2006); G - Seleção do sedimento em base à Martins *et al.* (1970); H - Seleção do sedimento em base à Horn Filho (2006). Classes: AF = areia fina; AM = areia média; AG = areia grossa; AMG = areia muito grossa; MS = moderadamente selecionado; MOBS = moderadamente bem selecionado; PS = pobremente selecionado; MPS = muito pobremente selecionado.

Em base aos trabalhos específicos nas praias da costa Sudoeste, a praia de Fora situada no tómbolo de Caiacangaçu foi estudada por Theisges (2018) tomando por base três perfis praias. O 1º perfil mostrou o predomínio de areia grossa e areia muito grossa (Foto 3) com grau de seleção variando de pobremente selecionado à bem selecionado. O 2º apresentou a predominância de areia grossa e areia muito grossa, pobremente selecionada e moderadamente selecionada. No 3º perfil observou-se areia grossa e areia média; pobremente selecionada e moderadamente selecionada. Heidrich (2011) analisou amostras de sedimentos das praias de Cacupé Grande e José Mendes, nas costas Noroeste e Sudoeste, respectivamente. Na praia de Cacupé Grande registrou o predomínio de areia grossa à areia muito grossa, enquanto na praia José Mendes registrou o predomínio de areia grossa e areia média.

Do ponto de vista da assimetria nas costas Noroeste e Sudoeste, ocorre o predomínio da assimetria aproximadamente simétrica em 22 pontos analisados (37,9%), seguido da negativa (15 pontos), positiva (14 pontos), muito positiva (quatro pontos) e muito negativa (três pontos). Quanto à curtose, 36 pontos analisados apresentam curtose mesocúrtica (62%), seguido de 10

pontos com curtose platicúrtica, oito pontos leptocúrticos e quatro pontos muito leptocúrticos (Tabela 4).

Tabela 4. Medidas de dispersão (assimetria e curtose) das amostras das costas Sudoeste e Noroeste (Fonte: os autores)

Nº	Nome da praia	I	J	K	L	M	N	O	Q
72/100	Praia de Fora Sul	-0,12	0,00	N	AS	0,92	0,79	M	PI
73/100	Praia de Fora Norte	-0,15	-0,19	N	N	0,86	1,58	PI	ML
74/100	Praia da Ponta Sul	-0,13	0,14	N	P	0,98	0,96	M	M
75/100	Praia da Ponta Centro-sul	-0,11	-0,12	N	N	1,06	1,12	M	L
76/100	Praia da Ponta Centro-norte	0,10	-0,39	AS	MN	1,16	1,62	L	ML
77/100	Praia da Ponta Norte	-0,10	0,04	N	AS	1,16	0,78	L	PI
78/100	Doutor Ivo	0,29	-0,21	P	N	1,00	1,17	M	L
79/100	Recanto	-0,21	-0,28	N	N	0,98	1,43	M	L
80/100	Ascan	0,20	-0,02	P	AS	0,98	0,87	M	PI
81/100	Ribeirão Sul	-0,26	-0,03	N	AS	0,90	1,03	M	M
82/100	Ribeirão Norte	0,24	-0,10	P	AS	1,00	0,88	M	PI
83/100	Freguesia do Ribeirão	-0,39	-0,01	MN	AS	1,00	0,97	M	M
84/100	Bambuzal	0,03	0,03	AS	AS	0,90	0,95	M	M
85/100	Saco	0,12	-0,28	P	N	0,98	0,96	M	M
86/100	Croa da Ilha	0,23	0,51	P	MP	1,28	1,10	L	M
87/100	Laranjeiras	0,40	0,01	MP	AS	0,76	0,87	PI	PI
88/100	Tapera	0,00	0,19	AS	P	0,98	1,00	M	M
89/100	Base Aérea	-0,08	0,14	AS	P	1,00	1,68	M	ML
90/100	Maria do Mar	0,23	0,10	P	P	1,02	0,75	M	PI
91/100	Cacupé Grande	-0,09	0,20	AS	P	0,92	1,04	M	M
92/100	Sossego	-0,27	0,16	N	P	1,02	1,10	M	M
93/100	Esperança	0,01	-0,40	AS	MN	0,96	1,19	M	L
94/100	Nogueira	0,02	0,11	AS	P	0,94	0,93	M	M
95/100	Comprida Sul	-0,16	0,16	N	P	0,90	0,97	M	M
96/100	Comprida Norte	-0,08	-0,05	AS	AS	1,26	0,93	L	M
97/100	Santo Antônio de Lisboa	-0,02	-0,01	AS	AS	1,04	0,93	M	M
98/100	Sambaqui	-0,03	-0,14	AS	N	0,90	0,79	M	PI
99/100	Ponta do Sambaqui	0,44	-0,03	MP	AS	1,06	0,76	M	PI
100/100	Toló	0,45	0,06	MP	AS	1,06	1,51	M	ML

Legenda: I – Assimetria, conforme Martins *et al.* (1970); J - Assimetria, conforme Horn Filho (2006); K - Classificação do sedimento segundo à assimetria em base à Martins *et al.* (1970); L - Classificação do sedimento segundo à assimetria em base à Horn Filho (2006); M - Curtose, conforme Martins *et al.* (1970); N - Curtose, conforme Horn Filho (2006); O - Classificação do sedimento segundo à curtose em base à Martins *et al.* (1970); P - Classificação do sedimento segundo à curtose em base à Horn Filho (2006). Classes: MN = muito negativa; N = negativa; AS = aproximadamente simétrica; P = positiva; PI = platicúrtica; ML = muito platicúrtica; M = mesocúrtica; L = leptocúrtica.



Foto 3. Amostra 72/100: sedimento bioclástico, maciço, carbonático, da praia de Fora Sul, na costa Sudoeste, mostrando areia muito grossa (-1,68 ϕ) e pobremente selecionada (1,46 ϕ) nas coordenadas (UTM_x, 6926425.88 e UTM_y, 738928.08). Observa-se ainda sobrecarga formada por fruto em grânulos no pós-praia. (Foto de João Pedro Canhisares, abril de 2019).



Foto 4. Amostra 97/100: sedimento siliciclástico, maciço, da praia de Santo Antônio de Lisboa, na costa Noroeste, mostrando areia grossa (0,90 ϕ) e moderadamente bem selecionada (0,61 ϕ) nas coordenadas (UTM_x, 6956334.44 e UTM_y, 744508.35). Observa-se ainda linha de deixa evidenciada pelo acúmulo de galhos, folhas flores de *Delonix regia* (*flamboyant*) em grânulos no limite superior da face praiar (Foto de Fábio Effting Silva, dezembro de 2018).

PRAIAS DAS COSTAS NORDESTE E SUDESTE

No que se refere às costas Nordeste e Sudeste, são considerados um total de 29 pontos de amostragem, sendo 18 na costa Nordeste (35 a 52) e 11 na costa Sudeste (53 a 63). As praias da costa Nordeste em ordem alfabética são Barra da Lagoa, Mole, Moçambique, Rendeiras e Santinho, enquanto as praias da costa Sudeste são Armação, Campeche, Joaquina, Matadeiro, Morro das Pedras e Rio Tavares. Ressalta-se aqui que a praia das Rendeiras apesar de ser uma praia lagunar, está inserida junto com as praias oceânicas da costa Nordeste.

Dos 58 pontos analisados, 23 apresentam o predomínio de areia fina (39,6%), 20 pontos areia média e 15 pontos areia grossa. Do ponto de vista da seleção, 18 pontos apresentam-se moderadamente bem selecionados, 14 pontos muito bem selecionados, 10 pontos bem selecionados, 10 pontos moderadamente selecionados e seis pontos pobremente selecionados (Tabela 5).

Tabela 5. Medidas de tendência central (média) e de dispersão (desvio padrão) das amostras das costas Nordeste e Sudeste (Fonte: os autores).

Nº	Nome da praia	A	B	C	D	E	F	G	H
35/100	Santinho Norte	2,41	2,40	AF	AF	0,58	0,34	MOBS	MBS
36/100	Santinho Central	2,40	2,36	AF	AF	0,34	0,35	MBS	MBS
37/100	Santinho Sul	2,13	2,71	AF	AF	0,39	0,31	BS	MBS
38/100	Moçambique Norte	0,62	0,38	AG	AG	0,61	0,65	MOBS	MOBS
39/100	Moçambique Norte-central ¹	0,30	1,30	AG	AM	0,68	0,69	MOBS	MOBS
40/100	Moçambique Norte-central ²	0,46	1,74	AG	AM	0,69	0,58	MOBS	MOBS
41/100	Moçambique Centro-norte	0,67	1,44	AG	AM	0,69	0,78	MOBS	MS
42/100	Moçambique Central	1,55	1,32	AM	AM	0,95	0,74	MS	MS
43/100	Moçambique Centro-sul	0,08	1,79	AG	AM	1,60	0,50	PS	BS
44/100	Moçambique Sul-central ²	0,71	2,27	AG	AF	1,09	0,32	PS	MBS
45/100	Moçambique Sul-central ¹	1,70	2,39	AM	AF	1,11	0,32	PS	MBS
46/100	Moçambique Sul	2,15	2,49	AF	AF	1,31	0,42	PS	BS
47/100	Barra da Lagoa Norte	2,22	2,62	AF	AF	1,12	0,37	PS	BS
48/100	Barra da Lagoa Sul	2,70	1,13	AF	AM	0,31	0,37	MBS	BS
49/100	Mole	1,18	2,35	AM	AF	0,54	0,34	MOBS	MBS
50/100	Rendeiras Leste	1,50	1,32	AM	AM	0,36	0,56	BS	MOBS
51/100	Rendeiras Central	1,90	2,55	AM	AF	0,44	0,35	BS	BS
52/100	Rendeiras Oeste	1,82	2,54	AM	AF	0,24	0,30	MBS	MBS
53/100	Joaquina Norte	2,29	1,30	AF	AM	0,64	0,92	MOBS	MS
54/100	Joaquina Sul	1,30	1,90	AM	AM	0,65	0,48	MOBS	BS
55/100	Rio Tavares	1,01	1,37	AM	AM	0,74	0,68	MS	MOBS
56/100	Campeche Norte	1,90	2,50	AM	AF	1,01	0,32	PS	MBS
57/100	Campeche Sul	0,90	0,31	AG	AG	0,78	0,60	MS	MOBS
58/100	Morro das Pedras Norte	1,20	0,67	AM	AG	1,00	0,63	MS	MOBS
59/100	Morro das Pedras Sul	0,36	0,13	AG	AG	0,72	0,58	MS	MOBS
60/100	Armação Norte (Caldeirão)	0,75	0,22	AG	AG	0,28	0,63	MBS	MOBS
61/100	Armação Central	0,10	2,07	AG	AF	0,32	0,74	MBS	MS
62/100	Armação Sul	2,64	2,60	AF	AF	0,73	0,38	MS	BS
63/100	Matadeiro	2,71	2,89	AF	AF	0,33	0,52	MBS	MOBS

Legenda: A - Média (Mz), em σ , conforme Martins *et al.* (1970); B - Média (Mz), em σ , conforme Horn Filho (2006); C - Textura do sedimento conforme a média em base à Martins *et al.* (1970); D - Textura do sedimento conforme a média em base à Horn Filho (2006); E - Desvio padrão, em σ ; conforme Martins *et al.* (1970); F - Desvio padrão, em σ ; conforme Horn Filho (2006); G - Seleção do sedimento em base à Martins *et al.* (1970); H - Seleção do sedimento em base à Horn Filho (2006). Classes: AF = areia fina; AM = areia média; AG = areia grossa; AMG = areia muito grossa; MS = moderadamente selecionado; MOBS = moderadamente bem selecionado; PS = pobremente selecionado; MPS = muito pobremente selecionado.



Em base aos trabalhos específicos nas praias da costa Nordeste, Peixoto (2005), analisando amostras coletadas em três perfis praias, definiu para os perfis 1 e 3, areias finas e muito bem selecionadas, enquanto para o perfil 2, areias finas muito bem selecionadas e bem selecionadas. O sistema praias Moçambique-Barra da Lagoa foi estudado do ponto de vista granulométrico por Leal (1999), a partir de cinco perfis topográficos, entre os setores Sul, Central e Norte. No setor Sul ocorreu a predominância de areia fina, seguido de areia média; os grãos se mostraram muito bem selecionados, bem selecionados e pobremente selecionados. O setor Central apresentou areia fina à muito grossa com presença de biodetritos e predominância de areia média. Os sedimentos foram em sua maioria moderadamente selecionados e bem selecionados. No setor Norte predominou areia fina com grãos muito bem selecionados, bem selecionados e mal selecionados. Borges (2017) avaliou do ponto de vista granulométrico três perfis distribuídos nos setores Sul (perfil 1), Central (perfil 2) e Norte (perfil 3) da praia Mole, sendo que o perfil 1 exibiu areia média com a predominância de sedimento moderadamente selecionado (Foto 5), seguido de bem selecionado; o perfil 2 mostrou dominância de areia média bem selecionada e moderadamente selecionada; enquanto no perfil 3 ocorreu a predominância de areia média com sedimentos bem selecionados e moderadamente selecionados.

Em uma retrospectiva envolvendo todo o arco praias Joaquina-Morro das Pedras, Torronteguy (2002) analisou amostras de sedimentos ao longo de cinco perfis, constatando para o perfil 1 predominância de areias finas muito bem selecionadas; para o perfil 2, areias finas moderadamente selecionadas; para o perfil 3, areia fina, muito bem selecionada e bem selecionada; para o perfil 4, areia fina muito bem selecionada e para o perfil 5, areia média moderadamente selecionada. Santos (1995) realizou análises granulométricas na praia da Joaquina, distribuídas em oito perfis topográficos, cujos resultados indicaram para o perfil 1 amostras com tamanho médio areia fina bem selecionada; para o perfil 2 dominância de areia média à fina moderadamente selecionada; para o perfil 3 areia média à fina bem selecionada; para o perfil 4 areia média à fina moderadamente selecionada; para o perfil 5 areia média à fina moderadamente selecionada; para o perfil 6 areia média à fina moderadamente selecionado; para o perfil 7 areia média à fina moderadamente selecionada e para o perfil 8 areia média à fina moderadamente selecionada. Cechinel (2014) demonstrou do ponto de vista textural que as os sedimentos da praia da Joaquina eram compostos de areias finas e médias moderadamente selecionadas (Foto 6). Broggio (2014) estudou amostras distribuídas em três perfis na parte central da praia do Campeche, tendo registrado no perfil 1, a dominância de areia fina com



predominância de sedimentos bem selecionados, seguido de moderadamente selecionados, no perfil 2 amostras de areia fina com sedimentos bem selecionados, moderadamente selecionados e muito bem selecionados e no perfil 3 areia fina e areia média com sedimentos moderadamente selecionados, bem selecionados e muito bem selecionados. Gomes (2020) monitorou parte do arco praial Joaquina-Morro das Pedras, especificamente em duas praias: praia do Rio Tavares, ao norte e praia do Campeche, ao sul. A praia do Rio Tavares está associada à uma granulometria arenosa mais fina, enquanto a praia do Campeche à uma com granulometria arenosa mais grossa.

O estudo de Abreu de Castilhos (1995), realizado na praia da Armação, constou da análise granulométrica de amostras de sedimentos em oito perfis topográficos de sul para norte. Os perfis 1 e 2 apresentaram, predominantemente, areia fina à areia muito fina e bem selecionadas; no perfil 3, as amostras foram de areia fina e areia grossa, evidenciando seleção moderado dos grãos; o perfil 4 exibiu areia fina e areia muito grossa; seleção moderado à bom; os perfis 5, 6, 7 e 8 resultaram em areia grossa com seleção das amostras oscilando entre bom e muito bom. No geral, foi evidenciado um aumento do tamanho médio do grão de sul para norte.

Ferreira (2019) analisou amostras de cinco setores da praia da Armação: setores Sul, Centro-sul, Central, Centro-norte e Norte. O setor Sul apresentou predominância de areia fina e sedimentos bem selecionados; no setor Centro-sul ocorreu o predomínio de areia muito grossa e grãos bem selecionados; no setor Central os sedimentos foram compostos por areia grossa e grãos moderadamente selecionados; no setor Centro-norte predominaram sedimentos arenosos grossos moderadamente selecionados e no setor Norte, o predomínio foi de sedimentos arenosos grossos moderadamente selecionados.

Do ponto de vista da assimetria nas costas Nordeste e Sudeste, ocorre o predomínio da assimetria aproximadamente simétrica em 21 pontos analisados (36,2%), seguido da negativa (14 pontos), positiva (12 pontos), muito negativa (sete pontos) e muito positiva (quatro pontos). Quanto à curtose, 28 pontos analisados apresentam curtose mesocúrtica (48,2%), seguido de 20 pontos com curtose platicúrtica, nove pontos leptocúrticos e um ponto muito platicúrtico (Tabela 6).

Tabela 6. Medidas de dispersão (assimetria e curtose) das amostras das costas Nordeste e Sudeste (Fonte: os autores).

Nº	Nome da praia	I	J	K	L	M	N	O	Q
35/100	Santinho Norte	-0,37	0,06	MN	AS	1,08	0,85	M	PI
36/100	Santinho Central	0,01	0,08	AS	AS	1,34	0,95	L	M
37/100	Santinho Sul	-0,04	-0,09	AS	AS	0,88	1,29	PI	L

38/100	Moçambique Norte	0,20	0,31	P	P	0,86	1,24	PI	L
39/100	Moçambique Norte-central ¹	0,36	-0,05	MP	AS	1,14	1,00	L	M
40/100	Moçambique Norte-central ²	0,27	-0,15	P	N	1,00	0,89	M	PI
41/100	Moçambique Centro-norte	0,10	-0,11	AS	N	0,96	0,76	M	PI
42/100	Moçambique Central	-0,26	-0,10	N	AS	0,80	0,82	PI	PI
43/100	Moçambique Sul-central	0,49	-0,06	MP	AS	0,76	0,73	PI	PI
44/100	Moçambique Sul-central ²	0,18	0,05	P	AS	0,82	1,33	PI	L
45/100	Moçambique Sul-central ¹	-0,45	0,14	MN	P	0,84	0,80	PI	PI
46/100	Moçambique Sul	-0,67	-0,17	MN	N	0,98	1,02	M	M
47/100	Barra da Lagoa Norte	-0,60	-0,07	MN	AS	0,88	0,94	PI	M
48/100	Barra da Lagoa Sul	-0,12	-0,14	N	N	1,02	1,00	M	M
49/100	Mole	0,03	0,11	AS	P	1,04	0,95	M	M
50/100	Rendeiras Leste	-0,13	0,10	N	AS	1,00	1,04	M	M
51/100	Rendeiras Central	-0,04	-0,25	AS	N	1,00	0,92	M	M
52/100	Rendeiras Oeste	-0,20	-0,16	N	N	1,00	0,75	M	PI
53/100	Joaquina Norte	0,42	0,40	MP	P	1,00	0,64	M	MP
54/100	Joaquina Sul	0,08	-0,15	AS	N	0,94	0,77	M	PI
55/100	Rio Tavares	0,07	0,01	AS	AS	0,90	0,89	M	PI
56/100	Campeche Norte	-0,33	-0,01	MN	AS	0,76	0,73	PI	PI
57/100	Campeche Sul	0,11	0,18	P	P	1,00	0,99	M	M
58/100	Morro das Pedras Norte	0,12	0,13	P	P	0,76	0,89	PI	PI
59/100	Morro das Pedras Sul	0,48	-0,07	MP	AS	1,10	1,17	M	L
60/100	Armação Norte (Caldeirão)	-0,08	0,11	AS	P	1,08	1,09	M	M
61/100	Armação Central	-0,11	-0,36	N	MN	1,12	1,18	L	L
62/100	Armação Sul	-0,80	-0,12	MN	N	1,32	0,95	L	M
63/100	Matadeiro	-0,17	0,06	N	AS	1,06	0,95	M	M

Legenda: I – Assimetria, conforme Martins *et al.* (1970); J – Assimetria, conforme Horn Filho (2006); K – Classificação do sedimento segundo à assimetria em base à Martins *et al.* (1970); L – Classificação do sedimento segundo à assimetria em base à Horn Filho (2006); M – Curtose, conforme Martins *et al.* (1970); N – Curtose, conforme Horn Filho (2006); O – Classificação do sedimento segundo à curtose em base à Martins *et al.* (1970); P – Classificação do sedimento segundo à curtose em base à Horn Filho (2006). Classes: MN = muito negativa; N = negativa; AS = aproximadamente simétrica; P = positiva; MP = muito platicúrtica; PI = platicúrtica; M = mesocúrtica; L = leptocúrtica.



Foto 5. Amostra 49/100: sedimento siliciclástico, maciço, quartzoso, da praia Mole, na costa Nordeste, mostrando areia média (1,18 ϕ) e moderadamente bem selecionada (0,54 ϕ) nas coordenadas (UTM_x 6944308.09 e UTM_y 753393.97). Observa-se ainda estrutura de escape de fluidos no sedimento arenoso do pós-praia (Foto de João Pedro Canhisares, maio de 2018).



Foto 6. Amostra 53/100: sedimento siliciclástico, estratificado, quartzoso, da praia da Joaquina Norte, na costa Sudeste, mostrando areia fina ($2,29 \phi$) e moderadamente bem selecionada ($0,64 \phi$) nas coordenadas (UTM_x 6941147.26 e UTM_y 751620.37) (Foto de Norberto Olmiro Horn Filho, dezembro de 2007).

DISCUSSÃO

Do universo amostral envolvendo os trabalhos de Martins *et al.* (1970), Horn Filho (2006) e outras publicações em praias específicas da ilha de Santa Catarina, selecionou-se nessa pesquisa 100 amostras de 56 praias, as quais contemplaram a caracterização granulométrica e tendências texturais ao longo dos últimos 50 anos (1970-2020).

Do total considerado de 56 praias da ilha de Santa Catarina, em base à classificação de Martins *et al.* (1970), 26 praias são da baía Norte, 16 são oceânicas abertas, 13 da baía Sul e uma praia da laguna da Conceição. Quanto às amostras coletadas, 42 representam praias oceânicas abertas, 37 da baía Norte, 18 da baía Sul e três da laguna da Conceição. Em base à setorização de Horn Filho (2006), 18 praias representam a costa Norte, 13 a costa Sudoeste, 10 a costa Noroeste, seis a costa Sudeste, cinco a costa Nordeste e quatro a costa Sul. Quanto às amostras coletadas, 34 representam a costa Norte, 18 a costa Nordeste, 18 a costa Sudoeste (18%), 11 a costa Sudeste, 11 a costa Noroeste e oito a costa Sul.

De um modo geral, nos últimos 50 anos de análises granulométricas nas praias da ilha de Santa Catarina, observa-se uma semelhança entre os diversos levantamentos, que sejam



pontuais ou resultantes dos monitoramentos praias sazonais. Possíveis incongruências podem estar relacionadas aos seguintes fatores: localização geográfica aproximada das amostras, indefinição do setor morfológico, data e condições climato-oceanográficas do dia da coleta da coleta.

Do ponto de vista das medidas de tendência central e de dispersão, a média e o desvio padrão foram os parâmetros mais confiáveis para a distribuição granulométrica, enquanto a assimetria e a curtose apresentaram valores um tanto variáveis para a mesma amostra nos diversos levantamentos.

Desse modo, foram agrupadas as praias da ilha de Santa Catarina em três grupos: praias das costas Norte e Sul, voltadas para as enseadas e mar aberto; praias das costas Noroeste e Sudoeste, voltadas para as baías Norte e Sul (baía de Florianópolis) e praias das costas Nordeste e Sudeste, expostas ao oceano Atlântico. Areias finas, bem selecionadas, assimetria aproximadamente simétrica e mesocúrticas prevalecem nas costas Norte e Sul. Areias grossas e muito grossas, pobremente e moderadamente selecionadas, assimetria aproximadamente simétrica e mesocúrticas predominam nas costas Noroeste e Sudoeste. Areias finas e médias, moderadamente bem selecionadas, assimetria aproximadamente simétrica e mesocúrticas dominam nas costas Nordeste e Sudeste.

A presença do embasamento cristalino muito próximo da linha de costa, a predominância de praias protegidas e a dinâmica oceanográfica da baía de Florianópolis imposta principalmente pelas correntes de maré, propiciam a ocorrência no domínio Ocidental referente às costas Noroeste e Sudoeste, de praias com sedimentos arenosos mais grossos e pouco retrabalhados pelos agentes geológicos e oceanográficos (Figura 4). Nos domínios Setentrional e Meridional referentes às costas Norte e Sul, respectivamente, a deriva litorânea transporta sedimentos arenosos finos de sul para norte, possibilitando a deposição desses sedimentos nas praias dos extremos norte e sul da ilha voltadas para as enseadas de Jurerê, Canasvieiras e Pântano do Sul, bem como de áreas semi-protegidas junto às praias da Daniela e dos Ingleses (Figura 4). Finalmente, as costas Nordeste e Sudeste representam o domínio Oriental, o mais exposto da ilha à ação dos agentes climato-oceanográficos (ventos, ondas e correntes litorâneas) com uma planície costeira melhor desenvolvida, propiciando na acumulação de sedimentos arenosos finos à grossos, desde o morro dos Ingleses à norte até a ponta da Felicidade à sul (Figura 4).

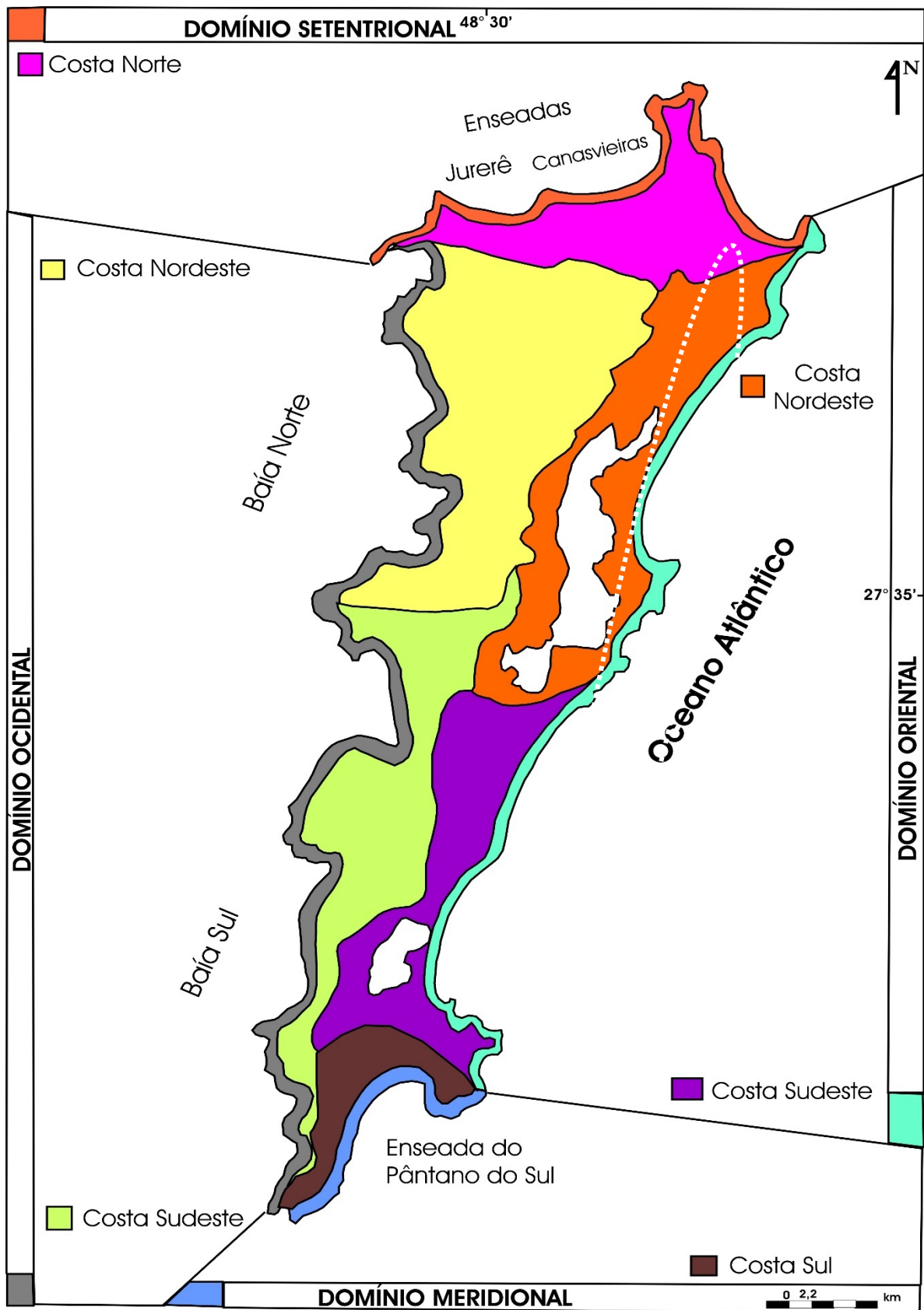


Figura 4. Imagem de satélite da ilha de Santa Catarina, observando-se as praias das costas Noroeste e Sudoeste (domínio Ocidental; exs.: Sambaqui, Santo Antônio de Lisboa e Cacupé); as praias das costas Nordeste e Sudeste (domínio Oriental; exs.: Santinho, Moçambique, Joaquina, Campeche, Morro das Pedras e Armação) e as praias das costas Norte e Sul (domínios Setentrional e Meridional, respectivamente; exs.: Daniela, Jurerê, Cachoeira do Bom Jesus, Ingleses e Pântano do Sul) (Fonte: Horn Filho, 2006).



CONCLUSÕES

O principal objetivo desse estudo foi alcançado em base à análise dos parâmetros estatísticos texturais de amostras superficiais de sedimentos das praias expostas, protegidas e semi expostas da ilha de Santa Catarina, tomando como referência dados secundários obtidos em trabalhos anteriores de campo e de laboratório, correlacionando-os aos setores Norte, Nordeste, Sudeste, Sul, Sudoeste e Noroeste.

A média (textura principal) e o desvio padrão (selecionamento) foram relevantes para o agrupamento das praias nos setores Setentrional e Meridional (costas Norte e Sul), no setor Oriental (costas Nordeste e Sudeste) e no setor Ocidental (costas Noroeste e Sudoeste), sendo que a textura arenosa mais grossa predomina nas praias de baía, mais fina nas praias de enseada e fina à grossa nas praias expostas de frente para o oceano Atlântico. A seleção acompanha a textura dominante, sendo que nas praias de baía, predominam sedimentos mal selecionados, nas praias de enseada, sedimentos bem selecionados e nas praias oceânicas sedimentos moderadamente selecionados.

Não foram observadas mudanças significativas texturais ao longo dos últimos 50 anos em base aos trabalhos analisados. A erosão costeira mais recente observada em algumas praias (ex.: Canasvieiras, Ingleses, Campeche, Morro das Pedras e Armação), bem como os sedimentos artificiais que engordaram a praia de Canasvieiras em 2019, terão que ser reavaliados, uma vez que podem ter modificado as texturas principais das praias.


AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Escola de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade de realização da pesquisa pioneira de Martins *et al.* (1970), bem como ao Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina pela pesquisa desenvolvida por Horn Filho (2006). A todos os autores que publicaram seus trabalhos em praias específicas da ilha de Santa Catarina. Agradecimento especial aos professores autores do trabalho pioneiro Prof. Luiz Roberto da Silva Martins (*in memoriam*), Prof. Natálio Gamermann (*in memoriam*), Prof. Luiz Fernando Scheibe e Prof. Vitor Hugo Teixeira (*in memoriam*).



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU DE CASTILHOS, J. 1995. **Estudo evolutivo - sedimentológico e morfodinâmico da praia da Armação, ilha de Santa Catarina - SC.** Florianópolis. 179p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- BORGES, M. M. 2017. **Comportamento morfossedimentar em escala sazonal da praia Mole, ilha de Santa Catarina, SC - Brasil.** Florianópolis. 89p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Oceanografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- BROGGIO, M. 2014. **Caracterização morfossedimentar da saliência do Campeche, ilha de Santa Catarina, Brasil.** Florianópolis. 114p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Oceanografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- CARUSO JR., F. 1993. Mapa geológico da ilha de Santa Catarina - Escala 1:100.000. Texto explicativo e mapa. **Notas Técnicas, 6:**1-28.
- CECHINEL, E. J. 2014. **Caracterização morfossedimentar do arco praial Joaquina-Campeche: uma atualização de dados.** Florianópolis. 82p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- DIEHL, F. L. 1997. **Aspectos geoevolutivos, morfodinâmicos e ambientais do pontal da Daniela, ilha de Santa Catarina, Brasil.** Florianópolis. 132p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- DIEHL, F. L. & HORN FILHO, N. O. 1996. Compartimentação geológico-geomorfológica da zona litorânea e planície costeira do estado de Santa Catarina. **Notas Técnicas, 9:**39-50.
- FARACO, K. R. 1998. **Estudo morfodinâmico e granulométrico da praia dos Ingleses, ilha de Santa Catarina, SC.** Florianópolis. 68p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- FARACO, K. R. 2003. **Comportamento morfodinâmico e sedimentológico da praia dos Ingleses, ilha de Santa Catarina, SC, durante o período de 1996 - 2001.** Florianópolis. 120p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- FELIX, A. 2010. **Determinação dos limites de ocorrência dos setores morfodinâmicos ao longo do arco praial dos Naufragados, ilha de Santa Catarina/SC - Brasil.** Florianópolis. 233p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- FERREIRA, J. de A. 2019. **Evolução morfossedimentar temporal da praia da Armação, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Florianópolis. 96p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Oceanografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- FOLK, R. L. & WARD, W. C. 1957. Brazos river bar: study in the significance of grain size parameter. **Journal of Sedimentary Petrology, 27(1):**3-26.
- GOMES, G. de O. 2020. **Erosão costeira: a ocupação das dunas como fator dinamizador do comportamento morfossedimentar de distintos setores do arco praial Joaquina-Morro das Pedras, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Florianópolis. 228p. Dissertação de



Mestrado. Programa de Pós-graduação em Oceanografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

GÜTTLER, F. N. 2006. **Estudo morfodinâmico e granulométrico da praia do rio das Pacas, Florianópolis-SC**. Florianópolis. 94p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Geografia. Universidade do Estado de Santa Catarina.

HEIDRICH, C. 2011. **Estudo comparativo sedimentológico e morfodinâmico de praias arenosas da ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Florianópolis. 228p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

HEIDRICH, C. & HORN FILHO, N. O. 2014. **Sedimentologia e morfodinâmica de praias da ilha de Santa Catarina**. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 265p. ISBN 978-3-639-61094-9.

HORN FILHO, N. O. 2006. Granulometria das praias arenosas da ilha de Santa Catarina. **Gravel**, 4:1-21.

HORN FILHO, N. O.; DIEHL, F. L.; LEAL, P. C. 1998. Síntese cronológica dos estudos morfo-sedimentológicos nas praias da ilha de Santa Catarina, Brasil. **Geosul**, 27:279-283.

HORN FILHO, N. O.; LEAL, P. C.; OLIVEIRA, J. S. de. 2014a. **Geologia das 117 praias arenosas da ilha de Santa Catarina, Brasil**. Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 220p. ISBN 978-3-639-89711-1.

HORN FILHO, N. O.; LEAL, P. C.; OLIVEIRA, J. S. de. 2014b. **Geologia das 117 praias arenosas da ilha de Santa Catarina, Brasil**. Florianópolis: Edições do Bosque, 220p. ISBN 978-85-60501-32-8.

KRUMBEIN, W. C. 1934. Size frequency distribution of sediments. **Journal of Sedimentary Petrology**, 4:65-77.


LEAL, P. C. 1999. **Sistema praial Moçambique-Barra da Lagoa, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil: aspectos morfológicos, morfodinâmicos, sedimentológicos e ambientais**. Florianópolis. 125p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

LÉLIS, R. J. F. 2006. **Aspectos morfossedimentares da praia das Rendeiras, laguna da Conceição (ilha de Santa Catarina – SC)**. Florianópolis. 133p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

MARTINS, L. R.; GAMERMANN, N.; SCHEIBE, L. F.; TEIXEIRA, V. H. 1970. **Sedimentologia da ilha de Santa Catarina - areias praias**. Boletim da Escola de Geologia, Publicação Especial, 18:1-55.

MARQUES, B. 2011. **Aspectos evolutivos e morfodinâmicos do pontal da Daniela, ilha de Santa Catarina, Florianópolis**. Florianópolis. 68p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Geografia. Universidade do Estado de Santa Catarina.

NUNES, M. G. 1997. **Estudo evolutivo, sedimentológico e morfodinâmico da praia do Forte - ilha de Santa Catarina**. Florianópolis. 72p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.



NUNES, M. G. 2002. **Estudo morfossedimentar do sistema praiial-lagunar de Ponta das Canas, ilha de Santa Catarina, SC.** Florianópolis. 133p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

OLIVEIRA, U. R. de. 2004. **Comportamento morfodinâmico e granulometria do arco praiial Pântano do Sul - Açores, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Florianópolis. 97p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

OLIVEIRA, U. R. de; PARIZOTTO, B. A. D. M.; HORN FILHO, N. O.; BONETTI, J. 2012. Setorização morfossedimentar das praias arenosas da ilha de Santa Catarina (SC) utilizando técnicas de análise estatística multivariada. **Gravel**, 10(1):1-11.

PAIM, A. da S. 2015. **Avaliação do risco ao banho de mar entre as praias do Pontal de Fora e Pontal de Dentro, Balneário da Daniela, ilha de Santa Catarina, em base aos aspectos oceanográficos e morfossedimentares.** Florianópolis. 72p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

PEIXOTO, J. R. V. 2005. **Análise morfossedimentar da praia do Santinho e sua relação com a estrutura e dinâmica da vegetação pioneira da duna frontal, ilha de Santa Catarina, Brasil.** Florianópolis. 76p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

PEREIRA, F. dos S. 2018. **Comportamento morfossedimentar da praia de Canasvieiras, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Florianópolis. 120p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

RUSA, R. T. 2018. **Caracterização morfossedimentar da praia da Galheta, ilha de Santa Catarina/SC, Brasil.** Florianópolis. 125p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Oceanografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

SANTOS, C. R. dos 1995. **Inter-relação entre a dinâmica da vegetação pioneira e os padrões morfo-sedimentológicos sazonais da praia da Joaquina, ilha de Santa Catarina, Brasil.** Florianópolis. 207p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

SCHWEITZER, A. 2007. **Comportamento morfossedimentar do arco praiial e evolução do uso do solo na praia Brava, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Florianópolis. 79p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

SILVA, M. M. da. 2017. **Dinâmica litorânea do arco praiial de Jurerê, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Florianópolis. 69p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Oceanografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

THEISGES, A. C. 2018. **Estudo morfodinâmico e granulométrico da praia de Fora, tómbolo de Caiacangaçu, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil.** Florianópolis. 133p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

TOMAZ, C. C. 2016. **Estudo morfossedimentar da praia do Morro das Pedras, Santa Catarina, Brasil.** Florianópolis. 91p. Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Oceanografia. Universidade Federal de Santa Catarina.



TORRONTEGUY, M. de C. 2002. **Sistema praias Joaquina - Morro das Pedras e praias adjacentes da costa leste da ilha de Santa Catarina: aspectos morfodinâmicos, sedimentológicos e fatores condicionantes**. Florianópolis. 158p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.

VILLWOCK, J. A. 1994. A costa brasileira: geologia e evolução. **Notas Técnicas**, 7:38-49.

WENTWORTH, C. K. 1922. A scale of grade and class term for clastic sediments. **Journal of Geology**, 30:377-392.



CAPÍTULO 13

ESTIMATIVA DA AVALIAÇÃO ECONÔMICA, SOCIAL E AMBIENTAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PASSÍVEIS DE RECICLAGEM EM PALMAS-TO.

Vailton Alves de Faria

RESUMO

Com intuito de sensibilizar o poder público em relação à gestão dos resíduos urbanos, o que ocasiona riscos à saúde pública e ao meio ambiente, principalmente devido à ausência de programas de reciclagem, o presente artigo teve como objetivo, estimar o valor econômico e social dos resíduos sólidos passíveis de reciclagem, gerados pelos moradores de Palmas-TO. O trabalho foi dividido em três etapas: pesquisa bibliográfica sobre temas pertinentes tais como: conceitos de resíduos sólidos, legislação vigente e reciclagem; visita técnica ao aterro sanitário e levantamento de dados primários a respeito dos projetos municipais sobre gerenciamento de resíduos na cidade; coleta domiciliar em 100 famílias, para segregação e posterior valoração dos resíduos sólidos. Para contemplação dos aspectos sociais da cidade, a coleta foi distribuída em três áreas geográficas distintas, abordando as regiões Norte, Central e Sul da Capital, assim como a classe econômica das famílias visitadas. Através de gráficos demonstrou-se a relação entre resíduos orgânicos e recicláveis, no que diz respeito à sua produção, bem como a evolução em termos de quantidade no aterro sanitário. Palmas-te não apresenta eficácia ambiental na gestão dos resíduos sólidos, pela inexistência de instrumentos de gestão ambiental integrada.


PALAVRAS CHAVES: Coleta seletiva, meio ambiente, lixo, reciclagem, valor.

INTRODUÇÃO

O problema do lixo está ligado diretamente à sua produção, que por sua vez se correlaciona com o aumento populacional e cujos hábitos consumistas são ascendentes. Associa-se a esta questão a escassez de locais apropriados para o acondicionamento destes resíduos, os quais, na maioria das vezes, são descartados em locais inadequados.

Fellenberg (1980), alerta que o lixo representa uma ameaça ao homem e destaca alguns pontos relevantes em relação à disposição dos mesmos, como a diminuição de espaço para o descarte, ameaça a saúde por agentes patogênicos e aborda ainda a questão de contaminação do ar, água e solo.

No que tange às ações governamentais, tem-se a necessidade da efetiva aplicação das leis e regulamentos, bem como programas de educação ambiental que estimulem ações individuais que possam corroborar em prol de uma realidade local sustentável. Buscar uma integração entre o poder público, a sociedade civil e as cooperativas de reciclagem, propondo um manejo adequado aos resíduos sólidos é com certeza uma alternativa que vai além das questões sociais, ambientais e econômicas, e atinge a saúde, pois diante do aumento



populacional e o manejo inadequado, a geração de resíduos se tornou um problema de saúde pública. Segundo a Agenda 21 4 milhões de crianças morrem por ano em decorrência de doenças relacionadas ao lixo (SIQUEIRA & MORAES, 2011).

O aumento da geração de resíduos impõe grandes demandas em relação ao tratamento e a disposição final, tanto pela qualidade, quanto pelas características dos resíduos gerados (CHADWICK & NILSON, 1992).

A cidade de Palmas-TO, criada sobre o estigma de Capital Ecológica, ao completar vinte e um anos, ainda não integra o grupo de municípios que oferece um plano de gerenciamento de resíduos sólidos. Ações nessa área estão começando a ser aplicadas de forma ainda muito incipiente, recentemente implantou-se um processo de coleta seletiva em duas quadras na Capital e em parte das escolas municipais.

A coleta seletiva vem sendo uma alternativa cada vez mais adotada, devido principalmente ao aumento da preocupação ambiental, o que promoveu a regulamentação dos resíduos, visando, sobretudo a destinação adequada e o incentivo à reciclagem e propondo um gerenciamento integrado dos resíduos sólidos para uma maior eficácia das ações.

Este trabalho teve como objetivo principal a demonstração do valor econômico, social

MATERIAL E MÉTODO

Com a intenção de estimar a quantidade de resíduos recicláveis, que as famílias palmenses estão descartando e destinando ao aterro sanitário, foram coletados os resíduos sólidos, de 100 (cem) residências na cidade de Palmas-TO, entre os meses de agosto a outubro de 2011, por um período de 15 (quinze) dias em cada residência, efetuando as coletas três vezes por semana, conforme calendário municipal. Em relação às amostras estudadas, as mesmas foram coletadas estrategicamente em 3 (três) diferentes bairros da cidade, sendo escolhidos por apresentarem parâmetros significativos da realidade do município e terem características apropriadas e acessibilidade para o desenvolvimento da pesquisa, apresentando diferentes perfis econômicos e culturais. Sendo os bairros escolhidos, 404 Norte, 605 Sul e Aurenny II.

As famílias foram escolhidas de forma aleatórias, sendo abordadas com um questionário para levantamento de renda familiar, escolaridade e número de pessoas por família. Essa ficha socioeconômica teve a função de constatar o nível social esperado para cada bairro escolhido. Para melhor ilustrar os pontos distintos dos setores, segue mapa com as regiões demarcadas.

Este trabalho foi desenvolvido em quatro etapas:



I. Pesquisa bibliográfica: desenvolvimento da pesquisa com levantamento de dados bibliográficos sobre o tema central e outros pertinentes.

II. Coleta em domicílios: As pesquisas de campo envolveram o preenchimento de fichas socioeconômicas e coleta de dados junto a Secretaria Municipal de Meio Ambiente, onde se pesquisou dados referentes à gestão de resíduos sólidos urbanos. O grupo amostral constituiu-se em 100(cem) residências, perfazendo um total de 340 pessoas. Elaborou-se junto às famílias um cronograma de coleta, obedecendo ao calendário municipal, para não alterar a rotina familiar. Adotando o método de composição gravimétrica, que consiste na determinação das frações percentuais de diferentes tipos de resíduos obtidos por meio de amostragens, os papéis, alumínio e plásticos foram separados dos outros materiais recicláveis e dos orgânicos e acondicionados em sacolas plásticas. Após a separação, os materiais foram pesados individualmente, obtendo-se a fração gravimétrica da amostragem. A separação foi executada com uso de máscaras e luvas, e para pesagem utilizou uma balança digital.

III. Valor econômico dos resíduos recicláveis: Para se chegar ao valor econômico dos recicláveis recolhidos durante amostragem, cada tipo de material foi pesado separadamente e realizado o cálculo a partir do preço pago pelo mercado em outubro de 2011, conforme tabela fornecida por empresa Tocantins - Comercial e Industrial de Produtos Recicláveis.

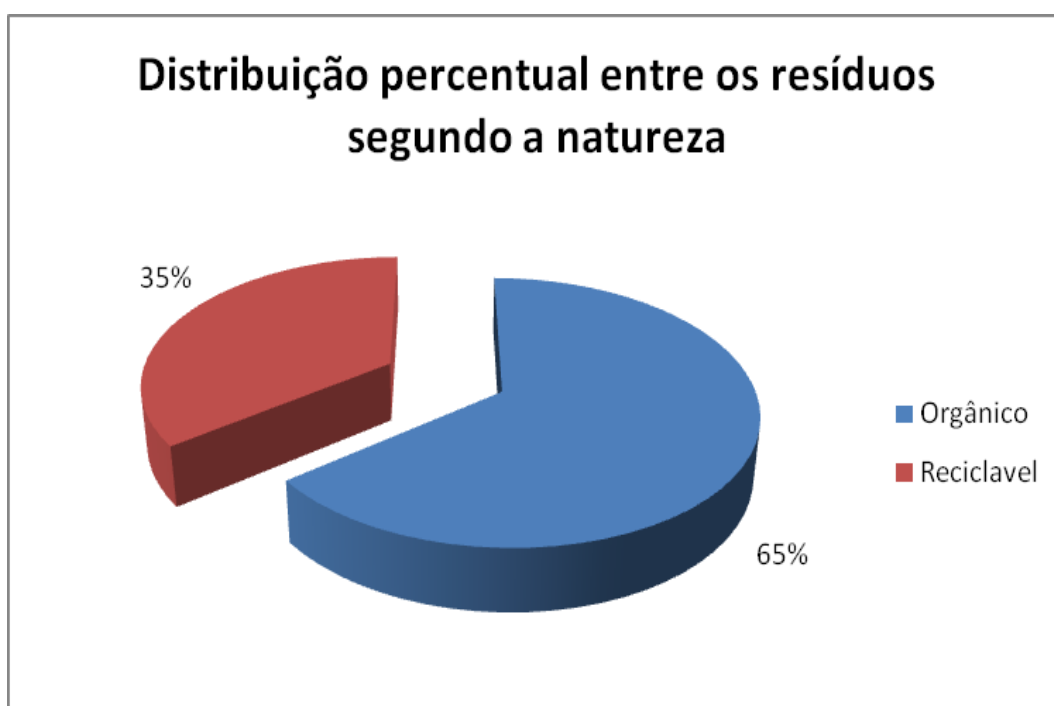
Para obter a estimativa dos valores dos resíduos recicláveis correspondente à população de Palmas, dividiu-se o total de cada resíduo das amostras pelo número de dias e de pessoas referente à coleta, o resultado foi multiplicado pela quantidade de moradores de Palmas, dados do IBGE (2008) e posteriormente multiplicado pelo valor do quilo correspondente a cada resíduo.

IV. Aterro Sanitário: Para estudar os aspectos físicos do aterro sanitário foi realizada uma visita técnica in locu acompanhado pelo técnico responsável. Após breve relato do manejo atual, percorreu-se toda extensão do aterro, onde pode-se registrar com fotos os diversos tipos de resíduos recebidos pelo aterro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se, com a pesquisa que a produção diária de lixo per capita em Palmas gira em torno de 380 g, abaixo da média nacional, que fica entre 500 g a 1.000 g (SILVA, 2010). Com o levantamento da renda familiar se confirmou as diferenças sociais esperadas entre os setores analisados.

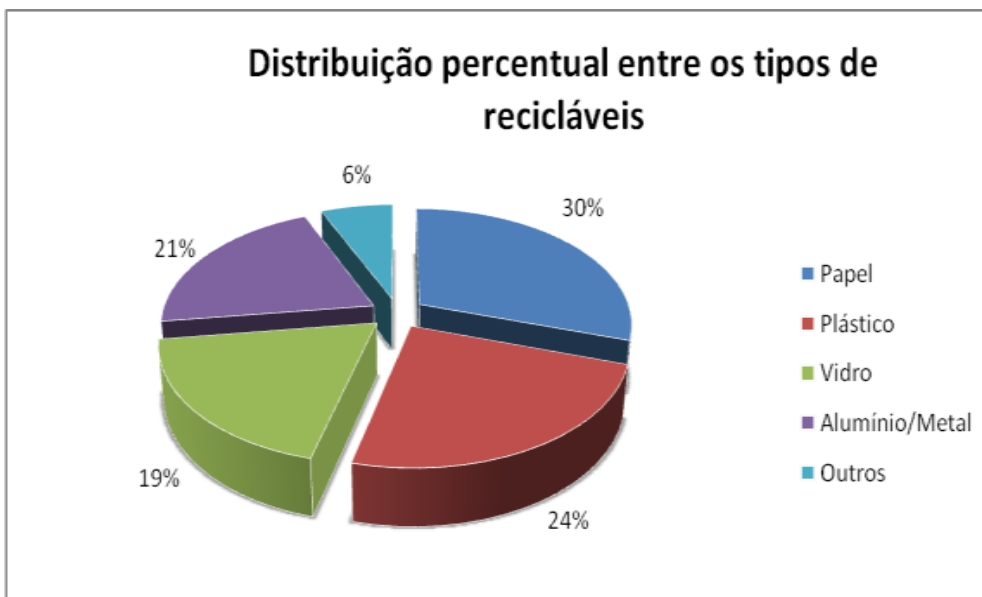
Através de pesquisa por composição gravimétrica (figura 01), constatou-se, que a produção de resíduos recicláveis ficou em 35%, se aproximando portanto do percentual municipal que foi levantado junto à Secretaria Municipal de Meio Ambiente, que gira em torno de 38%. Com a coleta seletiva devidamente aplicada, esse percentual deixará de ser encaminhado para o aterro. Esse percentual também se aproxima do percentual nacional (IBGE, 2008). Constata-se então que a realidade em Palmas, não difere da maioria demais cidades brasileiras.



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2012)

Segundo Viveiros (2006), a ausência de programas de coleta seletiva ocorre em 70% das cidades brasileiras. Muito diferente de países como a Alemanha, em que mais de 50% dos resíduos são reciclados, graças aos programas de coleta seletiva implantados.

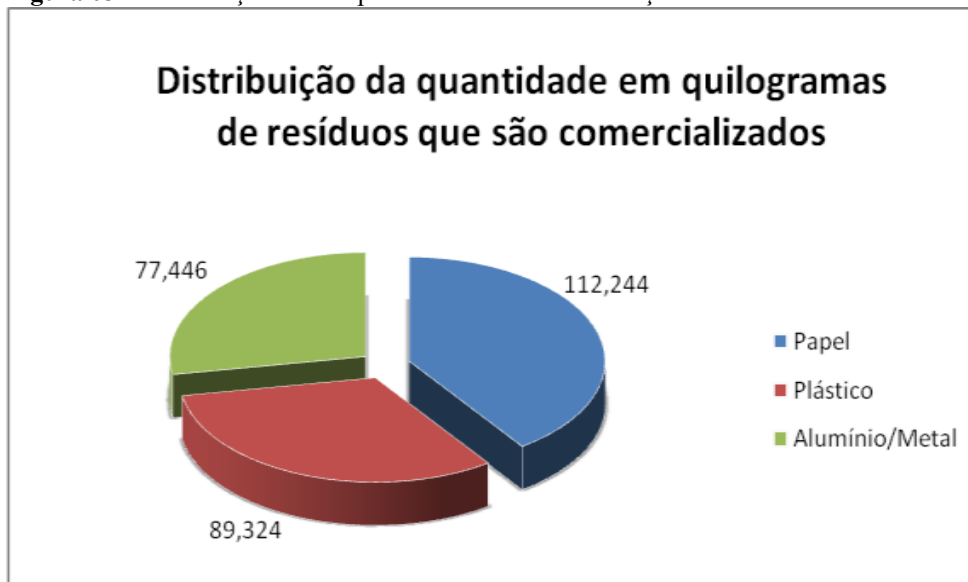
Entre os materiais recicláveis o plástico e o papel têm vantagens sobre os demais, devido principalmente por serem materiais de embalagens, fato que se verificou no momento da segregação dos resíduos. O alumínio vem em terceiro lugar. O vidro também tem um percentual relativamente alto e os 6% restantes diz respeito aos demais materiais como madeira, vidro, acrílico dentre outros, que são desprezados pelas entidades envolvidas no processo (figura 02).



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2012)

O gráfico (03) expõe a quantidade do material reciclável em quilogramas, comercializado em Palmas, papel, plástico e o alumínio. O papel tem uma larga vantagem sobre o plástico e o alumínio, embora o valor comercial do alumínio seja maior, fato que será abordado a seguir.

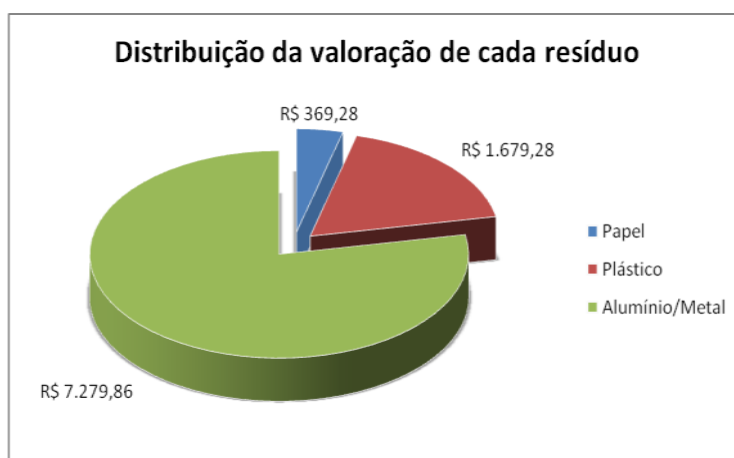
Figura 03 - Distribuição entre o percentual de comercialização



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2012)

Em relação aos valores econômicos dos recicláveis (figura 04), baseado no peso coletado, conforme demonstração no gráfico anterior. O alumínio supera os demais, embora tenha sido coletado em menor quantidade, superou todos os demais em rentabilidade. Neste

aspecto, o alumínio se torna o mais viável economicamente. Segundo tabela fornecida, o preço do alumínio é cinco vezes maior que o do plástico e quase 30 vezes maior que o do papel.



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2012)

O gráfico 05 demonstra a evolução da quantidade de resíduos produzidos tanto no manejo atual, sem segregação, como no modelo proposto, onde uma política de gerenciamento de resíduos sólidos deve ser aplicada, promovendo a coleta seletiva. Esses números foram expressos a cada cinco anos, sendo que com a coleta sem segregação daqui 15 (quinze) anos, o aterro atingirá seu limite, já com a coleta seletiva ele poderá alcançar 20 (vinte) anos.


Figura 05: Evolução da quantidade dos resíduos no aterro sanitário



Fonte: (Elaborado pelo autor, 2012)

Diante do exposto, percebe-se que o aterro sanitário municipal ainda recebe o lixo de Palmas sem qualquer critério de seleção. Segundo dados levantados junto à Secretaria de Meio Ambiente e Serviços Públicos de Palmas, 38% do montante dos resíduos sólidos coletados na cidade são materiais passíveis de reciclagem.

Percebe-se que o assunto abordado traz uma nova visão, e a postura conscientizada quanto a sustentabilidade de ações do cotidiano, precisam ser adotadas pela sociedade, no que diz respeito aos resíduos sólidos. Seguramente um meio independente e rápido, é a coleta



seletiva e posterior reciclagem. A coleta seletiva é uma atitude de responsabilidade social, pois inúmeras pessoas se beneficiam direta e imediatamente com a reciclagem.

Ações de responsabilidade social em relação aos resíduos sólidos, que prolonguem a vida do aterro impedirão que uma nova área seja impactada precocemente com os danos decorrentes da instalação de um novo aterro sanitário.

A atual prática de manejo exercida pelo poder público municipal, não propicia uma consciência ecológica e impede os envolvidos de usufruir dos benefícios da coleta seletiva e da reciclagem, são ações que devem ser implantadas para atenuar problemas futuros.

CONCLUSÕES

Pelo estudo alisado, conclui-se, uma evidência clara da ausência de políticas públicas de maior eficácia no que tange o gerenciamento dos resíduos urbanos, na cidade de Palmas-TO.

A formulação e implementação de estratégias de gestão voltadas aos objetivos e metas da Política Nacional de Resíduos Sólidos, que propõe um gerenciamento integrado dos resíduos, pode ser o caminho para reverter à situação atual, visto que estabelece uma responsabilidade compartilhada em relação ao destino dos resíduos, onde o poder público e todos os segmentos da sociedade são responsáveis pelo ciclo de vida do produto.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Lei nº 12305 2 de agosto de 2010.

CHADWICK, M. J. & NILSON, J. **Educação, Meio Ambiente e Ação Política**. Projeto Roda Viva. Rio de Janeiro: Associação Roda Viva, 1992. VII SEGeT.


DIAS, S. M. **Construindo a cidadania: avanços e limites do Projeto de Coleta Seletiva em Parceria com a ASMARE**. Belo Horizonte: Departamento de Geografia da UFMG, 2002.

Redação Ambiente Brasil. Reciclagem. Disponível Em
<<http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/reciclagem>>, Acessado em 20 de maio de 2011.

FELLENBERG, Gunter. **Introdução aos Problemas da Poluição Ambiental**.-São Paulo. EPU:Springer: USP, 1980.

Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em
<<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia>>, publicado em 2008, acessado em 25 de outubro 2011.

LIMA, Luiz Mário Queiroz. **Tratamento e Biorremediação**. 3º edição, Hemus, pag. 46, 47



Luiz Antonio Bertussi Filho Saneamento Básico: **A Realidade Nua E Crua**. Disponível em<<http://www.ecoterrabrasil.com.br/home/index.php?pg=temas&tipo>>Acessado em 23 de outubro de 2011.

MANO, Eloisa Biasotto; PACHECO, Élen B. A. V; BONELLI, Cláudia M. C. **Meio Ambiente, poluição e Reciclagem**. 2º edição- São Paulo- Editora Blucher, 2010 pag. 113, 114.

RIBEIRO, Daniel Vêras; MORELLI, Márcio Raymundo. **Resíduos sólidos: problemas ou oportunidades?** – Rio de Janeiro: Interciência, 2009. Pag 9, 19, 60, 70, 71.

SILVA, Cícero José. **Análise do Sistema integrado do Manejo Diferenciado dos Resíduos Sólidos- Modelo Aplicado na Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos da Cidade de Salvador-BA**. Publicado 02 de maio de 2010. Disponível em <<http://www.webartigos.com>>, acessado em 22 de novembro 2011.

Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia – 2010 –Disponível em<http://www.aedb.br/seget/artigos10/515_seget2010.pdf>. Acessado em 31 de outubro 2011.

SIQUEIRA, Mônica Maria; MORAES, Maria Silvia. **Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo**. Disponível em<<http://www.scielo.br/scielo>>publicado em 2009, acessado em 25 de outubro 2011.

VIVEIROS, Mariana Vieira. **Coleta Seletiva Solidária: Desafios no caminho da retórica à práticasustentável**. 2006. São Paulo, Mestrado (Pós Graduação em Ciência Ambiental).-USP



CAPÍTULO 14

ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO DO MARACUJÁ PARA O ESTADO DE GOIÁS

André Luiz Ribas de Oliveira
Vandervilson Alves Carneiro
Sandra Máscimo da Costa e Silva
João Carlos Mohn Nogueira
Cassia Monalisa dos Santos Silva
Renata Gonçalves Lacerda Oliveira

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo zonar áreas aptas ao cultivo do maracujá. Foram utilizados neste estudo os programas Spring, Simula e Bipzon para realizar o zoneamento edafoclimático. Os períodos simulados foram 2º, 4º e 6º quinquênios dos meses de janeiro, fevereiro e março. Utilizou-se o ISNA, em duas capacidades diferentes de armazenamento de água no solo, para gerar os mapas e delimitar as áreas produtivas. A cultura do maracujá apresenta períodos de semeadura, favorecidos pela reserva de água no solo, sendo importante a irrigação suplementar, considerando aumentos na produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: ISNA. *Passiflora* spp. Reserva de água.

INTRODUÇÃO

O maracujá (maracuiá), como é conhecido no Brasil, é palavra de origem indígena cujo significado é “comida preparada em cuia”. Mundialmente conhecido como fruta da paixão (passion fruit, fruit de la passion), derivado de “Flos Passionis”, por uma relação mística com a paixão de Cristo, o maracujazeiro é uma planta trepadeira vigorosa da família da passifloráceas, que pode atingir de cinco a dez metros de comprimento. A fruta é rica em vitamina C, cálcio e fósforo (Veloso, 2002).

O maracujá (*Passiflora* spp) é uma trepadeira originária da América Tropical pertencente à família Passifloraceae ao qual abrange cerca de 19 gêneros e 530 espécies, dentre os quais ocorrem 5 no Neotrópico, incluindo quase 400 espécies e quatro gêneros no Brasil com aproximadamente 130 espécies (BERNACCI, 2003).

O maracujá (*Passiflora* sp.) é uma cultura de regiões tropicais, cujo centro de origem é o Brasil, suportando muitas vezes às condições adversas do clima, principalmente épocas de temperatura e evaporação elevadas. No Brasil, existem mais de 200 espécies conhecidas. No entanto, apenas três são cultivadas: o maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), o doce (*Passiflora alata*) e o roxo (*Passiflora edulis*) (Veloso, 2002).



As três espécies economicamente importantes são, o roxo, e o amarelo ou azedo, sendo este o mais cultivado, por apresentar maior rendimento de suco, maior acidez e maior produção por hectare.

O maracujá roxo (*Passiflora edulis* Sims), de origem australiana, sendo o mais difundido no comércio internacional de maracujá “in natura”.

O maracujá doce (*Passiflora alata*) é originário do Brasil. Seus frutos são ovais de casca alaranjadas, que lembra o mamão papaia o que a difere das demais espécies comerciais.

O amarelo ou azedo (*Passiflora edulis* Sims *f. flavicarpa* Deg) é originário da América Tropical, como descrito anteriormente é a espécie mais cultivada e comercializada no Brasil, tanto para seu consumo “in natura” quanto para a indústria (MELETTI *et al.*, 2005).

O maracujá amarelo detém cerca de 90% da área plantada no Brasil, sendo que os 10% restante referem-se aos plantios com o maracujá roxo e doce (CASTRO & KLUGE, 1998).

O maracujá pode ser consumido ao natural ou industrializado e seu suco destaca-se entre os produzidos com frutas tropicais, tendo excelente aceitação pelos consumidores e representando 67% dos sucos exportados (VELOSO, 2002).

O maracujá é uma cultura típica de países de clima tropical. Os maiores produtores mundiais são: Brasil, Peru, Venezuela, África do Sul, Sri Lanka, Austrália, Nova Guiné, Ilhas Fiji, Havaí, Formosa e Quênia. Juntos, estes onze países são responsáveis por 80% a 90% da produção mundial (CEPA, 1998).

O mercado mundial, principalmente o europeu, dá preferência ao maracujá na forma de suco concentrado, uma vez que a fruta tem curta vida de prateleira. Os principais exportadores mundiais de suco de maracujá concentrado são o Equador, com 50% do mercado e a Colômbia com 30%. As exportações brasileiras da fruta e do suco concentrado têm pouca expressão no mercado mundial (FRUTISÉRIES, 2002).

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá, com aproximadamente 33 mil hectares colhidos. A cultura começou a ser cultivada em escala industrial no país a partir da década de 70, quando nem figurava entre os maiores produtores. Todavia, antes mesmo do final daquela década, passou a ser o maior exportador de suco de maracujá do mundo (CEPA, 1998). Hoje, segundo (FRUTISÉRIES, 2002), o Brasil não mais ocupa posição de destaque no mercado internacional de suco de maracujá, em função da melhor remuneração do mercado interno.



Para os plantios irrigados nas condições do Centro-Oeste, que, em alguns casos, atendem às exigências de temperatura e luminosidade, a época de plantio estende-se por todo o ano. São José (1994) citado por SILVA & OLIVEIRA (2001) recomenda que, nestas condições, o transplântio seja realizado no mês de janeiro, para que o início da colheita coincida com o período de entressafra das regiões Sul e Sudeste, que vai de setembro até novembro.

Segundo SILVA (1997), a utilização do balanço hídrico para a definição de épocas de plantio/semeadura pode contribuir para a redução de riscos climáticos, evitando períodos de déficit hídrico nas fases críticas da cultura. Com auxílio de programas computacionais, pode-se obter resultados mais rápidos e precisos, permitindo avaliar a produção de biomassa e rendimento de grãos.

O regime pluviométrico do Estado de Goiás e Distrito Federal é distribuído em duas fases distintas: o período de seca e o de chuva (NIMER, 1979, CASTRO et al. 1994, ASSAD et al., 1994). O período chuvoso vai de outubro a março, correspondendo de 80 a 90% da precipitação de toda chuva (ASSAD et al. 1994). A região norte e nordeste do Estado apresentam precipitação de 1200 mm a 1400 mm anuais, ampliando em gradiente no sentido leste-oeste do Estado, apresentando faixa de 2400 mm a 2600 mm anuais na região de Piracanjuba (LOBATO et al. 2002)

Estresse hídrico na fase de alongamento impede alguns perfilhos de produzir espigas, embora isso não represente uma perda total de rendimento, pois, antes da senescência, todos os assimilados são transportados para os perfilhos férteis. O estresse durante toda a fase de perfilhamento tem efeito negativo na produção de perfilhos, na massa seca da parte aérea e no número de espigas por planta, mas não na estatura das plantas (Teruel & Smiderle, 1999).

Diversos trabalhos, em particular no Brasil, propõem métodos e critérios variados para avaliar a aptidão agrícola de plantas variadas e relacionam os parâmetros climáticos com a produtividade agrícola em escala regional.

Segundo TERAMOTO (2003), toda cultura agrícola é influenciada por um grande número de fatores ambientais, sendo alguns deles não passíveis de manejo, como o clima, enquanto outros, como o solo e a disponibilidade de água, podem ser manejados para permitir o melhor desempenho da cultura. Nesse sentido, a busca por altos rendimentos a baixos custos de produção implica em conhecer detalhadamente o ambiente no qual a cultura está implantada, com o objetivo de racionalizar as relações entre os diferentes fatores de produção.



Nos últimos anos, com a necessidade de melhorar a produtividade, mantendo-se a qualidade das culturas, surge uma ferramenta de trabalho extremamente útil, o zoneamento edafoclimático, para regiões como o Estado de Goiás e o Distrito Federal, que permite mapear, concomitantemente, características de solo, do relevo, da fertilidade, do clima e pluviosidade.

Assim, o zoneamento edafoclimático constitui-se em uma ferramenta de organização no planejamento da agricultura, tendo por base o levantamento dos fatores que definem as aptidões agrícolas baseadas, sobretudo nos atributos dos solos, topografia, declives e clima encontrado em diferentes áreas das regiões estudadas. Quando se têm delimitadas as condições edafoclimáticas de uma região, pode-se definir regiões climaticamente homogêneas e assim estabelecer o cultivo a ser implantado na área pesquisada.

Durante a realização do zoneamento agroclimático, PEREIRA et al. (2002) comentam acerca da necessidade da confecção dos mapas levando em consideração as cartas climáticas básicas e o conhecimento das exigências da cultura a ser zoneada, definindo-se as áreas:

- a) Aptas, sem restrições térmicas ou hídricas;
- b) Inaptas, sem atendimento das exigências térmicas ou hídricas;
- c) Marginais, em que as restrições não são totalmente limitantes ao cultivo.

O zoneamento edafoclimático é mais rápido e facilitado quando se utiliza sistemas de informações geográficas (SIG), que permitem cruzamentos de dados que auxiliam a definir e delimitar áreas propícias ao cultivo, com a utilização de procedimentos simples, tais como o balanço hídrico, declives, tipos de solos e outros.

A utilização do zoneamento edafoclimático tem proporcionado a redução de riscos climáticos para culturas, retorno de capitais aplicados em operações de crédito agrícola, e diminuição da perda das culturas principalmente dos cereais.

O presente trabalho teve por objetivo a elaboração do zoneamento edafoclimático para a cultura do maracujá visando definir áreas potenciais cultiváveis, melhor época de plantio, produtividade relativa em função do ISNA. Sendo realizadas nove simulações do balanço hídrico em diferentes datas de plantio: 2º, 4º e 6º quinúdios do mês de janeiro, fevereiro e março (6 a 10, 16 a 20 e 26 a 30), a variável solo foi levado em consideração, pois a mesma é importante para realização de zoneamento adequado e servindo para definir o melhor período de plantio.



METODOLOGIA

O zoneamento edafoclimático para a cultura do maracujá foi realizado utilizando os programas Bipzon®, Simula® balanço hídrico e Spring® 4.3. Conforme metodologia utilizada por ANDRADE JÚNIOR et al. (2001); BRUNINI et al. (2001); CUNHA & ASSAD (2001); CUNHA et al. (2001); MALUF et al. (2001a); MALUF et al. (2001b); MORAES et al. (2010); MORAES et al. (2012); MORAES et al. (2015); MORAES et al. (2016); OLIVEIRA, 2006; OLIVEIRA et al. (2010a); OLIVEIRA et al. (2010b); OLIVEIRA et al. (2010c); OLIVEIRA et al. (2012); OLIVEIRA et al. (2016); SANS et al. (2001); SILVA & ASSAD (1998) onde os parâmetros avaliados foram o ISNA e duas reservas de água no solo para o balanço hídrico. Este balanço hídrico, gerador dos índices ISNA, de probabilidade de ocorrência de 80%, permitiu a geração dos mapas temáticos de balanço hídrico, sendo estes georeferenciados para o Estado de Goiás e o Distrito Federal, como especificado a seguir.

BALANÇO HÍDRICO

Para realização do balanço hídrico foram utilizadas as séries diárias de dados pluviométricos de chuva de 161 estações pluviométricas com 15 anos de observações, fornecidos pelo antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE). As estações empregadas são referentes ao Estado de Goiás e ao Distrito Federal. O cálculo do balanço hídrico foi realizado para períodos quinquídios, utilizando o programa Bipzon®. As nove simulações de plantio foram 2º; 4º e 6º quinquídios dos meses de janeiro, fevereiro e março e escolhido três momentos mais representativos.


O conhecimento da evapotranspiração de referência (ET_o) é básico para a estimativa da evapotranspiração da cultura (ET_{pc}). Para a estimativa de ET_o existem vários métodos, cuja escolha é função principalmente da quantidade de informações meteorológicas disponíveis (SILVA, 1997). HARGREAVES (1974) desenvolveu uma fórmula para estimativa da evapotranspiração de referência, enfatizando a simplicidade e o uso do mínimo de variáveis meteorológicas, a qual foi implementada nos programas Bipzon e Simula.

Em seguida, com o auxílio do programa SPRING® (2003) e do banco de dados obtido, foi digitalizado e gerado os mapas no Estado de Goiás.

Evapotranspiração potencial da cultura foi calculada conforme equação abaixo:

$$ET_{pc} = ET_o K_c$$

em que,



ET_{pc} = evapotranspiração potencial da cultura, em mm.d⁻¹ e

K_c = coeficiente de cultura (DOORENBOS & KASSAM, 1979)

A evapotranspiração real (E_{Tr}) foi estimada pela equação de terceiro grau, proposta por EAGLEMAN (1971), que descreve a evolução da evapotranspiração real (E_{Tr}) em função da evapotranspiração potencial da cultura (ET_{pc}) e umidade do solo (UR), expressa por:

$$E_{Tr} = A + (B.UR) - (C.UR^2) + (D.UR^3)$$

em que,

$$A = 0,732 - 0,05ET_{pc}$$

$$B = 4,97ET_{pc} - 0,66ET_{pc}^2$$

$$C = 8,57ET_{pc} - 1,56ET_{pc}^2$$

$$D = 4,35ET_{pc} - 0,88ET_{pc}^2$$

Nas simulações do balanço hídrico, neste trabalho foi considerado a variável solo. Para o cultivo do maracujá consideramos os tipos de solos em referência as suas respectivas capacidades de armazenamento de água sendo agrupados de duas maneiras como se segue:

✓ Tipo 1: solos com média capacidade de armazenamento de água (50 mm), no qual se enquadra os Latossolos com teor de argila < 35%;

✓ Tipo 2: solos com alta capacidade de armazenamento de água (75 mm), no qual se enquadra os Argissolos, Cambissolos e Latossolos com teor de argila > 35%.

GERAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS DE RISCO EDAFOCLIMÁTICO

A relação E_{Tr}/ET_{pc} expressa a quantidade de água que a planta consome (E_{Tr}) e aquela desejável para garantir a sua máxima produtividade (ET_{pc}). A razão E_{Tr}/ET_{pc} é conhecido como ISNA (índice de satisfação da necessidade de água) que expressa a percentagem de água disponível às plantas.

Os valores do ISNA para o maracujá foram obtidos, pela geração destes, utilizando o Bipzon® e o Simula® considerando as diferentes datas de plantio. Determinado pelas relações E_{Tr}/ET_{pc} para cada cultura, efetuando uma análise freqüencial com a probabilidade de ocorrência das chuvas de 80%, conforme recomendado por BERNARDO et al. (2006).

Para a realização do zoneamento edafoclimático foram delimitados três classes de aptidões climáticas conforme recomendação de SILVA (1997):



- ✓ Para $ISNA \geq 0,65$, a cultura está exposta a um baixo risco climático;
- ✓ Para valores $0,65 > ISNA > 0,55$, a cultura está exposta a um risco climático médio;
- ✓ Para $ISNA \leq 0,55$, a cultura está exposta a um alto risco climático.

Com os valores dos ISNA foi criado um banco de dados com as respectivas coordenadas geográficas e valores de ISNA, com a utilização do programa SPRING (SIG), foi gerado os mapas temáticos de riscos climáticos:

- ✓ **Digitação de arquivos ASCII (ISNA);**
- ✓ **Importação do arquivo ASCII;**
- ✓ **Geração da grade de pontos;**
- ✓ **Fatiamento das classes de risco climático;**
- ✓ **Delimitação para Goiás e Distrito Federal;**
- ✓ **Correlação com os mapas de solos;**
- ✓ **Associação das classes aos polígonos;**
- ✓ **Edição vetorial;**
- ✓ **Confecção dos mapas temáticos;**
- ✓ **Impressão dos mapas.**

Foram confeccionados os mapas temáticos de riscos climáticos, para cada uma das capacidades de armazenamento (reserva) de água no solo para a cultura do maracujá depois de ajustados os valores das interpolações, definidos pelas classes de aptidão climática.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram gerados nove mapas temáticos para cada tipo de capacidade de armazenamento de água no solo (50 mm e 75 mm) sendo escolhidos três mapas (para cada tipo de solo) para melhor demonstrar o comportamento dos mesmos.

Áreas de solos de capacidade de reserva de 50 mm para o mês de janeiro pode-se realizar o plantio do maracujá, para todo o Estado de Goiás, ressaltando alguns pontos isolados que são de médio risco climático, para o segundo quinquênio de fevereiro figura 1.

Observa-se que o quarto quinquênio do mês de fevereiro não é recomendado o plantio do maracujá na maior parte do Estado, apenas pequena parte do sudoeste do estado pode realizar o plantio, figura 2.



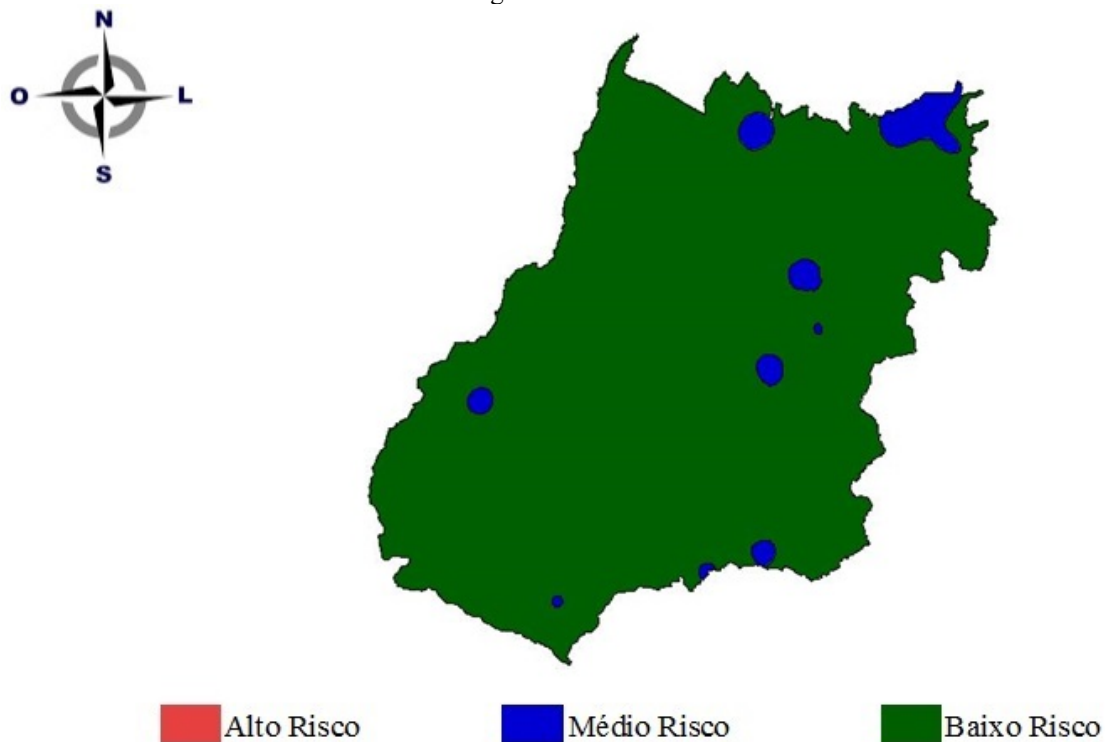
Após o sexto quinquênio não se deve realizar o plantio figura 3. Porém os agricultores em Goiás e Distrito Federal podem realizar o plantio nos meses de fevereiro e março, com a necessidade da reposição hídrica.

Quanto às áreas de solos de capacidade de reserva de água de 75 mm para o mês de janeiro e fevereiro até o quinto quinquênio pode-se realizar o plantio do maracujá, para todo o Estado de Goiás figura 4.

Quanto ao plantio em alguns pontos da região sudeste, norte que após o sexto quinquênio de fevereiro não se deve realizar o plantio figura 5.

Todo o mês de março não se deve plantar o maracujá, conforme figura 6. Porém os agricultores em Goiás e D.F. podem realizar o plantio no findar de fevereiro e março.

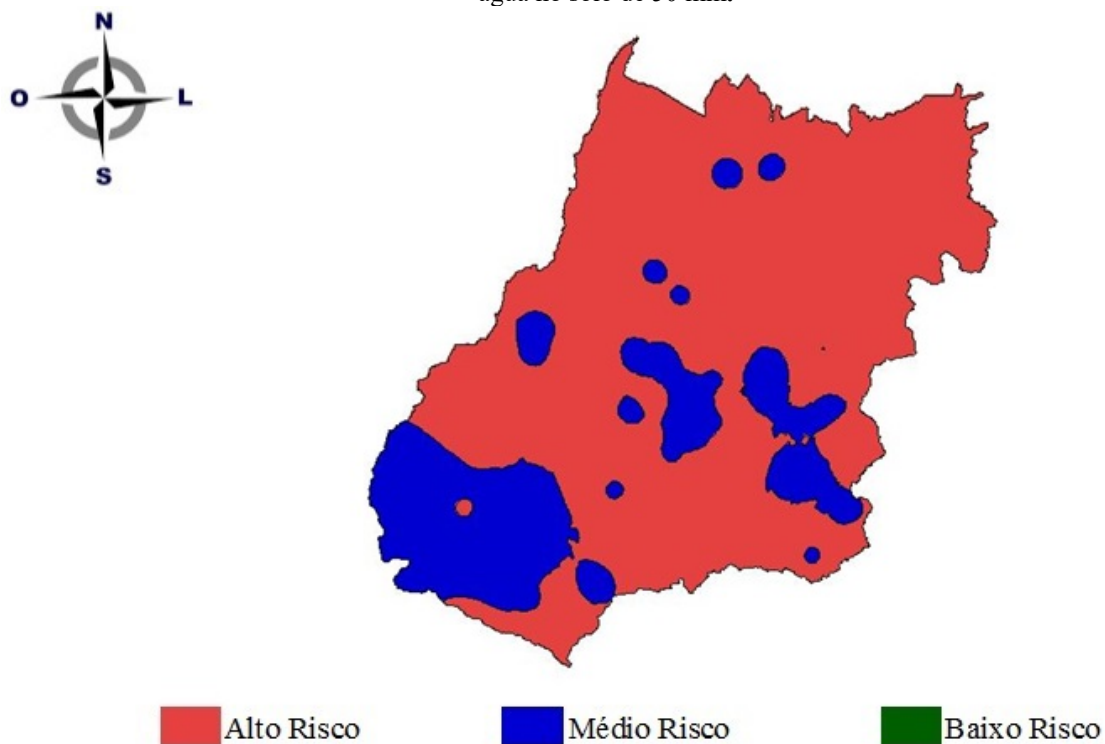
Figura 1 – Risco climático para a cultura do maracujá para o plantio entre 6-10 de fevereiro para a reserva de água no solo de 50 mm.



Fonte: Autores 2021.

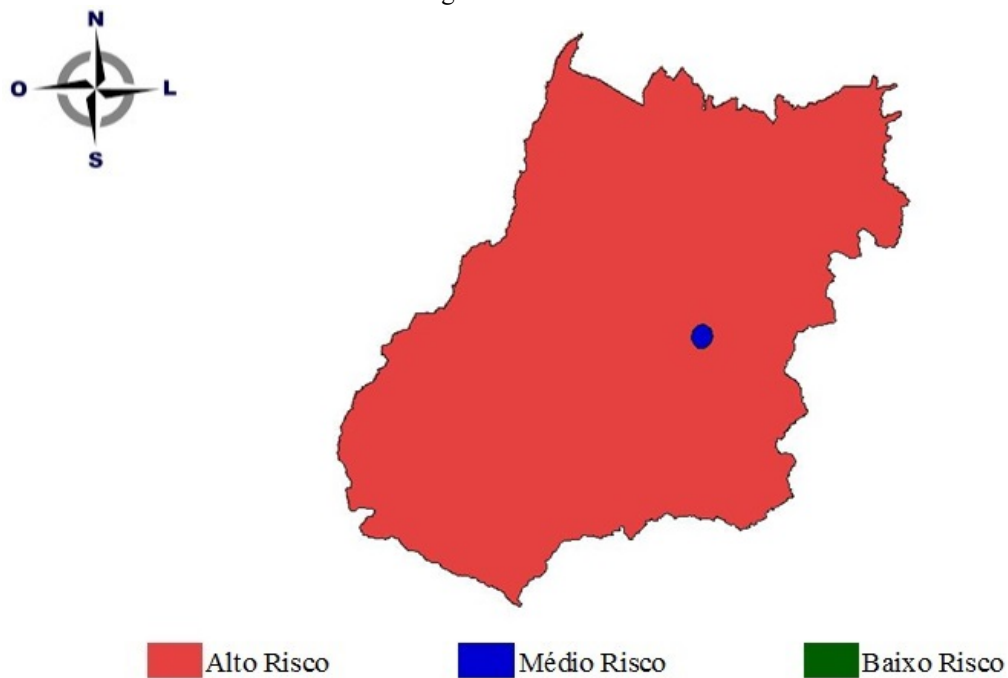


Figura 2 – Risco climático para a cultura do maracujá para o plantio entre 16-20 de fevereiro para a reserva de água no solo de 50 mm.



Fonte: Autores 2021.

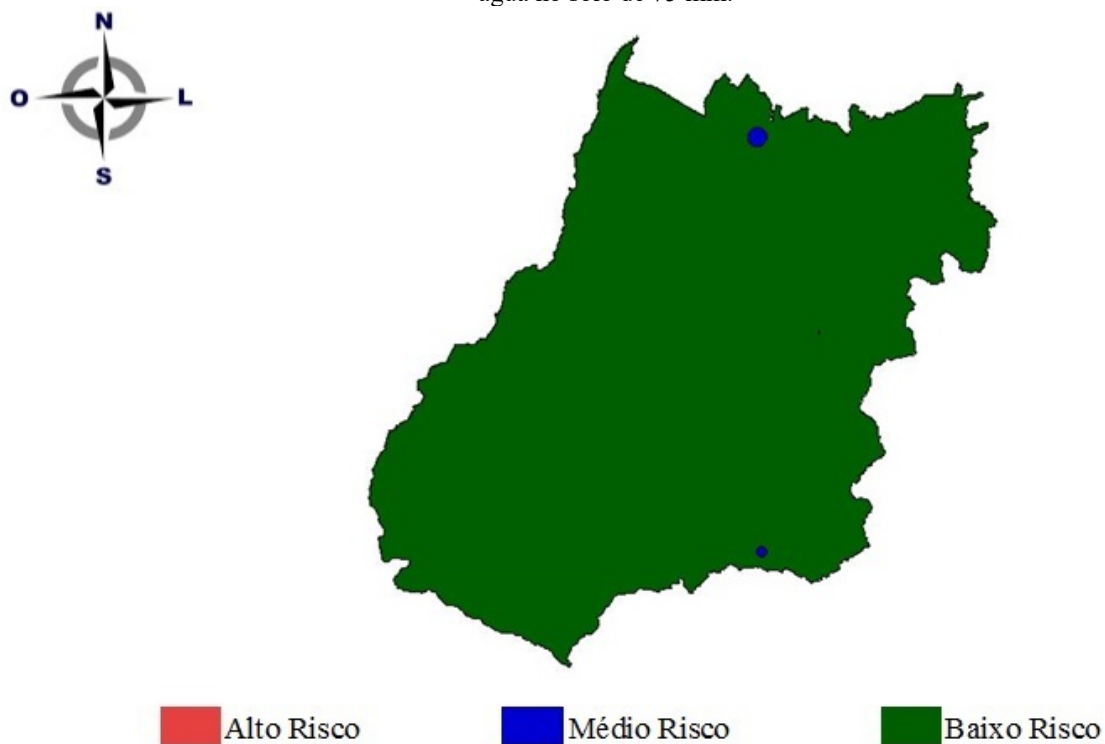
Figura 3 – Risco climático para a cultura do maracujá para o plantio entre 26-29 de fevereiro para a reserva de água no solo de 50 mm.



Fonte: Autores 2021.

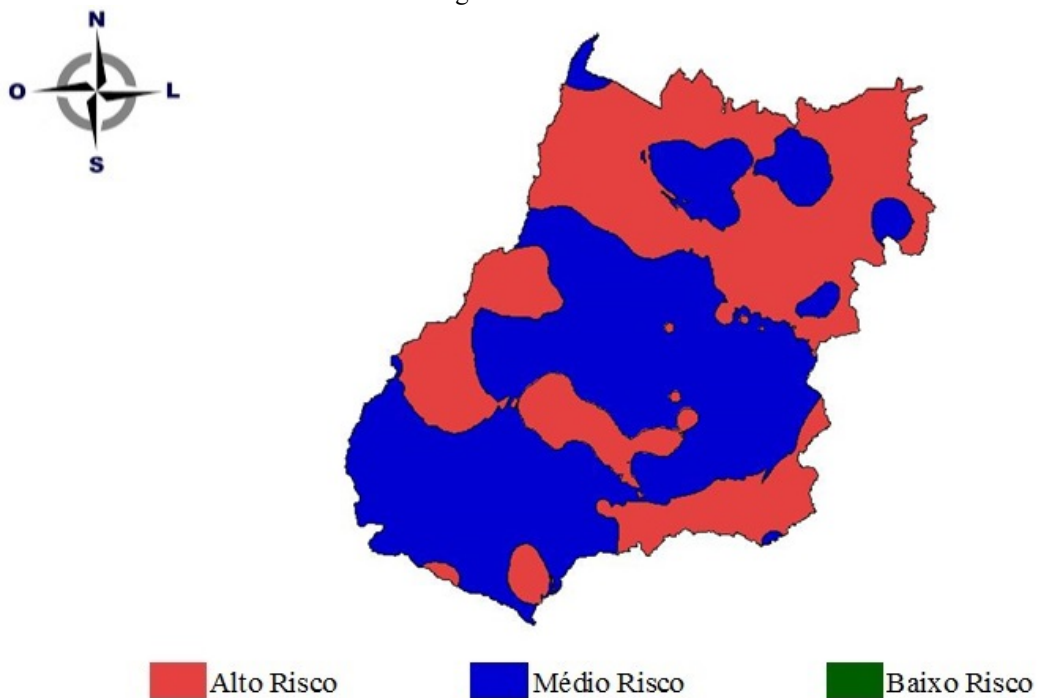


Figura 4 – Risco climático para a cultura do maracujá para o plantio entre 6-10 de fevereiro para a reserva de água no solo de 75 mm.



Fonte: Autores 2021.

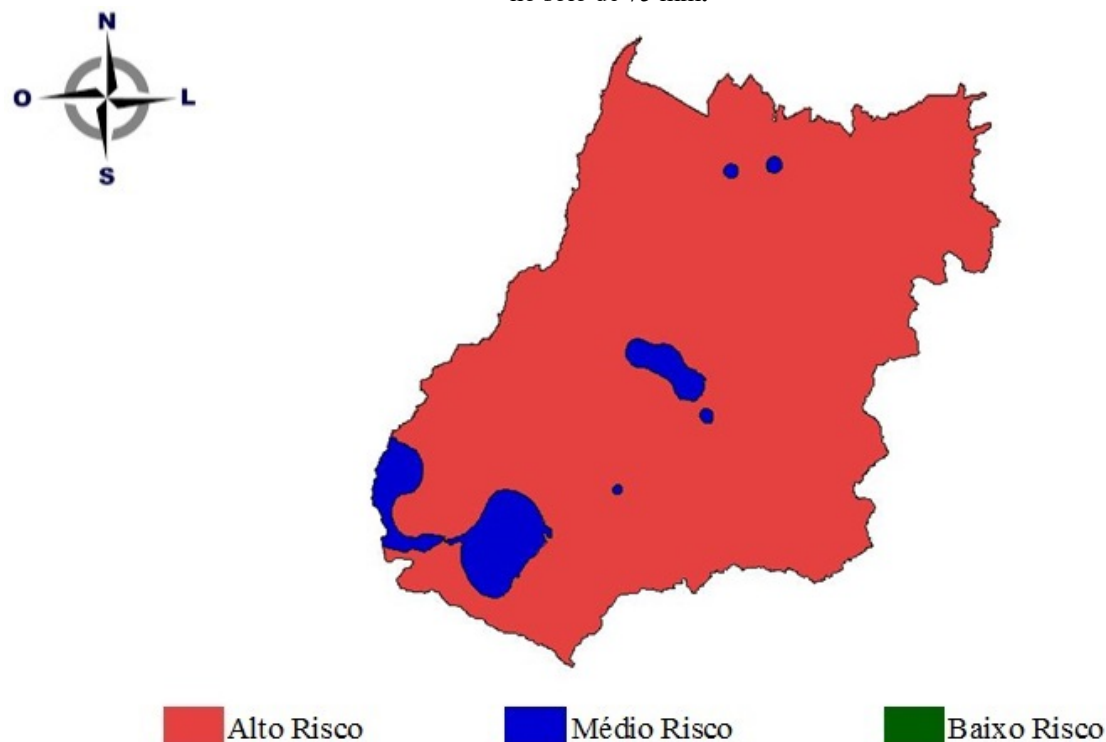
Figura 5 – Risco climático para a cultura do maracujá para o plantio entre 26-29 de fevereiro para a reserva de água no solo de 75 mm.



Fonte: Autores 2021.



Figura 6 – Risco climático para a cultura do maracujá para o plantio entre 6-10 de março para a reserva de água no solo de 75 mm.



Fonte: Autores 2021.


CONSIDERAÇÕES

Conclui-se que na pratica o produtor rural está realizando o plantio da cultura do maracujá de forma adequada, sendo que com certa irrigação de cobertura para que possa nos meses de janeiro à março entrar com produto na entressafra da região sudeste, tanto para reserva de água do solo de 50 mm como reserva de água no solo for de 75 mm isto demonstra assim a importância de reserva de água no solo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SENTELHAS, P. C.; LIMA, M. G.; AGUIAR, M. J. N.; LEITE, D. A. S. R. Zoneamento agroclimático para as culturas de milho e de soja no estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 2001. v.9 n.3, p. 544-550

ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; MASUTOMO, R.; CASTRO, L. H. R.; SILVA, F. A. M. Veranicos na região dos cerrados brasileiros: frequência e probabilidade de ocorrência. In: ASSAD, E. D. **Chuva nos cerrados: análise e espacialização**. Brasília: Embrapa – CPAC: Embrapa – SPI, p. 43-48,1994.



BERNACCI; L. C. 2003. Passifloraceae. In: WANDERLEY; M. G. L., SHEPARD; G. J., GUILIETTI; A. M., MELHEM; T. S. (Coord) **Flora fanerogâmica do estado de São Paulo**. São Paulo: RiMa, FAPESP, p. 247-257.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

BRUNINI, O.; ZULLO JÚNIOR, J.; PINTO, H. S.; ASSAD, E.; SAWAZAKI, E.; DUARTE, A. P.; PATTERNIANI, M. E. Z. Riscos climáticos para a cultura de milho no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 2001. v.9 n.3, p. 519-526

CASTRO, L. H. R.; MOREIRA, A. M.; ASSAD, E. D. Definição e regionalização dos padrões pluviométricos dos cerrados brasileiros. In: ASSAD, E. D. **Chuva nos cerrados: análise e espacialização**. Brasília: Embrapa – CPAC: Embrapa – SPI, p. 13-23, 1994.

CASTRO, P. C. C; KUGLE, R. A. **Ecofisiologia de frutíferas tropicais: abacaxizeiro, maracujazeiro, mangueira bananeira e cacauzeiro**. Nobel: São Paulo 1998.

CEPA - Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. **Maracujá**. Florianópolis, 1998. 69p. (Estudo de Economia e Mercado de Produtos Agrícolas, 5)

CUNHA, G. R.; ASSAD, E. D. Uma visão geral do número especial da RBA sobre o zoneamento agrícola no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 2001. v.9 n.3, Santa Maria p 377-385

CUNHA, G. R.; BARNI, N. A.; HAAS, J. C.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; PIRES, J. L. F. Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 2001. v.9 n.3, , p. 446-459 2001

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 306p.

EAGLEMAN, A. M. **An experimentally derived model for actual evapotranspiration**. Agricultural Meteorology, v.8, n.4/5, p.385-409, 1971.

FRUTISÉRIES. **Maracujá**. Brasília, Março / 2002. 8p. (Frutiséries 2 – Distrito Federal - Maracujá) ISSN 1676-1618

HARGREAVES, G. T. **Estimation of potencial and crop evapotranspiration**. Transaction of the ASAE, v.17, n. 4, p.701-704, 1974.

LOBATO, E. J. V.; SACRAMENTO, G. L.; ANDRADE, R. S.; ALEIXO, V.; GONÇALVES, V. A. **Atlas climatológico do Estado de Goiás**. Goiânia: Ed. da UFG, 2002, 99p.

MALUF, J. R. T.; CUNHA, G. R.; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; CAIAFFO, M. R. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de feijão no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 2001. v.9 n.3, p. 468-476 2001a

MALUF, J. R. T.; CUNHA, G. R.; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; CAIAFFO, M. R.; PIRES, J. L. F. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho



no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 2001. v.9 n.3, p. 460-467 2001b

MELETTI, L. M. M.; SOARES-SCOT, M. D.; BERNACCI, L. C.; PASSOS, I. R. S. Melhoria genética do maracujá: passado e futuro. In: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. MELETTI, L. M. M. **Maracujá: produção e comercialização no Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 22p. (Boletim Técnico, 158), 1995.

MORAES, S. R. P.; OLIVEIRA, A. L. R.; GOMES, N. R.; PONTES, C. Zoneamento Edafobioclimático do Sorgo e da Avicultura no Estado de Goiás. **Revista Mirante** (UFG), v. 9, p. 100-111, 2016.

MORAES, S. R. P.; OLIVEIRA, A. L. R.; MILHOMEM, A. V.; BORGES, E. V.; RIBEIRO, B. R. C. Zoneamento edafobioclimático do Milheto e da Suinocultura no Estado de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, p. 01-11, 2012.

MORAES, S. R. P.; OLIVEIRA, A. L. R.; MILHOMEM, A. V.; GOMES, N. R.; PONTES, C. Zoneamento Edafobioclimático do Trigo e da Suinocultura no Estado de Goiás. **Revista Mirante** (ONLINE), v. 8, p. 130-148, 2015.

MORAES, S. R. P.; OLIVEIRA, A. L. R.; SILVA, C. M.; CASTRO, R. A. Zoneamento edafoclimático da cultura da Milheto **Centro Científico Conhecer**. Goiânia, vol.6, N.11; 2010 7p.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1979, 422p.

OLIVEIRA, A. L. R. Risco climático e fator de resposta das culturas da cana-de-açúcar e do milheto para o Estado de Goiás e do Distrito Federal. 2006. 99p. **Tese** (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

OLIVEIRA, A. L. R.; MORAES, S. R. P.; CURI, T. V.; GILL NETO, A. G.; SANTOS, D. G. Zoneamento Agroclimático da Banana para o Estado de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, p. zoneamento agro, 2010b.


OLIVEIRA, A. L. R.; MORAES, S. R. P.; GILL NETO, A. G. Zoneamento edafoclimático da cultura da melancia. **Centro Científico Conhecer**. Goiânia, vol.6, N.11; 2010a 7p.

OLIVEIRA, A. L. R.; MORAES, S. R. P.; GILL NETO, A. G.; RIBEIRO, A. M.; CURI, T. V. Zoneamento Agroclimático do Trigo para o Estado de Goiás. **Enciclopédia Biosfera**, v. 6, p. zoneamento, 2010c.

OLIVEIRA, A. L. R.; MORAES, S. R. P.; GOMES, N. R.; PONTES, C. Zoneamento Edafobioclimático do Milheto e da Avicultura no Estado de Goiás. **Revista Mirante** (UFG), v. 9, p. 117-128, 2016.

OLIVEIRA, A. L. R.; MORAES, S. R. P.; OLIVEIRA, K. P.; MENDANHA, J. S.; RODRIGUES, J. S. Zoneamento edafoclimático da cultura do Mamão. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, p. 01-9, 2012.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.



SANS, L. M. A.; ASSAD, E. D.; GUIMARÃES, D. P.; AVELLAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho na Região Centro-Oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, 2001. v.9 n.3, p. 527-535

SILVA, F. A. M.; ASSAD, E. D. Análise espaço-temporal do potencial hídrico climático do estado de Goiás. In: ASSAD, E. D.; Sano, E. E. **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: EMBRAPA/SPI, p.273-309, 1998.

SILVA, J. R.; OLIVEIRA, H. J. Implantação da Cultura, Manejo e Tratos Culturais. In: BRUCKNER, C. H. & PIKANÇO, M. C. **Maracujá: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado**. 1ª Ed. Porto Alegre, Cinco Continentes, 2001. p.122-143.

SILVA, S. C. Estudo e análise espaço-temporal do risco climático no arroz de sequeiro, em áreas constituídas de areia quartzosa e latossolo, no Estado de Goiás. 1997. 78p. **Dissertação** (Mestrado em Meteorologia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

TERAMOTO, E. R. Avaliação e aplicação de modelos de estimativa de produção de cana-de-açúcar (*saccharum spp.*) baseados em parâmetros do solo e do clima. 2003. 86p. **Tese** (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

TERUEL, D. A.; SMIDERLE, O. J. Trigo. In: CASTRO, P. R. C.; KLUGE, R. A. **Ecofisiologia de cultivos anuais**. São Paulo: Nobel, 1999. p.13-40.

VELOSO, R. **Apostilas de Fruticultura**, Goiânia: EA/UFG. 2002, Meio Digital.



CAPÍTULO 15

AMBIENTES TECNÔGENICOS NAS PAISAGENS DE ANÁPOLIS (GO): INCURSÕES GEOGRÁFICAS E APONTAMENTOS

Edna Barros de Castro
Renata Cristina Mendonça Chaveiro
Jean Carlos Vieira Santos
Vandervilson Alves Carneiro

RESUMO

O presente artigo trata do agravamento dos impactos ambientais decorrentes de usos e ocupações humanas tanto no meio urbano quanto no meio rural, procurando entender a lógica de apropriação destes espaços e suas consequências. Com o grande crescimento populacional e o desenvolvimento industrial, surge a necessidade de uma maior expansão territorial e de recursos naturais para a produção de alimentos tendo como consequência a destruição do meio físico afetando diretamente em sua qualidade de vida, diminuindo o tempo de vida útil deste ambiente. Para isso, a revisão bibliográfica, os trabalhos de campo e os apontamentos foram necessários para a visualização e discussão da ação do Tecnógeno nas paisagens de Anápolis (GO). Conclui-se que o homem é interventor e modificador das paisagens, sendo considerado um agente geológico/geomorfológico. As ações humanas no ambiente geográfico devem ser planejadas e mitigadas visando à sustentabilidade do Sistema Terra.

PALAVRAS-CHAVES: Uso e ocupação; Depósitos tecnogênicos; Anápolis; Ações antrópicas.

INTRODUÇÃO

A necessidade de novas áreas, assim como de matérias-primas empregadas à produção, tanto alimentares quanto tecnológicas, evoluiu rapidamente e as consequências indesejáveis se agravaram com igual velocidade. Em resposta a este desenvolvimento, o meio em que o homem está inserido se modifica notoriamente, tanto social quanto fisicamente, e isso se deve a sua própria ação, que pode ser entendida pelos termos: ação tecnogênica e ação geomorfológica do homem. Portanto, pode afirmar que:

[...] no decorrer da existência do homem, o avanço tecnológico, criou uma série de mecanismos e estratégias que facilitaram a exploração e transformação dos recursos naturais. Com efeito, determinados fatos como a produção industrial, bem como, o crescimento populacional associado à consolidação do sistema capitalista de produção e consumo em sua atuação exploratória cada vez mais intensa (seja para o abastecimento, seja para a mera acumulação de lucros) tem posto em “xeque” um dos maiores valores que qualquer nação possui: seus recursos naturais [...], visto que o grau de interferência do homem sobre os recursos naturais tem superado em grande proporção a capacidade da natureza de recompor-se, a fim de garantir suprimentos necessários às gerações que se sucederão (CARDOSO; AQUINO, 2014, p. 105).

Sendo assim, diante dos processos de industrialização do campo e crescimento urbano, tornou-se crescente a busca por modelos que compatibilizem o desenvolvimento econômico



com uma efetiva manutenção da produtividade dos recursos naturais, como também da qualidade ambiental. Contribuindo assim para a formação dos ambientes tecnogênicos que compreendem os meios transformados pela agricultura, urbanização, mineração e as mais diversas obras, como estradas, barragens, reservatórios, portos e outros.

Por este viés, a questão do tempo é levada ao centro das discussões geográficas, e, associados a esta noção de tempo, os estudos dos fenômenos locais acabam permitindo uma série de reflexões sobre a transformação da paisagem e a aceleração dos processos naturais, como apontam Suertegaray e Nunes (2001) e Miyazaki (2014).


Assim, dentro deste contexto, o presente artigo buscará entrelaçar os meios de sobrevivência do homem com a sua paisagem antropologicamente modificada, trazendo uma pequena contribuição ao entendimento desse problema. Desse modo, a opção metodológica adotada para a elaboração deste manuscrito se baseiam numa revisão bibliográfica e em apontamentos realizados ao longo do Curso de Geografia (UEG - Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ciências Socioeconômicas e Humanas / Anápolis - GO) durante os vários trabalhos de campo executados (2009-2014) pelas disciplinas de Geografia e Meio Ambiente, Hidrografia, Climatologia, Geologia e Geomorfologia, com vistas a levantar e analisar informações sobre a temática estudada e constituir os pressupostos teóricos, utilizando como suporte livros, artigos, entre outros - trazendo autores como Almeida e Freitas (1996), Cardoso e Aquino (2014), Paulo, Sá e Oliveira (2009), Peloggia (1998), Resende, Souza e Gama (2018), Feltran Filho (1997), Ribeiro (1989), Ter Stepanian (1988), Szabó, Dávid e Lóczy (2010), Suertegaray (2001) e etc.

AS PAISAGENS MODIFICADAS PELA AÇÃO DO TECNÓGENO⁷

Devido aos avanços tecnológicos a sociedade vem sofrendo inúmeras transformações, ou seja, modificações na paisagem natural. Desse modo, Paulo, Sá e Oliveira (2009, p. 141-142), sublinham que a busca sem controle pelo lucro no modelo de produção e consumo capitalista é considerada o principal fator de degradação “ambiental em todo o planeta. Isto porque as necessidades geradas em torno da qualidade de vida concebida por este sistema são imensas em detrimento à oferta de recursos naturais que são deteriorados para o atendimento deste pretensão bem estar”. Corroborando com essa abordagem, os autores defendem:

[...] que as ações antrópicas colaboram de forma significativa para a degradação ambiental, há de se levar em consideração à desigualdade de renda, configurada como

⁷ Uma fase da vida da humanidade sobre a terra, onde a ação humana (antropogênica ou de engenharia) é hegemônica sobre as ações geológicas, químicas e biológicas (NAIME, 2014).



uma das principais privações de liberdade para o indivíduo, ou seja, a população ribeirinha, avaliando este fenômeno específico, a princípio, deveria ter os recursos necessários, base da liberdade de escolha para ações não degradantes do ambiente. (PAULO; SÁ; OLIVEIRA, 2009, p. 144).

Portanto, antes de alargar o debate ou a linha de raciocínio analítico a cerca do assunto, há uma necessidade de explanar e classificar o termo “tecnogênico”, justificando-se pelo seu pouco e novo uso. E nesse aspecto podemos considerar a análise de Peloggia (1998, p. 33):

Esta forma de abordar os impactos da ação humana no meio ambiente aponta a expressão tecnogênico como mais rica na conceituação dos referidos depósitos. Portanto, a adoção deste termo, e do conceito implícito, está intimamente relacionada à percepção da expressão das mudanças provocadas pela ação do homem na superfície terrestre, comparáveis, em magnitude, as mudanças de origem natural.

Nesse contexto, Almeida e Freitas (1995, p. 3), expõem que “a ocupação de terras é dependente de seu modo de produção, assim com o fortalecimento da economia e velocidade com que ela se propaga, a paisagem urbana/rural vai sendo cada vez mais modificada, e tendo como agente principal o homem”.

Dentro da análise de Almeida e Freitas (1995), outro problema intermediário surge, o crescimento desenfreado do meio urbano que desencadeia vários outros processos inclusive a aceleração da modificação da paisagem, protagonizada pelo homem que pode ser exemplificada por processos erosivos, escorregamentos, inundações, poluição dos rios, poluição do ar, entre outros. Nesse diapasão, Paulo, Sá e Oliveira (2009, p. 146), defendem que é sabido:

[...] que um dos principais problemas para a degradação ambiental é a ação do homem sobre o meio ambiente, motivado pelo modelo de produção e consumo capitalista. Dessa forma, faz-se necessário que primeiramente o setor público garanta as necessidades básicas da população [...]. Feito isto, deverá haver uma mudança ética nos padrões culturais capitalistas, ou seja, ações empreendedoras que estão fora da racionalidade do mercado: priorizar a redução de consumo em detrimento da coleta seletiva de lixo, incentivar o espírito de cooperação em quebra ao individualismo, distribuição igualitária de bens em oposição ao acúmulo de capital e eliminar o desperdício.

Diante dessa realidade, observa-se que no avanço técnico-científico, as áreas rurais tecnificadas se vêm pressionadas a produzir em larga escala com tecnologias e substâncias agressivas ao meio ambiente, assim podemos perceber a maneira como o Homem no decorrer dos anos vem se apropriando da natureza. No entanto, para Paulo, Sá e Oliveira (2009), esse fato vem ocorrendo sem uma postura embasada no pensamento complexo que os capacitam para a busca por soluções locais compreendendo os aspectos globais.

Nesse prisma, a caracterização da intensidade da ação geomorfológica do homem se dá pela comparação efeitos da sua ação, sejam eles intensos ou não; com a natureza não modificada. Ao analisar, a escala geológica percebe-se que a existência do homem sobre a superfície terrestre é irrelevante em relação à história geológica.



“Todavia, o advento do homem durante o Quaternário introduz um novo agente às mudanças promovidas pelo agente geológico do planeta, cujo papel não pode ser desprezado em qualquer ambiente terrestre” (NUNES; NÓBREGA JÚNIOR, 2009, p. 2).

Os eventos antropogênicos são relacionados ao período geológico de sua ocorrência, podendo ou não estar vinculados às atividades humanas. Já, os eventos tecnogênicos são aqueles que apresentam sua origem ligada diretamente às atividades humanas. Portanto, dessa forma, todo evento tecnogênico está associado ao antropogênico, mas o inverso não é necessariamente verdadeiro.

O homem é um agente geológico, ou seja, o homem é parte integrante da natureza. As diferentes intervenções do homem no meio físico “nem sempre foram pautadas em ações de controle e preservação ambiental, levando a uma série de problemas” (RESENDE; SOUZA; GAMA, 2018, p. 324).


Oliveira (1990), Peloggia (1998) e Oliveira, Oliveira e Andrade (2014) asseveram que este quadro reflete a transformação urbana, considerada das mais intensas provocadas pelo homem como agente geológico, resultando na criação de áreas artificiais, depósitos tecnogênicos como assoreamento e processos correlatos de erosão e escorregamento denominados antrópicos ou geotecnogênicos.

O ser humano está intrinsecamente ligado às ações tecnogênicas. Pode-se observar essa afirmação quando se é comparado aos processos naturais como, por exemplo: uma pastagem mal aplicada que pode originar uma grande erosão, construindo uma relação defeituosa entre o homem e o meio onde vive.

Dessa forma, o indivíduo contribui para a construção de uma história geológica, que por conseqüente há uma formação de depósitos tecnogênicos causando efeitos geomorfológicos. Conforme Oliveira *et al.* (2005, p. 365) “a caracterização da ação geológica do homem geralmente resulta da comparação que pode ser feita entre os processos naturais (sem a participação do homem) e os processos antrópicos na transformação da Terra”.

Apesar de ser um termo “novo” e pouco utilizado, para Guerra (2011, p. 122-123), “os depósitos tecnogênicos, (alterações provocadas pela ação do homem no meio ambiente) tem despertado interesses, tanto de estudiosos acadêmicos quanto dos meios de comunicação” como jornais, revistas e *sites*.

Tanto Machado (2013), Peloggia (1998) como Ter Stepanian (1988) destacam que os depósitos tecnogênicos são caracterizados por sua grande variedade, feições diferenciadas,



diversidade de composição e grande variação de espessura, os quais caracterizam uma classe genética independente, embora possam ser traçadas analogias com depósitos naturais. Alguns depósitos acumulam grande quantidade de matéria orgânica, geralmente resíduos urbanos e outros de matéria inorgânica como os derivados de resíduos de materiais de construção e restos de mineração.

De acordo com Szabó, Dávid e Lóczy (2010), as atividades antropogênicas diretas e indiretas levam a consequências claramente reconhecíveis. O sistema de impactos que as atividades antropogênicas podem causar está baseado nas seguintes diferenças: a) processos antrópicos diretos (formação de relevos deposicionais, formação de relevos denudacionais, alterações hidrológicas e de cursos de rios) e b) processos antrópicos indiretos (aceleração da erosão e sedimentação, subsidência, ruptura de talude, terremotos desencadeados pela ação humana e outros).

Barbosa e Furrier (2017, p. 170) enfatizam que:

As formas resultantes de processos antropogênicos diretos são mais facilmente reconhecidas no terreno, elas tendem a demonstrar com obviedade a sua origem e são produzidas frequentemente deliberadamente. São exemplos às formas produzidas por atividades de construção civil, escavação, interferências hidrológicas, etc.

Em Goudie (1993), os processos antropogênicos indiretos são mais difíceis de ter sua origem reconhecida, pois, geralmente, não se tratam de novos processos geomorfológicos sendo criados, e sim da aceleração ou alteração de processos geomorfológicos naturais.

Nolasco (2002) apresenta outra classificação para os depósitos tecnogênicos: a) diretos: depósitos construídos (aterros), depósitos induzidos (resultantes de escorregamentos provocados em minerações) e b) indiretos: resultantes da soma de ações do agente homem, sem intencionalidade, com as de outros agentes (leques de escorregamento de encosta em áreas urbanas por acúmulo de lixo e peso de construções).

Para Oliveira (1990) também é possível classificar os depósitos em três tipos principais: a) os construídos, como os aterros e corpos de rejeito, b) os induzidos, como os resultantes de assoreamento e aluviões modernos e c) os modificados, que corresponde aos depósitos naturais alterados tecnogenicamente por efluentes, adubos e outros.

Outra classificação bastante utilizada é a de Fanning e Fanning (1989) para os solos altamente influenciados pelo homem, que foi adaptada para a tese de doutorado de Peloggia (1996, p. 60-61), sendo estes:

1) Materiais úrbicos: tratam-se de detritos urbanos, materiais terrosos que contêm artefatos manufaturados pelo homem moderno, frequentemente em fragmentos, como



tijolos, vidro, concreto, asfalto, pregos, plástico, metais diversos, pedra britada, cinzas e outros, provenientes por exemplo de detritos de demolição de edifícios;

2) Materiais gárbicos: tratam-se de depósitos de material detrítico com lixo orgânico, de origem humana e que, apesar de conterem artefatos em quantidades muito menores que a dos materiais úrbicos, são suficientemente ricos em matéria orgânica para gerar metano em condições anaeróbicas.

3) Materiais espólicos: materiais terrosos escavados e redepositados por operações de terraplanagem em minas a céu aberto, rodovias ou outras obras civis. Contêm muito pouca quantidade de artefatos, sendo identificados pela expressão geomórfica “não natural”, ou ainda por peculiaridades texturais e estruturais em seu perfil.

4) Materiais dragados: materiais terrosos provenientes da dragagem de cursos d’água e comumente depositados em diques em cotas topográficas superiores às da planície aluvial.

Nessa abordagem teórica, Oliveira (1994) arrazoa que o termo tecnogênico é a mais rica conceituação relacionada à percepção nas mudanças provocadas pela ação do homem na superfície terrestre em magnitude, em relação às mudanças de origem natural. A ocupação e o uso das terras dependem de seu modo de produção assim, a paisagem urbana/rural está cada vez mais modificada e o principal agente modificado é o homem. Sendo assim, Resende, Souza e Gama (2018), sublinham que os impactos decorrentes dos avanços tecnológicos têm provocado uma profunda modificação na conduta, atitudes, costumes, interesses e hábitos das pessoas. Os investimentos de recuperação e preservação precisam ir além da construção de parques, plantio de árvores e flores tropicais.

As ações de preservação e sustentáveis se tornam insuficientes e ineficazes se não houver políticas consistentes para manter o desenvolvimento sustentável e assegurar o que deve ser preservado. Portanto, os depósitos tecnogênicos são exemplos bem definidos da interferência do homem nos processos naturais na superfície terrestre, satisfazendo apontamentos do desenvolvimento humano no mundo, especialmente quando são formados depósitos contendo elementos ou frações que cogitam as práticas desse desenvolvimento.

INCURSÕES GEOGRÁFICAS PELAS PAISAGENS DE ANÁPOLIS (GO)

Este estudo buscou também mostrar uma preocupação com a abordagem paisagem, associando seus contextos físicos e humanos, suas causas e consequências, não esquecendo que essa é uma abordagem âncora na ciência geográfica. Entendendo que a paisagem não é:

[...] a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. Estudar uma paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método (BERTRAND, 1968, p. 2).

Em elo com Suertegaray (2001), a paisagem trata-se de um dos conceitos balizadores da Geografia, pois, possibilita análises que privilegiam as várias dimensões constituintes do espaço geográfico, através de seus elementos naturais, sociais e culturais.

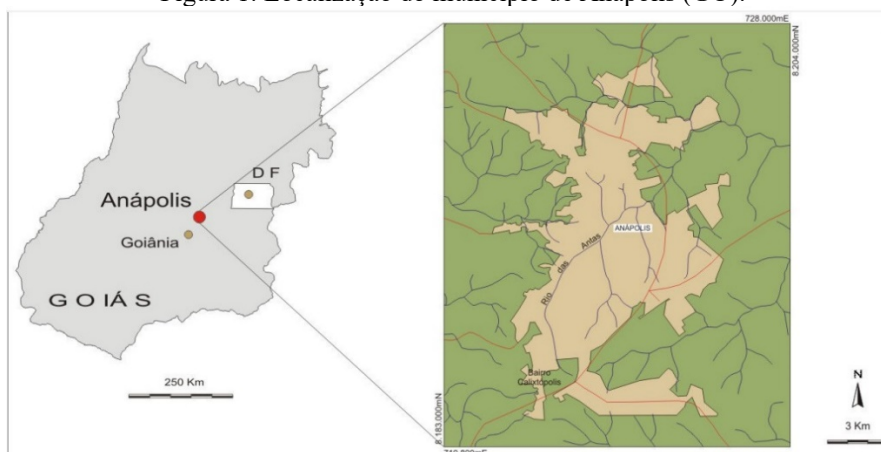
Bertrand (1968) afirma que as paisagens ditas “físicas” são, com efeito, quase sempre amplamente remodeladas pela exploração antrópica. Nesse contexto, Ribeiro (1989) lembra que o estudo da paisagem deve extrapolar a observação e a descrição dos fenômenos. Por trás do véu das aparências, devem-se buscar os mecanismos genéticos e dinâmicos que provocam as incessantes transformações das paisagens, essenciais como condição de sua própria existência.

Em vista do exposto sobre a importância das bases rochosas, ou seja, a importância da Geologia na estruturação das paisagens, o geógrafo Feltran Filho (1997) arrazoa que os aspectos físicos como a topografia, as formas de vertentes, os solos, a rede de drenagem, os processos erosivos, a distribuição e quantidade de afloramentos, se refletem na organização da paisagem e na sua ocupação.


É importante sublinhar o que Sousa, Fernandes e Barbosa (2008) destacam, pois, a exploração das terras pelo homem de forma exaustiva e inadequada compromete suas características e condições atuais e intensifica a preocupação com relação à existência e disponibilidade de seus recursos no futuro. O uso inadequado dos recursos naturais contribui para a degradação e consequente deterioração da qualidade de vida da população. Isso intensifica o problema nas áreas vulneráveis e de risco, comprometendo negativamente a sustentabilidade dos recursos naturais. Desse modo, os prejuízos ambientais estão quase sempre relacionados ao uso indevido do solo pelas diversas atividades degradantes.

Nesse panorama, Anápolis, no Estado de Goiás, se apresenta como um objeto do conhecimento privilegiado para a construção da aprendizagem geográfica (figura 1). Nela, pode-se perfeitamente realizar incursões geográficas por suas paisagens rurais, urbanas e rururbanas como forma de contribuição para a aprendizagem da Geografia.

Figura 1: Localização do município de Anápolis (GO).



Fonte: Lemes e Lima, 2009.



Nesse mote,

Diferente do que se discorre, a Geografia vai muito além das descrições físicas dos fatos. Essa Ciência poderá ser associada aos temas transversais, aos saberes interdisciplinares e assim atingir seu objetivo maior, ou seja, o de preparar o educando para as interpretações e leituras de mundo, quer por meio da escrita, quer por meio de imagens (BREDA; ZACHARIAS, 2010, p. 47).

Cabe também por em relevo, que:

[...] são as paisagens que mostram, por meio de sua aparência, a história da população que ali vive, os recursos naturais de que dispõe e a forma como se utilizam tais recursos. Assim, ela não é formada apenas de volumes, mas também de cores, movimentos e sons. Descrever e analisar estas paisagens supõe, portanto, buscar as explicações que tal “retrato” nos permite. Os objetos, as construções expressos nas ruas, nos prédios, nas praças, nos monumentos, podem ser frios e objetivos, porém a história deles é cheia de tensão, de sons, de luzes, de odores, e de sentimentos (SANTOS, 1986, p. 97).

Assim posto, a prática de trabalhos de campo no estudo das paisagens municipais, o caso de Anápolis (GO), ocorreram como recurso para o reconhecimento da intervenção humana próxima aos cursos d’água e às áreas de processos erosivos.


[...] o trabalho de campo é benéfico e cumpre seus objetivos científicos e pedagógicos. Portanto, dizemos que ele foi utilizado para vários fins pelos povos, correntes científicas e escolas geográficas; e, cabe ao geógrafo entoar a significância dessa atividade, onde o campo é um laboratório (CARNEIRO, 2009, p. 105).

Infere-se neste instante, que:

Muitos trabalhos científicos são elaborados a partir de uma perspectiva [...] da Geografia Física, na qual é possível averiguar que há um esforço em se analisar a relação sociedade e natureza de forma articulada. Essa forma de análise geográfica é bastante perceptível nos estudos referentes aos depósitos tecnogênicos, pois não há a formação desses depósitos sem a intervenção do homem no equilíbrio dinâmico dos processos naturais (MIYAZAKI, 2014, p. 53).

Os apontamentos realizados pelos discentes durante o Curso de Geografia, da UEG - Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ciências Socioeconômicas e Humanas (Anápolis - GO), nos vários trabalhos de campo executados (2009-2014) pelas disciplinas de Geografia e Meio Ambiente, Hidrografia, Climatologia, Geologia e Geomorfologia encontram guarida nos dizeres de Rossato *et al.* (2008, p. 236), pois, os depósitos tecnogênicos podem ser definidos como formas ou depósitos que são “resultantes da atividade humana, abrangendo depósitos construídos como os aterros, ou depósitos induzidos, oriundos de sedimentos que se depositam em virtude da erosão decorrente do uso do solo”.

Assim, nos trabalhos de campo executados no período 2009-2014, junto aos cursos d’água e às áreas de processos erosivos em Anápolis (GO), deparou-se com os “depósitos tecnogênicos [que] passam a constituir a paisagem geográfica, sendo organizados a partir de



várias composições de camadas que se diferenciam de acordo com a constituição dos materiais e sedimentos encontrados em cada estrato” (MIYAZAKI, 2014, p. 54).

Corroborando com a autora, além de Anápolis (GO),

Nas [outras] cidades [também] são observados diferentes tipos de impactos ambientais, como, por exemplo, solapamento das margens dos cursos d’água, processos erosivos em vertentes, desmatamento de mata ciliar, queimadas clandestinas, contaminação do solo e das águas por meio de lançamento de esgoto, disposição irregular de resíduos sólidos e os depósitos tecnogênicos (MIYAZAKI, 2014, p. 55).

Machado (2013, p. 16) pontua que:

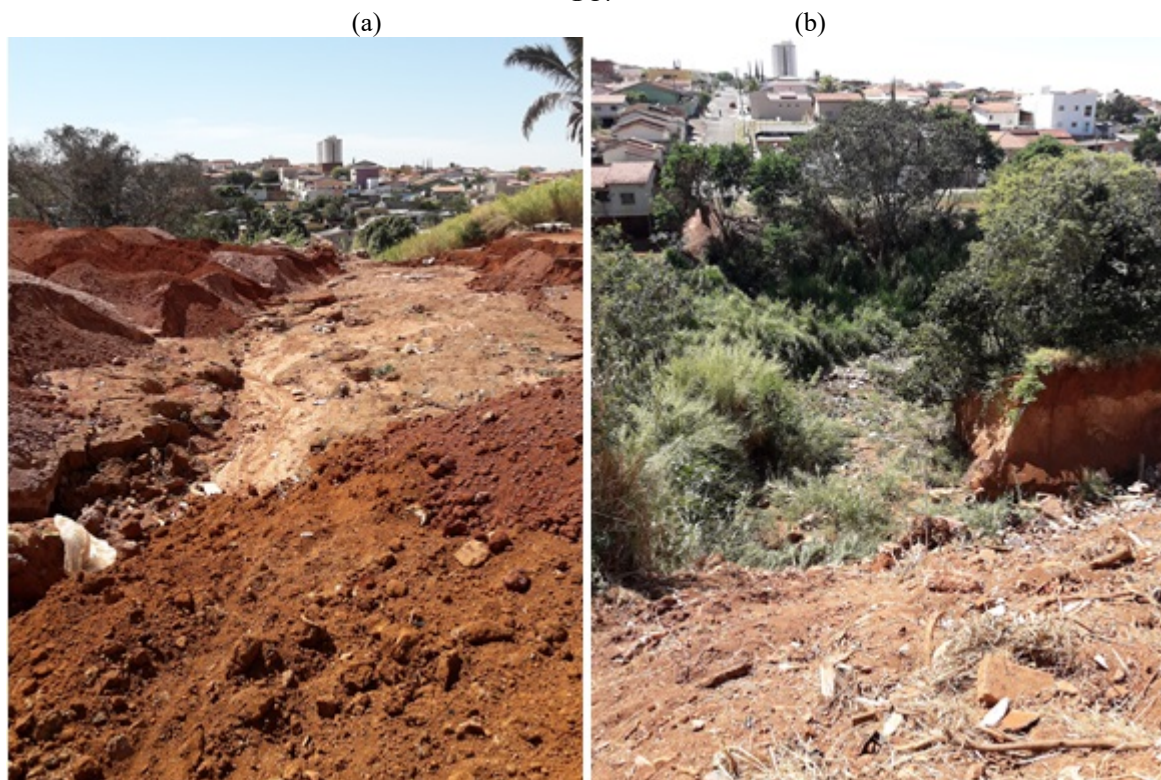
Em áreas urbanizadas a alteração das formas geomorfológicas e pedológicas em função da transformação do espaço urbano, principalmente pela construção civil e de obras de engenharia produz anomalias na superfície constituindo alterações no ambiente em forma de depósitos de resíduos sólidos, aterros, retificações, escavações causando inúmeros problemas ao ambiente local. Tais alterações realizadas pela atividade antrópica são denominadas depósitos tecnogênicos possuindo em suas estruturas materiais das mais diversas origens da atividade humana que se incorporam e influenciam negativamente nos processos ambientais.

Com base nos conhecimentos elencados sobre os depósitos tecnogênicos e os trabalhos de campo realizados, os cenários ambientais de Anápolis (GO) apresentam “[...] alterações distintas daquelas de origem natural, [...] [criando] morfologias artificiais em curtos períodos de tempo [por ações antropogênicas e, essas] novas morfologias [...] de origem tecnogênica [...]” (GOMES; RIFFEL; PITTELKOW; PAUL, 2012, p. 278) dizem respeito aos depósitos construídos, ou seja, depósitos de materiais espólicos, materiais úrbicos, materiais dragados e materiais gárbicos (FANNING; FANNING, 1989).

Em área de voçorocamento, no bairro Cidade Jardim, nota-se a presença de materiais espólicos (figura 2) que são resultantes de operações de terraplanagem em obras de engenharia e urbanismo, popularmente conhecidos como “bota-fora”⁸, são também resultantes de assoreamentos induzidos pela erosão acelerada e outros (GOMES; RIFFEL; PITTELKOW; PAUL, 2012; FANNING; FANNING, 1989).

⁸ O termo bota-fora é amplamente utilizado na terraplanagem para designar o local onde são descartados os materiais provenientes de obras de terraplanagem que envolvam escavação e remoção de terra ou ainda, demolições e reformas que necessitem de remoção de entulhos. Também chamado de aterro de inertes, geralmente o bota-fora recebe materiais como terra e entulho limpo (apenas restos de paredes) mediante pagamento de uma taxa que varia conforme o tamanho ou peso dos caminhões.

Figuras 2a/b: Materiais espólicos depositados irregularmente em voçoroca no bairro Cidade Jardim, Anápolis / GO.



Autoria: Vandervilson Alves Carneiro, 2018.

Askew, Al-Jibouri, Mawdesley, Patterson (2002) afirmam que as atividades de terraplanagem consistem tipicamente em escavação (corte), transporte de materiais e depósito de material (aterro). Outra perspectiva é a de Schmidt (2015) em que a terraplanagem compreende o conjunto e operações necessárias para remover a terra de locais em que se encontra em excesso para aqueles em que há falta.

Percebe-se que a voçoroca vem sendo entupida/aterrada com entulho e terra, mas as cicatrizes erosivas estão dando sinais de retorno. A medida afoita por parte do órgão municipal não obteve eficácia, sendo o correto inicialmente o combate das causas que potencializam o processo erosivo linear, para depois executar as obras de engenharia com acurácia técnica.

No bairro Boa Esperança, presenciou-se o aterramento de voçoroca com materiais úrbicos e, estes são compostos de materiais produzidos em áreas urbanas e classificados como materiais de demolições e construções civis (GOMES; RIFFEL; PITTELKOW; PAUL, 2012; FANNING; FANNING, 1989) (figura 3).

Figuras 3 a/b: Materiais úrbicos depositados irregularmente em voçoroca no bairro Boa Esperança, Anápolis / GO.
(a) (b)



Autoria: Vandervilson Alves Carneiro, 2018.

Cabe inferir que a fim de se conter a voçoroca, a área vem sendo aterrada com resíduos de construção civil e de demolição. Esta situação foi observada *in loco* por meio da presença de tijolos, cerâmicas, blocos de concreto, alvenaria, argamassas, ferragens e outros resíduos.

Concorda-se com Rezende *et al.* (2014) e com Mota (1999), pois, tais estudos sobre a utilização de voçorocas como depósito de resíduos diversos, são fundamentais para evitar consequências como a contaminação do lençol freático, o assoreamento e o entulhamento⁹ de cursos d'água localizados a jusante. Merece abordar também que os aterramentos alteram o sistema natural de drenagem, se tornando um incremento para o desencadeamento de processos erosivos de todos os portes.

Assevera-se que no caso da voçoroca do bairro Boa Esperança, não foi encontrada junto à Prefeitura Municipal de Anápolis, estudos técnicos sobre a área, nem tampouco projeto para o aterro com resíduos de demolição e de construção civil, demonstrando que não houve planejamento e embasamento técnico para o aterramento do processo erosivo linear.

Nas imediações dos bairros Vila Góis e Conjunto Nações Unidas, os materiais dragados encontrados são os que resultam dos sedimentos provenientes de “[...] assoreamento de fundo causado por carga difusa oriunda, na maior parte, de áreas em processo de urbanização que não contam com infraestrutura adequada nem com o devido controle de uso e ocupação e cujo solo está exposto a erosão” (LIMA, 2008, p. 17) (figura 4).

⁹ Descarte clandestino em lotes baldios e em canais fluviais de materiais como: sofás, mesas, armários, cadeiras, portas, fogões, geladeiras, televisores, computadores, carcaças de veículos e outros por parte da população local.

Figuras 4 a/b: Materiais dragados do Rio das Antas nas imediações dos bairros Vila Góis e Conjunto Nações Unidas, Anápolis / GO.



Fonte: Prefeitura Municipal de Anápolis, 2018.

Santos (2012) discorre que as inundações em áreas urbanas são fenômenos condicionados por fatores naturais, que podem ser agravados devido a fatores antrópicos. Tucci (1999) também assinala que os processos naturais e antrópicos podem atuar de forma integrada nas inundações em áreas urbanas.

Para Oliveira (1998, p. 11),

[...] inundações são fenômenos que fazem parte da dinâmica fluvial, atingindo periodicamente as várzeas, também denominadas planícies de inundação. Correspondem ao extravasamento das águas de um curso de água para as áreas marginais, quando a vazão é superior à capacidade de descarga da calha.

Anápolis enfrenta uma série de problemas, como o alto grau de erosão, de compactação dos solos, da destruição desordenada das matas ciliares e matas de galeria, do assoreamento e entulhamento dos canais fluviais com proliferação de vegetação ruderal¹⁰, além de inundações em seu perímetro urbano, mais precisamente, nos fundos de vale.

Figueiredo (1989) alicerça que a perda de solo ocorre na área de uma bacia hidrográfica está diretamente relacionada com o uso e manejo do solo, e os sedimentos originam-se de um processo de erosão que geralmente ocorre no solo por diferentes formas de ação. Nesta seara, “dentre as várias formas de erosões existentes na natureza, a que merece maior importância e estudo é a provocada pela ação da água das chuvas, denominada erosão hídrica, que existe na bacia hidrográfica, diminui a capacidade produtiva do solo e é responsável pela produção de sedimentos na bacia” (DILL, 2002, p. 22).

Ramos, Gomes, Castilhos Júnior e Gourdon (2017, p. 1233) arrazoam que “o crescimento exponencial da população, juntamente com o processo de industrialização ao longo

¹⁰ Vegetação ruderal, ou seja, são plantas efetivamente que se proliferam espontaneamente em ambientes antropizados.

da história, resultou em problemas de proporções globais, a exemplo da rápida urbanização, da limitação de recursos naturais e da grande geração mundial de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU)”.

No bairro Conjunto Filostro Machado Carneiro, conforme Carvalho (2011, p. 75):

Os critérios para a escolha do local para implantação do aterro sanitário de Anápolis, não foi realizado dentro das normas ambientais, onde deve se verificar adequação com relação à lei de zoneamento urbano, a proximidade de áreas de proteção ambiental, cursos d’água, moradias, a permeabilidade do solo, a profundidade do lençol freático. A área foi escolhida sem observar esses critérios, a escolha se deu em razão de aproveitamento do local que era utilizado como lixão e aos poucos está se adequando até tornar-se um aterro sanitário.

No aterro sanitário de Anápolis (GO), implementado em 2000, os materiais gárbicos (RSU) são dispostos diretamente sobre o solo e também em valas para posterior compactação e manuseio técnico de gases e chorume. Entende-se perfeitamente a questão operacional do referido aterro, mas ainda nota-se deslizos técnicos com relação à proliferação de vetores de doenças, a presença de catadores de resíduos diversos como forma de sobrevivência e que residem na circunvizinhança, os empoçamentos (mistura de água pluvial com líquidos oriundos dos acúmulos de resíduos) em período chuvoso, a presença de poeira em período de estiagem, devido a forte circulação de veículos pesados, o forte odor que é bem desagradável, o espalhamento de resíduos sólidos nas vias de acesso pela ação eólica e afloramento de chorume¹¹ oriundo do amontoado e/ou monturo de lixo durante a compactação por maquinário pesado (figura 5). Outro detalhe detectado é o fato do aterro estar bem próximo do Rio das Antas e dos córregos Capão Comprido e Capão do Gado.

Figuras 5 a/b: Materiais gárbicos no Aterro Sanitário de Anápolis (GO) nas proximidades do bairro Conjunto Filostro Machado.



Fonte: Prefeitura Municipal de Anápolis, 2018.

¹¹ O chorume é um resíduo líquido de cor escura produzido pela decomposição química e biológica dos resíduos do lixo que contém uma grande carga orgânica. Por apresentar grandes concentrações de metais pesados e substâncias tóxicas, esta substância é altamente poluente e não pode ser despejado no solo ou escoado para canais fluviais, precisando ser tratado com bastante rigor técnico.



Nessa senda, preocupa-se muito com o possível impacto produzido pelos resíduos gárbicos sobre os cursos d'água da vizinhança, devido à possibilidade de contaminação tanto do Rio das Antas como dos córregos Capão Comprido e Capão do Gado por escoamento superficial e infiltração de chorume via solo.

Em reforço, destaca-se que “esse líquido [, o chorume,] é extremamente danoso para os corpos d'água e pode vir a contaminar o solo e os mananciais subterrâneos [e superficiais]”, segundo Tavares (2011, p. 1).

“Os resíduos sólidos [e líquidos] gerados nos centros urbanos podem conter resíduos domésticos e comerciais, assim como lixo industrial, constituindo uma mistura complexa de diferentes substâncias, algumas delas perigosas para a saúde” (GOUVEIA; PRADO, 2010, p. 860).


“Esses materiais acabam formando camadas compostas por sedimentos, artefatos técnicos, resíduos sólidos (lixo), entre outros. E essas camadas acabam registrando as fases históricas de implantação do loteamento e construção do bairro” (MIYAZAKI, 2014, p. 55).

Por fim, em consonância com Machado (2013) e com Coltrinari (1996), entende-se que a importância da formação de feições antropogenéticas na superfície terrestre representa um novo campo de estudos da Geologia e da Geografia que se enquadram nos estudos do Quaternário. E que tais feições resultam na alteração da dinâmica ambiental, tanto em áreas urbanas, rurais como rurubanas, devendo ser estudados com base em uma metodologia adequada a cada situação existente, que resulte no entendimento da variação no tempo, espaço e magnitude destes novos processos ambientais sob a influência humana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu conhecer situações reais que acontecem próximo a nós, não sendo uma realidade exclusiva de Anápolis (GO) ou qualquer outra longínqua região emergente na mídia. Concluindo que o homem é interventor e modificador do meio ambiente, podendo agir como um agente geológico/geomorfológico.

O desenvolvimento das técnicas e dos modos de produção mostram-se eficientes nesse processo de intervenção humana, provocando grandes e acelerados desequilíbrios nos ecossistemas e espaços rural, urbano e rururbano. Esse conseqüente “desenvolvimento” das sociedades leva a cabo, necessariamente a utilização da natureza como recurso, impondo uma transformação ambiental que foge do controle do atual modelo capitalista, que não aporta suas



prioridades no desenvolvimento de uma economia mais justa e igualitária, fundamentais para a sustentabilidade do Sistema Terra.

A análise e identificação de problemas ambientais provocados antropologicamente são complexas, em virtude de ser um conjunto de fatores responsáveis pelo seu desenvolvimento, deste modo tal trabalho, trouxe uma reflexão, agregando novos conhecimentos, podendo ser utilizado como parâmetro preventivo e educativo, contribuindo para um meio mais equilibrado e mitigado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. C. J.; FREITAS, C. G. L. Uso do solo urbano: suas relações com o meio físico e problemas decorrentes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA, 2, 1996, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ABGE, 1996. p. 195-200.

ASKEW, W. H.; AL-JIBOURI, S. H.; MAWDESLEY, M. J.; PATTERSON, D. E. Planning linear construction projects: automated method for the generation of earthwork activities. **Automation in Construction**, n. 11, p. 643-653, 2002.

BARBOSA T. S.; FURRIER M. A geomorfologia antropogênica e a relação uso da terra com o risco geológico no município de João Pessoa - PB. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 18, n. 1, p.169-184, jan./mar. 2017.

BREDA, T. V.; ZACHARIAS, A. A. A leitura de paisagens através de trabalhos de campo: um relato da experiência vivenciado no município de Ourinhos (SP). **Revista Geografia e Pesquisa**, Ourinhos, v. 4, n. 2, p. 45-68, 2010.


CARDOSO, J. A.; AQUINO, C. M. S. Problemas ambientais decorrentes dos padrões de uso e cobertura das terras da microbacia do Riacho do Roncador, em Timon (MA). **Geografia em Questão (UNIOESTE)**, Cascavel, v. 07, n. 01, p. 104-122, 2014.

CARNEIRO, V. A. **Concepções de trabalho de campo e ensino de Geografia nas licenciaturas do Sudeste Goiano**. 2009. 272 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

CARVALHO, M. M. C. **Análise ambiental do aterro sanitário do município de Anápolis, Estado de Goiás**. 2011. 129 f. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente) - Programa de Pós-Graduação em Sociedade, Tecnologia e Meio Ambiente, Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, 2011.

COLTRINARI, L. Natural and anthropogenic interactions in the brazilian tropics. In: BERGER, A. R.; IAMS, W. (orgs.). **Geoindicators: assessing rapid environmental changes in earth systems**. Rotterdam: Brookfield, 1996. p. 295-310.

DILL, P. R. J. **Assoreamento do reservatório do Vacacaí-Mirim e sua relação com a deterioração da bacia hidrográfica contribuinte**. 2002. 125 f. Dissertação (Mestrado em



Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

FANNING, D. J.; FANNING, M. C. B. **Soil: morphology, genesis and classification**. New York: J. Wiley, 1989.

FELTRAN FILHO, A. **A estruturação das paisagens nas chapadas do Oeste Mineiro**. 1997. 252 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

FIGUEIREDO, A. G. Análise da produção e transporte de sedimentos nas bacias do Rio do Peixe e Rio Aguapeí. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 8, 1989, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABRH, 1989. 12 p.

GERASIMOV, I. P. Anthropogene and its major problem. **Boreas**, n. 9, p. 23-30, 1979.

GOMES, T. C.; RIFFEL, E. S.; PITTELKOW, G. C.; PAUL, C. R. Caracterização e espacialização dos depósitos tecnogênicos no bairro CAMOBI: subsídio ao planejamento urbano do município de Santa Maria - RS. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 2, n. 4, p. 276-288, 2012.

GOUDIE, A. Human influence in geomorphology. **Geomorphology**, v. 7, n. 1-3, p. 37-59, jul. 1993.

GOUVEIA, N.; PRADO, R. R. Riscos à saúde em áreas próximas a aterros de resíduos sólidos urbanos. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 44, n. 5, p. 859-866, 2010.

GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

LEMES, S. S.; LIMA, C. V. Uso da terra e processos erosivos lineares: análise temporal na bacia do Córrego Gueirobal em Anápolis (GO). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13, Viçosa, 2009. **Anais...** Viçosa: SBFGA, 2009. 12 p.

LIMA, L. R. S. **Dragagem, transporte e disposição final de sedimentos de leito de rio - estudo de caso: calha do Rio Tietê (fase II)**. 2008. 145 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MACHADO, C. A. A pesquisa de depósitos tecnogênicos no Brasil e no mundo. **Revista Tocantinense de Geografia**, Araguaína, n. 2, p. 15-35, jan./jun. 2013.

NAIME, R. A era do tecnógeno. **Rio de Janeiro: EcoDebate**, 2014. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2014/09/16/a-era-do-tecnogeno-artigo-de-roberto-naime/>>. Acesso em: 11 out. 2018.

MIYAZAKI, L. C. P. Depósitos tecnogênicos: uma nova perspectiva de leitura geográfica. **Quaternary and Environmental Geosciences**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 53-66, 2014.

MOTA, S. **Urbanização e meio ambiente**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.

NOLASCO, M. C. **Registros geológicos gerados pelo garimpo, Lavras Diamantina - Bahia**. 2002. 363 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.



NUNES, E.; NÓBREGA JUNIOR, O. B. **Geomorfologia do quaternário**. João Pessoa: UEPB; Natal: UFRN, 2009.

OLIVEIRA, A. A. O.; OLIVEIRA, A. M. S.; ANDRADE, M. R. M. Depósitos tecnogênicos como testemunhos e indicadores de processos geológicos em área urbana degradada em Guarulhos, SP. **Quaternary and Environmental Geosciences**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 12-27, 2014.

OLIVEIRA, A. M. S. 1990. Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 6, 1990, Salvador. **Anais...** Salvador: ABGE, 1990. p. 411-415.

OLIVEIRA, A. M. S. **Depósitos tecnogênicos e assoreamento de reservatórios: exemplo do reservatório de Capivari, Rio Paranapanema**. 1994. 232 f. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

OLIVEIRA, A. M. S.; BRANNSTROM, C.; NOLASCO, M. C.; PELOGGIA, A. U. G.; PEIXOTO, M. N. O.; COLTRINARI, L. Tecnógeno: registros da ação geológica do homem. In: SOUZA, C. R. G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (eds.). **Quaternário do Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2005. p. 363-376.

PAULO, F. L. L.; SÁ, U. G. C.; OLIVEIRA, N. M. G. A. Educação ambiental e desenvolvimento sustentável: um enfoque nas relações de interdependência e interações presentes na natureza e sociedade. **Geografia em Questão (UNIOESTE)**, Cascavel, v. 01, n. 02, p. 141-147, 2009.


PELOGGIA, A. **O homem e o meio ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo**. São Paulo: Xamã, 1998.

PELOGGIA, A. U. G. **Delineação e aprofundamento temático da geologia do tecnógeno do município de São Paulo: as consequências geológicas da ação do homem sobre a natureza e as determinações geológicas da ação humana em suas particularidades referentes à precária ocupação urbana**. 1996. 162 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

RAMOS, N. F.; GOMES, J. C.; CASTILHOS JÚNIOR, A. B.; GOURDON, R. Desenvolvimento de ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 6, p. 1233-1241, nov./dez. 2017.

RESENDE, S. C. P.; SOUZA, M. E.; GAMA, T. V. N. Considerações sobre a apropriação da área do parque urbano Macambira-Anicuns em Goiânia-Goiás. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 11, n. 7, p. 323-340, jun. 2018.

REZENDE, M. Q.; PEIXOTO, M.; OLIVEIRA, L.; SILVA, K. Recuperação de uma voçoroca em Sete Lagoas / MG - um estudo para implantação de aterro de inertes. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, 11, 2014, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: CNMA, 2014. 12 p.



RIBEIRO, A. G. **Paisagem e organização espacial na região de Palmas e Guarapuava.** 1989. 336 f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

ROSSATO, M. S.; BELLANCA, E. T.; FACHINELLO, A.; CÂNDIDO, L. A.; SILVA, C. R.; SUERTEGARAY, D. M. A. **Terra** - feições ilustradas. Porto Alegre: EdUFRGS, 2008.

SANTOS, K. R. Inundações urbanas: um passeio pela literatura. **Élisée - Revista de Geografia**, Porangatu, v. 1, n. 1, p. 177-190, jan./jun. 2012.

SCHMIDT, H. C. **Estudo comparativo do custo de serviços de terraplenagem: caso da travessia urbana de Santa Maria/RS.** 2015. 93 f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

SOUSA, R. F.; FERNANDES, M. F.; BARBOSA, M. P. Vulnerabilidades, semi-aridez e desertificação: cenários de riscos no Cariri Paraibano. **OKARA: Geografia em debate**, João Pessoa, v. 2, n. 2, p. 190-202, 2008.

SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço geográfico uno e múltiplo. **Scripta Nova - Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, n. 93, jul. 2001. 10 p.

SUERTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia. **Revista Terra Livre**, São Paulo, n. 17, p. 11-24, 2001.

SZABÓ, J.; DÁVID, L.; LÓCZY, D. **Anthropogenic geomorphology: a guide to man-made landforms.** New York: Springer, 2010.

TAVARES, B. F. D. **Tratamento de chorume: análise dos efluentes da evaporação forçada.** 2011. 71 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

TER STEPANIAN, G. Beginning of the technogene. **Bulletin of the International Association of Engineering Geology**, n. 38, p. 133-142, 1988.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana.** Porto Alegre: UFRGS / CEPAL / IPEA, 1999.



CAPÍTULO 16

IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS EM ÁREAS DE OCUPAÇÃO ESPONTÂNEA O EXEMPLO DE SÃO GONÇALO – SALVADOR-BA

DOI: 10.47402/ed.ep.c202295916115

Thainan Silva dos Santos
Dante Severo Giudice
Vera Lúcia Santos de Jesus

RESUMO

O presente trabalho tem como finalidade identificar e avaliar os impactos socioambientais oriundos dos deslizamentos de terra em área de encostas, que são causados pelas construções de moradias irregulares no bairro de São Gonçalo na cidade de Salvador-BA. Os deslizamentos são causados pela retirada da vegetação original, do corte do talude para a construção das habitações e das águas pluviais que encharcam as encostas em dias de chuvas. As ocupações espontâneas influenciam a capacidade de suporte e de resiliência da paisagem nas encostas urbanas brasileiras e ausências de planejamento urbano e gestão das áreas de encostas agravam os riscos de desastres, como o ocorrido no dia 04/10/2019 no bairro de Fazenda Grande do Retiro após a chuva forte que atingia Salvador desde o dia 02/10/2019. Este trabalho tem cunho qualitativo e exploratório, já que teve sua fundamentação baseada em sites, referências bibliográficas e obras de autores de confiabilidade que tratam do assunto, e houve também a aplicação de questionários com perguntas objetivas e subjetivas, sendo aplicados 24 questionários aos moradores nos dias 24/10/2019 e 25/10/2019, verificando-se que estes desastres nas encostas se deu sempre em dias de maior pluviosidade.

PALAVRAS-CHAVE: Impactos socioambientais, ocupação espontânea, encosta.

INTRODUÇÃO

Na medida em que o crescimento demográfico da cidade gerou demandas de serviços que ultrapassaram a capacidade financeira do poder municipal, surgiu um descompasso entre o capital social e as condições de vida da maioria presente na cidade. Sua expressão mais evidente é a favelização, mas que se encontra sob diversas formas, como carência das condições sociais de vida de grupos aparentemente médios de renda (PEDRÃO, 2009, p.2). A pressão exercida pela ocupação das encostas urbanas brasileiras tem gerado impactos cumulativos na paisagem. Salvador, assim como várias cidades brasileiras, sofre com a ocupação desordenada em áreas de relevo acidentado, o que traz numerosos problemas para a população como os deslizamentos, principalmente no período de chuvas intensas.

O processo de urbanização no Brasil ocorreu de forma intensa e desigual. A oportunidade de viver bem nas grandes cidades, não é homogênea, pois grande parte da população menos favorecida, é obrigada a ocupar áreas impróprias para moradias. Devido à falta de planejamento e de gestão na ocupação urbana, a população é exposta a ocorrências de




acidentes como os de deslizamentos desmoronamentos, alagamentos, dentre outras, já comuns a população da cidade. O rápido crescimento da população em países como o Brasil, gerou um tipo de expansão territorial das cidades, através de um processo de expulsão dos pobres dos centros urbanos para áreas mais distantes, ao que podemos chamar de processo de formação de uma periferia socioespacial.

Esta forma de crescimento é uma suburbanização inversa da que se realiza nos países anglo-saxões. "...às avessas porque estas periferias são constituídas de populações pobres, com elevadas taxas de subemprego, carentes em serviços urbanos, físicos e sociais, enquanto que nos países desenvolvidos, o processo de suburbanização está associado a uma qualidade de vida muito superior, exatamente nos arredores das grandes cidades, com casas unifamiliares, espaços verdes amplos, etc., que caracterizam o padrão de vida de famílias de classe média-alta". (FERNANDES, 2004, p.2. *Apud* FAISSOL; MOREIRA; FERREIRA, 1987, p.86).

Decorrentes do déficit habitacional, irregularidade, precariedade das habitações, da infraestrutura e dos serviços urbanos, exclusão social, espacial e da degradação ambiental, as favelas e loteamentos irregulares sem infraestrutura instalados em encostas e áreas periféricas caracterizam-se, muitas vezes, por áreas de risco e ficam mais expostos por ocasião dos períodos chuvosos mais intensos. Assim, a terminologia área de risco é definida como uma localidade passível de ser atingida por fenômenos ou processos naturais e/ou induzidos que causem efeito adverso às pessoas que habitam o local, estando sujeitas, portanto, a danos materiais, patrimoniais e principalmente, danos à integridade física (ALAMEDDINE, 2009. *Apud* PELLOGIA, 1998a; NOGUEIRA, 2002; IPT, 2005; ROLNIK, 2006).

Em vista aos episódios de deslizamentos de terra, em 2005 foi publicado o Plano Diretor de Encostas (PDE) do Município de Salvador, o qual consiste em um instrumento técnico-administrativo para o planejamento e gestão das ações necessárias para a estruturação urbano-ambiental dos assentamentos em situação de risco geológico-geotécnico e de auxílio ao desenvolvimento urbano do Município, o qual constitui um instrumento diretivo inédito representando mais um grande avanço no sentido de se efetuar um planejamento urbano mais adequado às características sociais e ambientais do Município de Salvador e, principalmente, às ações da administração pública relacionadas com a segurança e a qualidade de vida da população soteropolitana de baixa renda.

Neste trabalho procuramos analisar o agravamento dos impactos socioambientais no bairro do São Gonçalo em Salvador-BA, provocados pela ocupação irregular em áreas de risco



e que possa vir a ser mais uma ferramenta para novas discussões, bem como fonte para novo projetos ou programa de gestão pública, no intuito de eliminar ou mitigar os problemas causados por esta situação. Visa também, dar melhores condições de vida a população dessas localidades, fazendo contenções de taludes, educação ambiental e melhorando o saneamento básico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o planejamento foram feitas visitas à Coordenadoria de Defesa Civil, (CODESAL), órgão que possui um acervo maior de informações pertinentes e dados mais atualizados, os quais foram úteis para dar abertura a nossa pesquisa. A partir daí, foi dado início as tabulações onde foram elaborados quadros, gráficos e tabelas, referentes aos tipos de acidentes ocorridos na área de estudo.

Em seguida para que os objetivos da pesquisa fossem alcançados com êxito, foi feito o levantamento de campo, no qual foram aplicados 24 questionários aos moradores nos dias 24/10/2019 e 25/10/2019. Também foram feitos inúmeros levantamentos bibliográficos em sites científicos, em obras primárias de autores que tratam também do assunto e, algumas obras secundárias, como: monografias, dissertações e teses de Doutorado, já que os respectivos autores abordam em suas obras as questões relacionadas a ocupação de encostas e aos impactos socioambientais dessas áreas susceptíveis a deslizamentos de terra.

A pesquisa foi baseada tanto em foro qualitativo, quanto quantitativo, já que é de caráter exploratório. A partir do uso da técnica de aplicação de questionário, é que esse trabalho foi fundamentado no contexto de linha de pesquisa “qualitativa e quantitativa”, obtendo grande êxito nos seus resultados. Foram aplicados questionários com perguntas de múltipla escolha, e no mesmo documento foram feitas perguntas com questões abertas para que os entrevistados se sentissem à vontade para respondê-las, com o objetivo de expressar os seus sentimentos em virtude da situação em que vivem no dia-a-dia nas áreas de riscos.

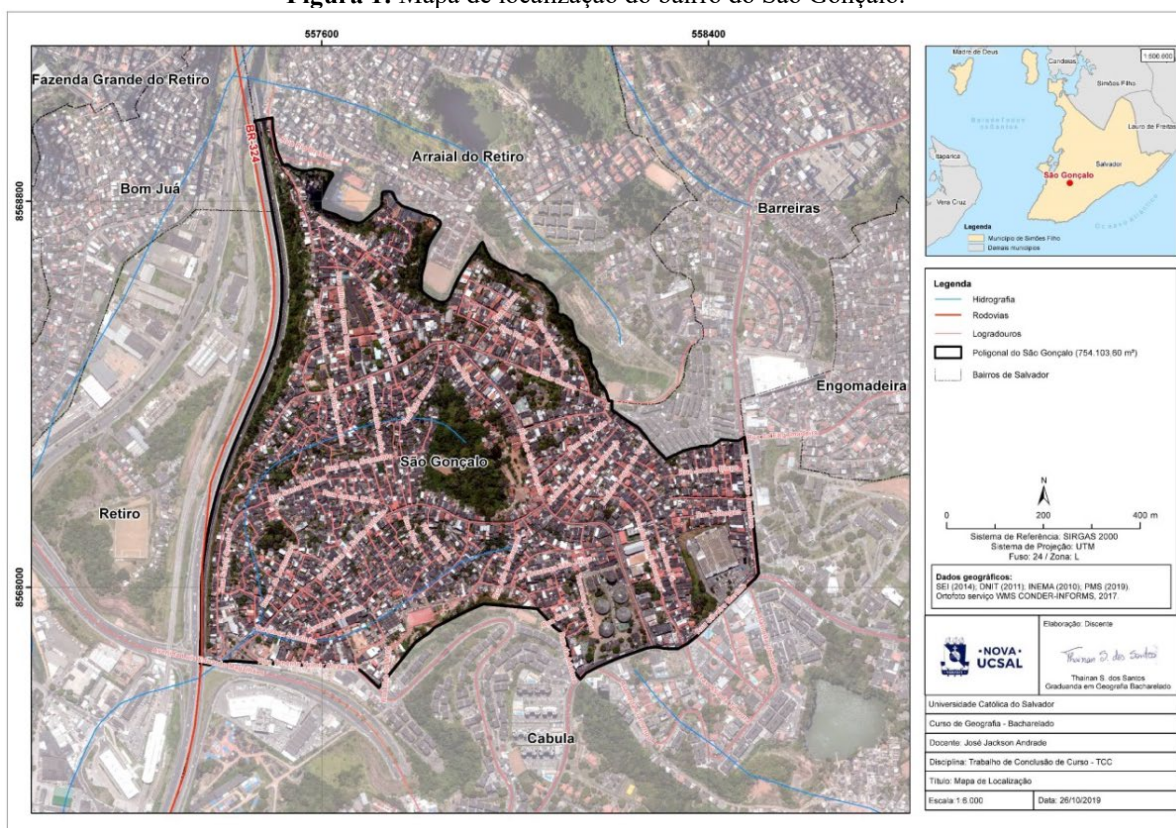
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Entre o bairro do Cabula e a rodovia BR 324, surgiu, nos anos 50, a partir de sucessivas ocupações espontâneas, o bairro de São Gonçalo (Figura 1). O bairro cresceu em torno do Terreiro Ilê Axé Opô Afonjá, símbolo do local desde o início do século XX. É formado por trabalhadores, parte deles inserido no mercado formal e os demais, como ambulantes, contudo atualmente a população se queixa da falta de emprego.

O local de estudo, com base nos dados vetoriais da Prefeitura Municipal de Salvador

(PMS), possui uma área territorial de 0,75 km², tendo o relevo em colinas com topos relativamente planos, circundado por vales encaixados entre morros com topos a meia laranja, formados há milhares de anos pela ação das intempéries da natureza e, modificado pela ação antrópica. O bairro de São Gonçalo limita-se com os bairros de Cabula, Barreiras, Arraial do Retiro e Retiro. A topografia e os declives têm desempenhado um importante papel para a ocupação da área, uma vez que nos lugares com declive acentuados se estabelece a população de classe mais baixa.


Figura 1: Mapa de localização do bairro do São Gonçalo.



Fonte: Prefeitura Municipal de Salvador, 2017. Elaborado, 2019.

Estas construções na maioria das vezes não têm o acompanhamento de um profissional capacitado para poder orientá-los de forma adequada, o que termina se constituindo uma área de risco muito vulnerável, sobretudo em época de chuvas. Antigamente no bairro, havia uma pedreira que explorava o seu solo, mas o seu abandono deixou exposta sua encosta às chuvas, o que tem provocado deslizamentos de terra, bem como aterramento feitos e cortes no morro para abertura de vias.

As principais áreas de lazer da comunidade é o Campo do Águia, no Alto de São Gonçalo, além de alguns parquinhos. Apesar dos problemas de infraestrutura, a falta de um posto de saúde no bairro é o mais incomodo para população. O bairro é bastante organizado e oferece a população um comércio diversificado que abrange salões de beleza, mercearias,



armazéns e feirinhas de frutas e verduras, e além de contar com onze escolas de primeiro grau, nele está localizada a sede da Aliança dos cegos da Bahia.

Segundo trabalho publicado em 2010, O Caminho das Águas e o Painel de Informações da CONDER-INFORMS, São Gonçalo possui uma população de 17.275 habitantes, o que corresponde a 0,69% da população de Salvador; concentra 0,68% dos domicílios da cidade, estando 42,9% dos seus chefes de família situados na faixa de renda mensal de 0 a 1 salários mínimos. No que se refere à escolaridade, constata-se que 34,89% dos seus chefes de família têm de 4 a 7 anos de estudo.

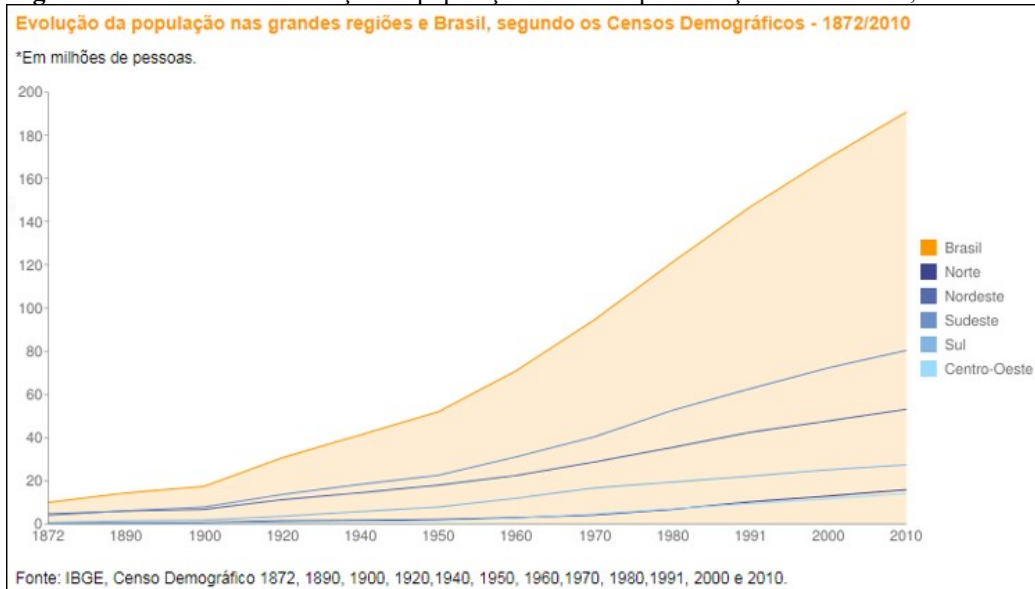
PROCESSO DE URBANIZAÇÃO BRASILEIRO

O processo de urbanização no Brasil ocorreu de forma intensa e desigual como primeira cidade fundada no país, e primeira capital erguida com essa função, Salvador surge como cidade fortaleza para consolidar o domínio português na nova colônia e para seu planejamento inicial atendeu a sua função.

A cidade atravessou quase quatro séculos de luta, evolução urbana e teve uma decadência pós-transferência da capital para o Rio de Janeiro. O seu processo de urbanização veio passar por grandes transformações no início do século XX, quando o então governador Joaquim José Seabra, segundo relatos da historiadora Consuelo Pondé, inspirado nas ideias de Le Corbusier (Charles-Edouard Jeanneret-Gris, arquiteto, urbanista, escultor e pintor de origem suíça e naturalizado francês nascido em 1887), se transformou em um dos grandes responsáveis pelas modernizações na cidade, entre elas, a construção da Avenida Sete de Setembro, ligando a Praça da Sé ao Campo Grande, com perdas de construções históricas.

Salvador, assim como outras cidades brasileiras, é marcada pelo processo irregular de apropriação do solo. Conforme Corrêa (1989, p. 11) “[...] o espaço urbano capitalista – fragmentado, articulado, reflexo condicionante social, cheio de símbolos e campos de lutas – é um produto social, resultados de ações acumuladas através do tempo, e engendradas por agentes que produzem e consomem o espaço”. Apesar de ser bastante recente, o processo de urbanização brasileiro, avançou muito rapidamente. A população cresceu de aproximadamente 169 milhões de habitantes no ano de 2000, para 191 milhões habitantes no ano de 2010 (Figura 2), sendo que esse número evidencia que o crescimento da população brasileira no período foi de 12,4%, inferior ao observado na década anterior (15,6% entre 1991 e 2000).

Figura 2 – Gráfico da distribuição da população brasileira por situação de domicílio, 1872-2010.



Fonte: Censo demográfico, IBGE, 2010.

Junto com todos os problemas urbanos, ocorre também a segregação das classes menos favorecidas com a necessidade de obter moradias. Mas, sem condições de pagar aluguel, as pessoas se veem obrigadas a procurar áreas periféricas, onde vão construir suas “residências” de forma irregular em áreas impróprias como: áreas de proteção ambiental, encostas e/ou fundos de vales que se constituem áreas de risco, ou invadindo áreas públicas não ocupadas (OLIVEIRA e GIUDICE, 2013 apud CLOUX, 2007).

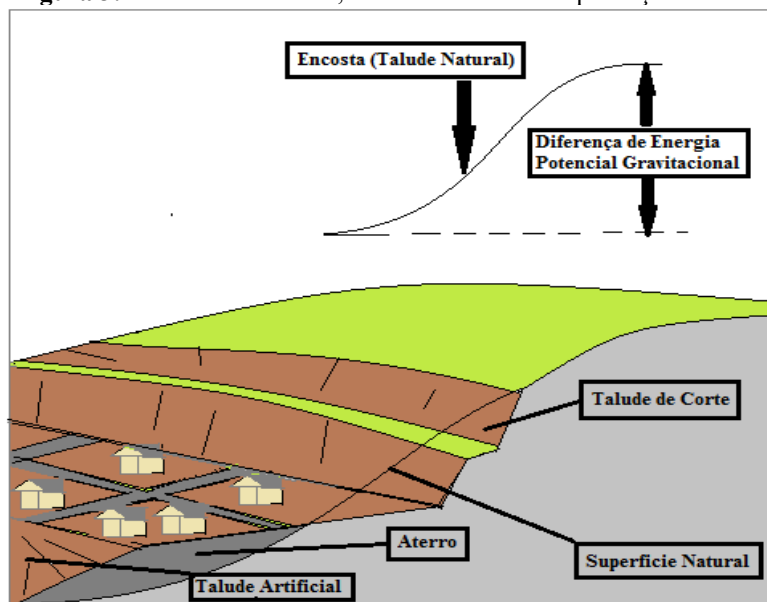
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE SALVADOR

Geológica e geomorfologicamente, o município de Salvador está integrado a Bacia Sedimentar do Recôncavo e, ao complexo granulítico cristalino que compõe a chamada cidade alta, estruturalmente definido como “graben ou fossa tectônica”, que se compõe de duas falhas tectônicas, a de Salvador e a de Maragogipe. Podemos dizer que Salvador está fracionado em unidades distintas, que foram denominadas de “Domínios Geológico-Geotécnicos”, que são Depósito Sedimentar Inconsolidado Quaternário, Domínio da Cobertura Continental do Terciário, Formação Barreiras, Rochas Sedimentar do Rifte do Recôncavo, Complexo Cristalino e Escarpa da Falha de Salvador (PDE, 2004).

A Falha da Escarpa de Salvador que tem aproximadamente 74 m de altura entre a parte baixa da região do Comércio e sua cumeada, na parte alta, onde está situado o Elevador Lacerda, são formações criadas a partir das dinâmicas geológicas impulsionadas por forças endógenas, dando origem às formas morfológicas do planeta Terra, que são moldadas pela ação do intemperismo físico, químico e biológico. Essas mesmas dinâmicas dão origem às formações

que conhecemos como encostas, elas são estáveis, (se não houver nenhum evento tectônico ou ação antrópica). Elas só serão instáveis quando são cortados os taludes para construção de estradas e/ou de moradias, e pela atuação da natureza com a ajuda das forças “internas e externas” através de agentes intempéricos, como é mostrado na Figura 3.

Figura 3: Formas de encostas, natural e modificada pela ação humana.



Fonte: OLIVEIRA e GIUDICE, 2013.

A figura acima, mostra o exemplo de uma encosta com o talude ainda natural sem que o homem tenha feito qualquer interferência, na sua forma original. No segundo momento podemos verificar as mudanças já feitas pela as ações antrópicas, onde foram originados taludes de cortes no terreno, desconfigurando o talude original formando, o aterro e o talude artificial, para a construção de moradias (OLIVEIRA e GIUDICE, 2013).

DISTRIBUIÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE SALVADOR

O clima atuante, não só na área de estudo, mas em todo o município de Salvador, conforme indicado pela SEI (1998), segundo a classificação climática de Thornthwaite, é do tipo úmido (B1r A'), com excedente hídrico entre 300 mm a 600 mm e com chuvas concentradas no período de outono-inverno. As chuvas relacionam-se diretamente com a dinâmica das águas de subsuperfície, atuando, de um modo geral, como fator de maior influência no desencadeamento dos escorregamentos. As temperaturas médias são praticamente constantes o ano todo, mas num verão quente pode atingir até 38° C e inverno com temperaturas mínimas de até 17° C. Os meses do ano menos chuvosos são dezembro e janeiro, com uma precipitação média de (64,2 mm/mês). Em contrapartida, os meses de maiores intensidades de chuvas são: abril a junho, com média de (286,6 mm/mês).

Constata-se com base nas publicações da Defesa Civil referente a Operação Chuvas que 2009, 2010, 2013 e 2015, foram os anos que mais choveu na capital baiana com base nos meses de março a setembro, com médias mensal total de 1.384,95 mm/ano, e um acumulado total de 11.485,40 mm de chuvas de 2009 até 2019 como visto Figura 4. As células em vermelho sinalizam com um hífen (-), sem dados estatísticos, indica que a tabela de dados cedida pela fonte pesquisada não tinha a informação para determinado mês do ano.

Figura 4 - Tabela do Índice pluviométrico acumulado (mm) dos últimos dez anos X média mensal X total por ano.

ANO/MÊS	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	ACUMULO TOTAL
2009	25,6	506,6	549,3	155,1	158,9	93,8	-	1.489,30
2010	122,8	448,8	243,8	96,7	492,5	176,3	-	1.580,90
2011	-	331,0	304,2	277,7	-	-	-	912,90
2012	-	48,9	411,5	168,3	-	-	-	628,70
2013	-	230,8	231,1	313,8	197,2	211,2	109,4	1.293,50
2014	-	107,1	247,2	241,6	198,9	60,8	92,1	947,70
2015	-	394,2	639,0	352,4	184,00	-	-	1.569,60
2016	69,0	69,0	242,2	126,2	91,5	-	-	528,90
2017	181,1	152,0	324,3	105,7	-	-	-	763,10
2018	185,6	240,9	228,0	181,6	-	-	-	836,10
2019	282,5	227,0	240,6	184,6	-	-	-	934,70
M.Mensal	144,43	250,57	332,84	200,34	220,5	135,53	100,75	11.485,40

Fonte: INMET/ Defesa Civil 2009 a 2019. Elaborado pela autora, 2019.

Em Salvador, existem oito centros de monitoramento atmosférico espalhados estrategicamente por toda a cidade, que fazem a coleta dos dados captados diariamente por esses equipamentos e, mandam as informações para o Instituto Nacional de Meteorologia, (INMET) que posteriormente faz a redistribuição por todo o país.

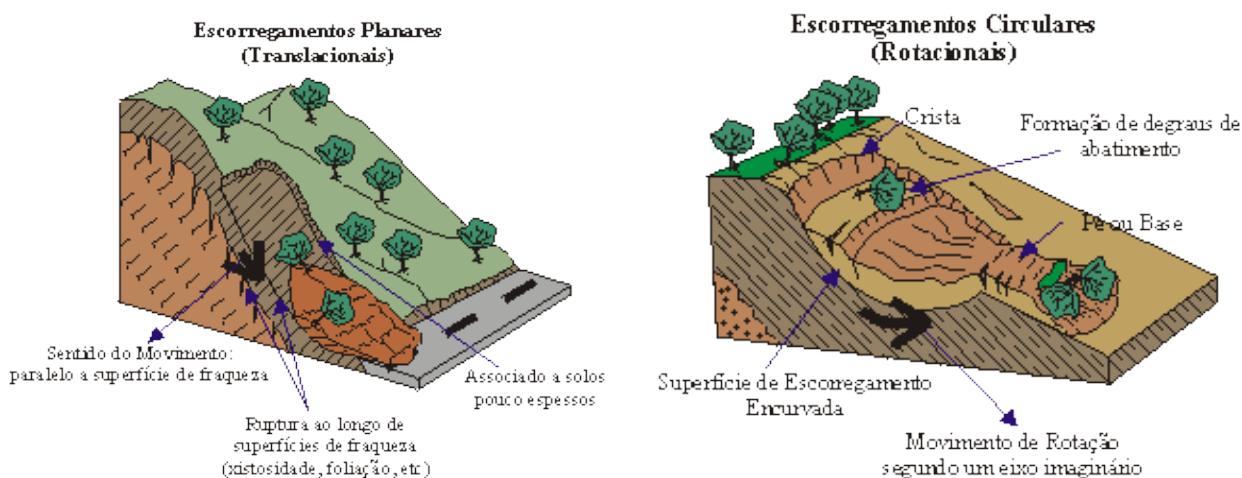
O PLANO DIRETOR DE ENCOSTAS DE SALVADOR

Os problemas de moradias em locais de encostas, não são recentes. Em alguns países em desenvolvimento, esta situação é um agravante que ocorre pela carência de uma boa parcela da população que não podem adquirir moradia em locais mais adequados, nas cidades. Geralmente a falta de emprego fixo, resulta na incerteza ou falta de renda mensal, sendo esse o divisor de água, que separa as populações de áreas de ocupação espontâneas, das populações que vivem em áreas devidamente legalizadas e, com boa infraestrutura e equipamentos públicos.

Os principais fatores que contribuem para a ocorrência dos escorregamentos estão relacionados com a geologia, geomorfologia, aspectos climáticos e hidrológicos, vegetação e ação do homem relativa às formas de uso e ocupação do solo (SANTOS, 2014 apud, WOLLE,

1980; FERNANDES; AMARAL, 1996; AUGUSTO FILHO, 2001; FERNANDES et al., 2001; TOMINAGA 2007), a Figura 5 exemplifica os tipos de escorregamento.

Figura 5 - Blocos diagramas dos tipos de escorregamentos: translacional e rotacional.



Fonte: Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2019.

Pensando nessas questões de prevenção e preservação das encostas é, que a Prefeitura Municipal de Salvador, junto com a Secretaria Municipal de Saneamento e Infraestrutura Urbana (SEMIN), e, a Coordenadoria de Áreas de Riscos Geológicos (CARG), criaram, em setembro de 2004 o Plano Diretor de Encostas de Salvador.

O Plano Diretor de Encosta é sem dúvida uma importante ferramenta para qualquer cidade onde existem construções espontâneas em áreas de riscos geológicos. Com base na Secretaria de Infraestrutura de Salvador, o Plano Diretor de Encostas, além de ser uma ferramenta importante para o planejamento técnico e urbano, é também, um captador de recursos para que sejam feitos benefícios em outras áreas, de modo que possibilite o trabalho de remoção das famílias das áreas susceptíveis a riscos quando houver a necessidade desse tipo de intervenção.

Com as mesmas concepções de funcionalidade do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU), o Plano Diretor de Encostas (PDE), é um imprescindível instrumento técnico administrativo orientador do uso e ocupação do solo municipal, ajudando a ordenar o traçado de expansão da cidade, seguindo normas técnicas, que possibilite balizar uma “diretriz”, no qual o planejamento urbano da capital soteropolitana é o foco de todo esse trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para elaboração da pesquisa, num primeiro momento, foi feito o levantamento das ocorrências sobre os tipos de riscos geológicos em áreas de encostas causados por moradias irregulares. Esse levantamento foi feito por uma equipe de profissionais de engenharia e

técnicos da Coordenadoria de Defesa Civil de Salvador (CODESAL), em parceria com outros órgãos da prefeitura de Salvador. Esses registros foram catalogados no período de 01/01/2009 a 14/10/2019.

Durante esse período, foram feitos levantamentos em localidades diferentes, entre eles; avenidas, ruas e travessas do bairro, sendo detectados na área, nesses dez anos, 5 tipos de diferentes situações, tais como: (alagamento de área, alagamento de imóvel, ameaça de desabamento, ameaça de deslizamento, deslizamento de terra, além de orientação técnica), totalizando 132 ocorrências como é mostrado na Tabela da Figura 6.

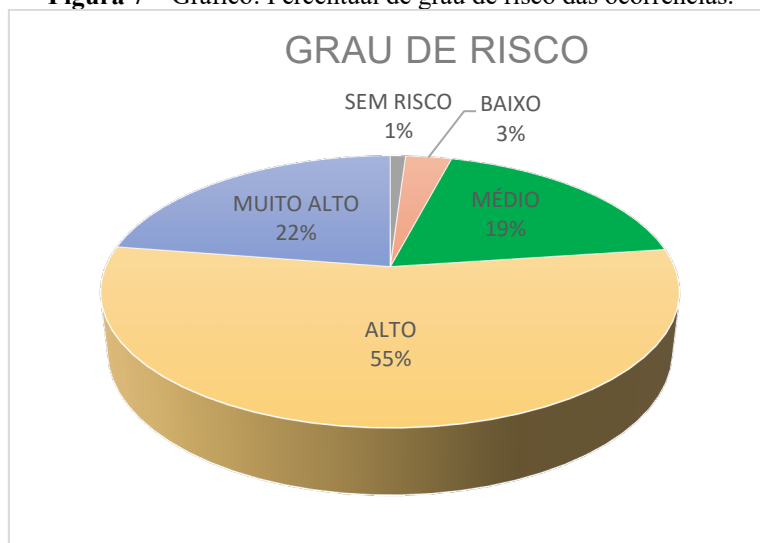
Figura 6 - Tabela de ocorrências para os anos de 2009 a 2019*.

TIPO DE OCORRÊNCIAS	Nº DE ACIDENTES	GRAU DE RISCO				
		SEM RISCO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Alagamento de área	6	0	0	4	2	0
Alagamento de imóvel	20	1	3	5	10	1
Ameaça de desabamento	92	0	4	15	44	29
Ameaça de deslizamento	140	1	1	23	87	28
Desabamento de Imóvel	8	1	0	1	1	3
Deslizamento de Terra	26	0	1	5	15	5
Orientação Técnica	3	0	0	2	1	0
Desabamento Parcial	0	0	0	0	0	0
Infiltração	0	0	0	0	0	0
Árvore caída	0	0	0	0	0	0
Avaliação de Imóvel Alagado	0	0	0	0	0	0
Total	295	3	9	55	160	66

Fonte de Dados: Coordenadoria de Defesa Civil/ SSA (CODESAL, 2019)
Elaborado por: SANTOS, Thainan. 2019

Com base nos dados da Tabela da Figura 6, elaboramos o Gráfico da Figura 7 que mostra o percentual de riscos geológicos em relação as ocorrências dos desastres e a exposição da vida humana, como evidencia a Figura 9, as áreas de vulnerabilidade.

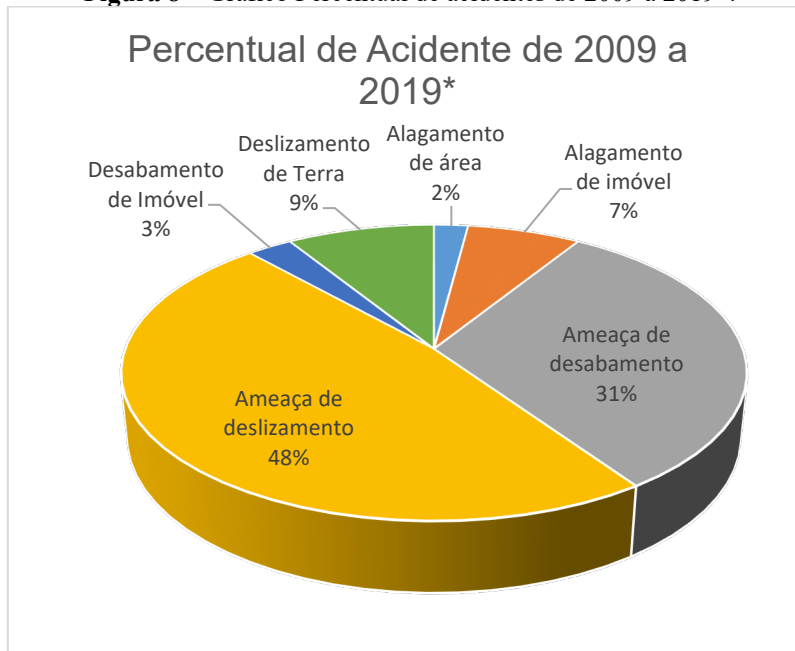
Figura 7 – Gráfico: Percentual de grau de risco das ocorrências.



Fonte: CODESAL, 2019.

A exemplo da Figura 7, cujo gráfico que representa as ocorrências classificadas por grau de riscos, na Figura 8 a seguir, o gráfico identificará também, por porcentagens as ocorrências que mais se repetiram nesse período de levantamento da área, sendo que alguns dos tipos de acidentes não tiveram ocorrência significativa, a Figura 10 mostra a distribuição espacial das ocorrências no bairro.

Figura 8 – Gráfico Percentual de acidentes de 2009 a 2019*.

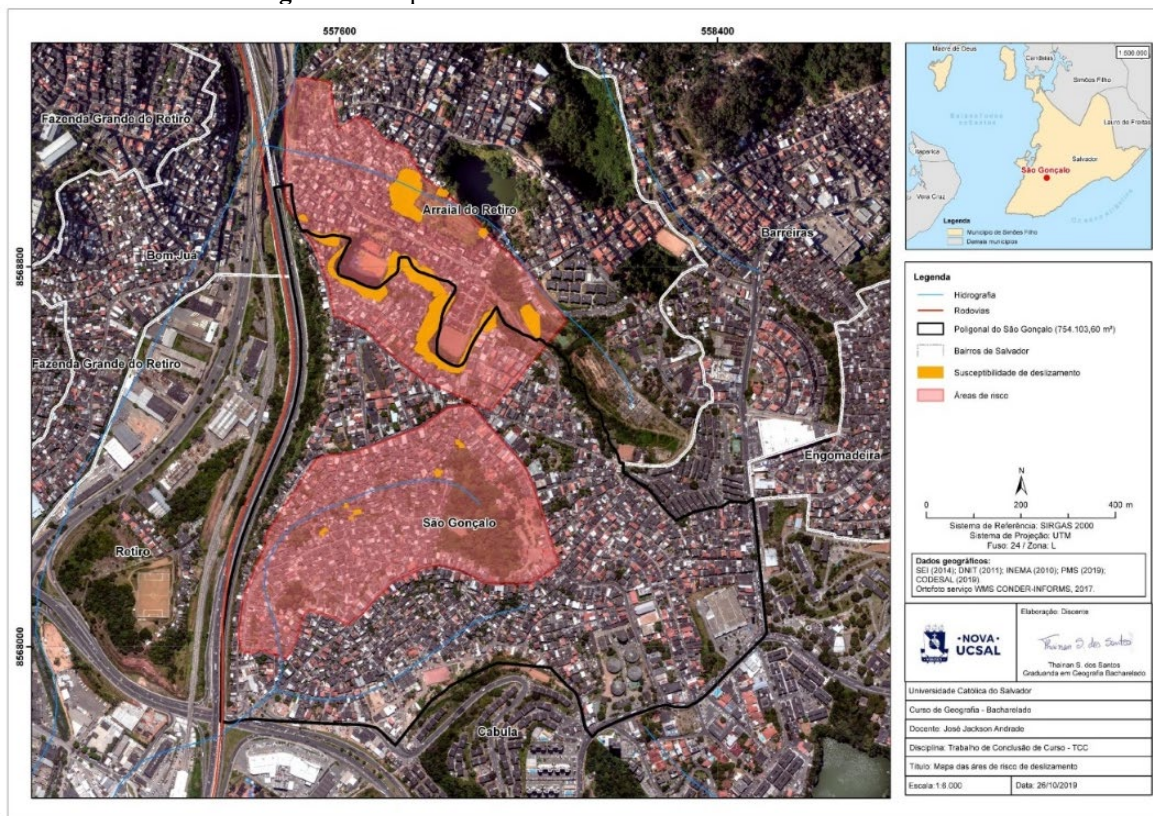


Fonte: CODESAL, 2019.

*Para 2013 não existe informação para esse universo de ocorrências.

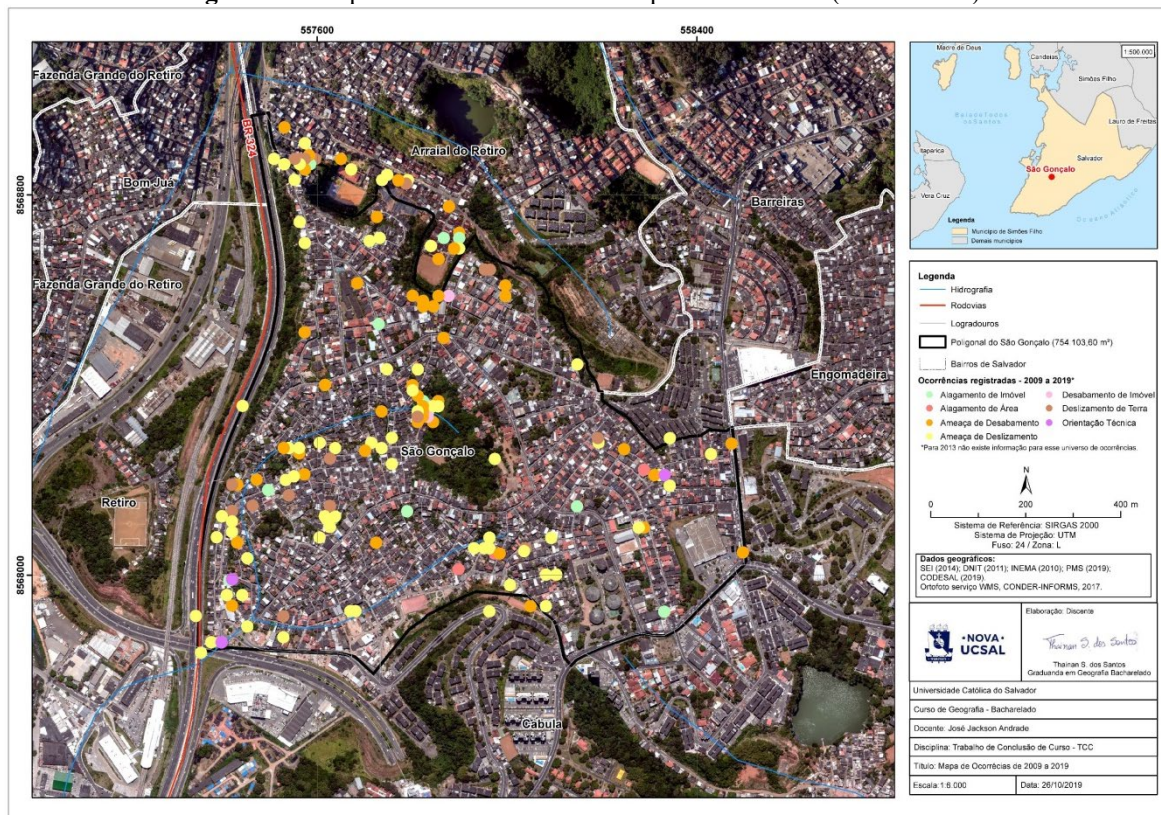
Os moradores locais também têm sua parcela de culpa pela situação em que se encontram, pois, alguns ainda continuam jogando lixo nas encostas o que potencializa os riscos, pois, muitas vezes vão parar nas canalizações de esgoto.

Figura 9 - Mapa de Riscos e Vulnerabilidade a vida humana.



Fonte: CODESAL, 2019.

Figura 10 - Mapa de ocorrências recebidas pela CODESAL (2009 a 2019)*.



Fonte: CODESAL, 2019.

*Para 2013 não existe informação para esse universo de ocorrências.

Muitos desses problemas ainda perduram, e continuam, sem que os órgãos públicos tomem providências, como pode ser visto na Figura 11.

Figura 11: Registro (A-D) de campo dias 24 e 25/10/2019, bairro São Gonçalo.



Fonte: SANTOS, Thainan, 2019.

Dando continuidade aos estudos feitos na área num segundo momento, em nova campanha de campo, foi aplicado questionário onde 45,83% dos entrevistados eram do sexo feminino e 54,17% do sexo masculino, sendo que a idade média aproximadamente nos dos sexos foi de 38 anos. Foram feitas perguntas sobre o cotidiano da comunidade e perguntas de foro particular, dentro de um questionário pré-estabelecido.

Na Figura 12, o quadro mostra os tipos de moradias, profissões dos moradores e o tempo de residência das pessoas em porcentagens. Quanto às moradias, apesar de ser uma área de instabilidades, e sem muito valor agregado, 100% das construções são de alvenaria e não houve registro de construções feitas de madeira ou “taipa ou pau a pique”.

Na questão profissional dos moradores dessas áreas, o que era de se esperar, é que uma grande parcela desses moradores estivesse atuando no mercado informal, mas o que se constatou foi o inverso; 54,17% dessa mão de obra, estão trabalhando na formalidade com profissões diversas, como – agente de portaria, operador de máquina roçadeira, auxiliar de carpinteiro, bombeiro hidráulico, vigia, manicure, doméstica, professora e estudantes. A porcentagem de 33,33% que corresponde aos autônomos, os quais, foram pessoas entrevistadas com idade superior a dezoito anos que ainda não tinham uma profissão formal e se declararam como tal. E na atual condição do país e foi um ponto de reclamação de muitos dos entrevistados 12,50% correspondem aos desempregados e os outros 12,50% correspondem aos estudantes e aposentado.

Quanto ao tempo de moradia, às pessoas têm um tempo significativo de residência; 79,17% dos moradores dizem ter mais de quinze anos, 12,50% com mais de dez anos e 8,33 com menos de quatro anos ou menos de residência no bairro.

Figura 12 – Quadro dos tipos de moradias, profissões e tempo de residência na área.

Tipos de moradias		Profissões		Tempo de residência local	
Alvenaria	100%	Autônomo	33,33%	Mais de quinze anos	79,17%
Barraco de madeira	0%	Desempregado	12,50%	Mais de dez anos	12,50%
Casa de taipa	0%	Outras profissões	54,17%	Quatro anos ou menos	8,33%
		Estudante/ Aposentado	12,50%		

Fonte: Pesquisa de campo. SANTOS, Thainan. 2019.

Na Figura 13 o quadro evidencia no caso em estudo que o nível escolar das pessoas está diretamente ligado a necessidade que as pessoas têm em trabalhar e ajudar no sustento das famílias levando-os a deixar a escola. Como esperado, o quadro indica que mais da metade da população; 58,33% do total cursou apenas o “ensino médio” enquanto, que 37,50% fizeram o “fundamental I e II” e, apenas 4,17% desse universo conseguiu concluir o ensino superior. No que tange a origem das famílias 33,33% dos moradores são advindos do interior e, apesar das dificuldades enfrentadas, 91,67% são proprietários dos imóveis que residem.

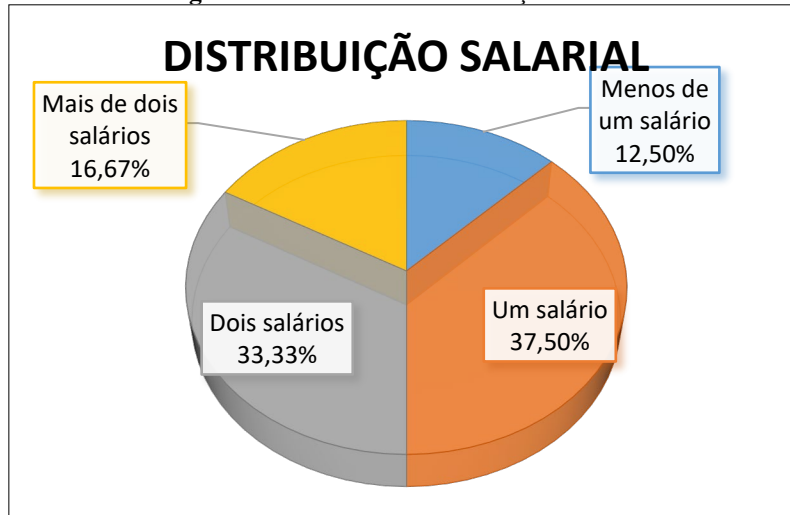
Figura 13 – Quadro da Escolaridade, origem da família e tipo de residência.

Escolaridade		Origem da família		Tipo de residência	
Nível fundamental 1 e 2	37,50%	Interior do Estado	33,33%	Própria	91,67%
Ensino médio	58,33%	Salvador	66,67%	Alugada	8,33%
Nível superior	4,17%				

Fonte: Pesquisa de campo. SANTOS, Thainan. 2019.

São Gonçalo, sendo um bairro constituído principalmente pela população de baixa renda, esperava-se famílias numerosas morando em uma mesma residência. No entanto, a média de pessoas por residência é de no mínimo 3 e no máximo 6 indivíduos. Quanto à renda das famílias, mesmo com 54,17% das pessoas trabalhando em situação legal, com registro em carteira, a renda mensal ainda é baixa, reflexo da baixa escolaridade da população. Neste universo, apenas 16,67% ganham mais de dois salários mínimos, 33,33% recebem dois salários mínimos, 37,50% vivem com um salário mínimo, 12,50% conseguem manter-se com menos de um salário mínimo, como pode ser visto no gráfico da Figura 14.

Figura 14 – Gráfico da Distribuição Salarial.



Fonte: Pesquisa de campo. SANTOS, Thainan. 2019.

RISCOS GEOLÓGICOS

Quando foi perguntado se alguma vez já passaram por situações de riscos geológicos (desabamentos e/ou desmoronamentos) onde moram, 20,83% dos entrevistados responderam que sim. Em sua maioria todos convivem com a encosta, contudo afirmam que os maiores riscos foram a 10 anos quando houve um grande deslizamento próximo a área da antiga Pedreira. Hoje com a ação da prefeitura com aplicação da geomanta e a conscientização da população os riscos diminuíram. Mas ainda há reclamações de infiltração nas encostas já “estabilizadas” e por algumas ainda estarem incompletas como ilustrado pela Figura 15.

Figura 15 - Encostas com contenção de geomanta (A e B).



Fonte: SANTOS, Thainan, 2019.

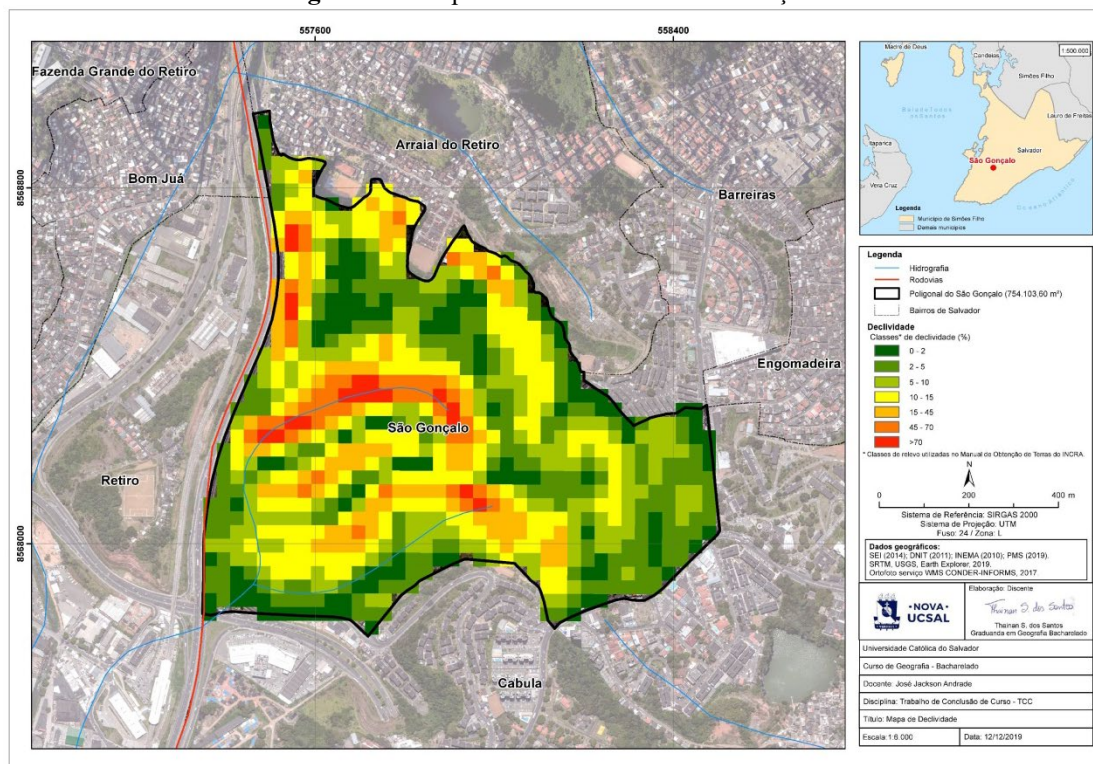
Como fora citado anteriormente sobre o descarte do lixo orgânico e o entulho produzido por restos de construções, a própria comunidade demonstrou ter consciência de não jogar na encosta e evidenciou-se que o carro coletor da Empresa de Limpeza Urbana de Salvador, (LIMPURB) consegue chegar em todas as ruas ou a população leva a rua mais próxima em que

ele passe, contudo ainda há o descarte de forma displicente, já que em algumas áreas ainda pode ser observado lixo na encosta.

Na pergunta final do questionário quando se fez necessário a opinião individual dos entrevistados sobre seu entendimento do que se tratava a palavra Impacto socioambiental, 66,67% relacionaram o impacto ao descarte irregular do lixo nas encostas apenas ou deram respostas mais completas. Os outros 33,33% não souberam responder ou afirmaram não existir Impacto socioambiental.

No geral a população entende o risco em morar em encostas ou próximo delas. O mapa abaixo evidencias as declividades da área estudada, confirmando os desníveis e a existência das encostas.

Figura 16 - Mapa de Declividade do São Gonçalo.



Elaborado por: SANTOS, Thainan. 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil, é um país de proporções continentais, apesar de não sofrer com desastres naturais como, vulcanismo, furacões ou tsunamis, por falta do planejamento e gestão adequada das áreas sofre com as enchentes seja pela falta de saneamento básico, má qualidade das obras de escoamento das águas ou principalmente pela falta de consciência e educação ambiental da população que ainda descarta grande parte do lixo de forma inadequada.

O mesmo ser um país de clima tropical e apresentar um grande volume de chuvas, nesta



espocas se vê o agravamento dessas enchentes e a ocorrências dos escorregamentos e deslizamentos de terras. Alguns autores e instituições apesar de em modo geral definirem o desastre de modo diferenciado, todas convergem numa só direção, que é quando os fenômenos causados pela natureza chegam a atingir regiões habitadas, vindo causar danos materiais e impactos socioambientais.


O São Gonçalo é fruto do crescimento acelerado da parte do “Miolo” de Salvador, seja com ocupações planejadas como os grandes condomínios e conjuntos habitacionais, seja pela ocupação espontânea das áreas de encostas e baixadas pela população mais pobre. A falta de planejamento e melhor distribuição de renda agravam as condições dessa população em áreas de risco, problema que poderia ser evitado se houvesse mais vontade política e gestão das áreas com maior adensamento populacional.

Enfim, as mudanças necessárias para o bairro do São Gonçalo a curto prazo, destacamos as necessidades de intervenções no âmbito local, as quais devem atender às reivindicações dos habitantes que, de acordo com nossas investigações, são principalmente os problemas do transporte, falta de postos de saúde e maior ofertas de emprego.

A médio prazo, apontamos para a necessidade urgente de realização e aplicação de planos detalhados, que contem com a participação da comunidade. Os referidos planos devem gerar melhores condições de vida para os habitantes da região, através das intervenções e dos investimentos em infraestrutura básica e serviços públicos, como uma extensão do projeto Operação Chuvas da Defesa Civil, com mais promoção a conscientização ambiental e instruções de como agir em momentos de risco, antes que aconteçam. Visto que a solução dos problemas socioambientais passa, sobretudo pela educação ambiental.

A longo prazo, apontamos a necessidade de realizar reformas estruturais na sociedade brasileira. Cientes que tais reformas exigirão ações profundas, contudo, consideramos que somente uma melhor distribuição de renda reduzindo o nível de pobreza presente em nossas cidades pode, efetivamente, trazer efeitos positivos no que tange à melhoria da qualidade de vida em nosso país. A pobreza é a causa principal da maioria dos problemas sociais, entre os quais ressaltamos o da segregação residencial.

Com este trabalho espera-se que seja ampliada a discussão sobre a qualidade e dignidade de vida da população em situação de risco. Fomentando maiores estudos para atuação dos gestores públicos, técnicos, engenheiros nas áreas de planejamento e gestão do espaço urbano. Bem como no maior entendimento da população, para que participem mais das tomadas de



decisões e proponham maiores ações preventivas ou mitigadores para redução dos desastres como o ocorrido no dia 04/10/2019 no bairro de Fazenda Grande do Retiro após a chuva forte que atingia Salvador desde o dia 02/10/2019.

REFERÊNCIAS

Alameddine, N. Proposição de um sistema georeferenciado como instrumento para a gestão de risco: aplicação a partir do Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) de Taboão da Serra, SP; São Paulo, 2009, p.130p.

Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (ABMS). Biblioteca Virtual. ANAIS Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas (COBRAE). Plano Diretor de Encostas do Município de Salvador: relatório síntese. Salvador-BA, 2005. Disponível em: <<http://www.abms.com.br/anais-cobrae/>>. Acesso em 06/10/2019.

Bao, R.; Giudice, D. S. Análise da distribuição pluviométrica na cidade de Salvador e seus impactos ambientais: o caso dos deslizamentos em São Caetano no período de 2007 a 2012. Revista Geografar - Curitiba, v.9, n.1, p.180-199, jun./2014.

Faissol, S.; Moreira, L.L.; Ferreira, M.L. O processo de urbanização brasileiro: uma contribuição à formação de uma política de desenvolvimento urbano/regional. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, ano 40, n.2, p.1-160, abr./jun. 1987.

CONDER-Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia - Sistema de Informações Geográficas Urbanas do Estado da Bahia – INFORMS. Painel de Informações Dados Socioeconômicos do Município de Salvador por Bairros e Prefeituras-Bairro. 5ª ed. Salvador: CONDER/INFORMS, 2016. Disponível em: <http://www.informs.conder.ba.gov.br/wp-content/uploads/2016/10/1_INFORMS_Painel_de_Informacoes_2016.pdf>. Acesso em 06/11/2019.


CORRÊA, R. L. O Espaço Urbano. São Paulo: Editora Ática, 1989.

FERNANDES, Rosali Braga. Processos Recentes de Urbanização/Segregação em Salvador: O Miolo, Região Popular e estratégica da Cidade. Revista Bibliográfica de Geografia Y Ciências Sociais. Salvador. UEFS, UNEB, UCSAL, UB, 2004. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/b3w-523.htm>>. Acesso em 06/10/2019.

G1 Globo notícias. Encosta desmorona e casas condenadas por rachaduras desabam em Salvador. <<https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2019/10/04/encosta-desmorona-e-casas-condenadas-por-rachaduras-desabam-em-salvador.ghtml>>. Acesso em 04/10/2019.

Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Estações Automáticas. Gráficos. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em 06/10/2019.

O Caminho das Águas em Salvador: Bacias Hidrográficas, Bairros e Fontes / Elisabete Santos, José Antônio Gomes de Pinho, Luiz Roberto Santos Moraes, Tânia Fischer, organizadores. –



Salvador: CIAGS/UFBA; SEMA, 2010. 486p. :il.; .- (Coleção Gestão Social). Disponível em: <<http://www.meioambiente.ba.gov.br/arquivos/File/Publicacoes/Livros/caminhodasaguas.pdf>>. Acesso em 06/11/2019.

Oliveira, C, G. de. Giudice, D. S. Impactos socioambientais em áreas de ocupação espontânea o exemplo de vila canária – Salvador-BA. Revista Tocantinense de Geografia, Araguaína (TO), Ano 06, n.0 09, jan./abr. de 2017.

Rosa Filho, A.; Cortez, A.T.C. A problemática socioambiental da ocupação urbana em áreas de risco de deslizamento da “Suíça Brasileira”. Revista Brasileira de Geografia Física 03 (2010) p. 33-40.

SALVADOR (BA). Prefeitura. Plano de Contingência – Operação Chuva. Elaborado pela secretaria municipal de infraestrutura e defesa civil – SINDEC. Salvador: PMS, 2009 a 2019.

Santos, D. A. C. Análise espaço-temporal das ocorrências de deslizamentos de terra registradas, entre jan/2009 a dez/2013, na área do “miolo” da cidade de Salvador - Bahia. Salvador, 2014.

Schlee, M. B. PAISAGEM E AMBIENTE: ENSAIOS - N. 32 - SÃO PAULO - P. 33 - 66 - 2013.

Universidade Estadual Paulista (Unesp). Riscos Geológicos - Estudo dos Processos Naturais no Brasil. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/riscos/risco11a.html>>. Acesso em: 07 dez. 2019.



CAPÍTULO 17

QUALIDADE DE ÁGUA COMO INDICADOR DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO EXTREMO SUL DA BAHIA: ESTUDO DE CASO DO RIO ITANHÉM

DOI: 10.47402/ed.ep.c202296017115

Giovanna França Bispo da Gama
João Batista Lopes da Silva
Joanna Maria da Cunha de Oliveira Santos Neves
Bruna Gabriela Nico Pereira Herculano
Allison Gonçalves Silva

RESUMO

Neste trabalho objetivou-se analisar o grau de influência do uso e ocupação do solo com a hidroquímica do rio Itanhém, extremo sul da Bahia. Para estabelecer a relação entre qualidade de água e uso de solo na bacia, foram utilizados dados do Ponto PIJ-ALB-900 de monitoramento do INEMA (Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia) e mapas de uso e ocupação do solo do Mapbiomas entre 1985 e 2017. Na região são registradas influências antrópicas desde 1985, tais como áreas de pastagens, florestas plantadas e agricultura. Em termos de proporção de uso da terra, as classes de uso do solo demonstraram poucas alterações entre si. Em outra via, o nível de nutrientes e clorofila-a, quantificado pelo Índice de Estado Trófico no ponto da foz da bacia hidrográfica do rio Itanhém, especialmente no ano de 2017, chama atenção por elevar o índice de mesotrófico para eutrófico.

PALAVRAS-CHAVE: MapBiomass, IQA, Extremo Sul da Bahia.

INTRODUÇÃO

Uma das atividades econômicas de maior importância na região extremo sul da Bahia, a qual abrange grande parte da bacia do rio Itanhém é a agricultura, com destaque também para o cultivo do eucalipto, que em conjunto com a pecuária foi premissa para aberturas de grandes áreas de mata atlântica da região para a implantação destas atividades (Almeida et al., 2008). As grandes propriedades da região são de agricultura irrigada, como melancia, mamão, maracujá, abóbora e café. Todas estas culturas mencionadas, apresentam grande importância social e econômica para a região e demandam grandes quantidades de água, devido a sua alta taxa evapotranspirométrica, necessitando assim de constante irrigação.

Em várias bacias hidrográficas no Brasil têm ocorrido mudanças no uso do solo com redução da vegetação nativa para plantios agrícolas, agroflorestais e florestais, tais mudanças são motivo de alerta, pois a dinâmica e manejo da vegetação afetam o regime hídrico local, podendo interferir tanto na sua manutenção quanto na sua distribuição no planeta (Vieira, 2000). Esta relação entre uso e ocupação do solo e a qualidade da água é de suma importância para o estabelecimento de medidas visando o desenvolvimento sustentável, subsidiando as



ações dos órgãos responsáveis pela gestão de recursos hídricos (Farley et al., 2005), pois estas ações antrópicas, como a agricultura, têm gerado grandes impactos nas paisagens através do intenso processo de substituição das áreas naturais por diversos tipos de uso do solo e da fragmentação das áreas com cobertura florestal (Matsushita et al., 2006).

Segundo Rocha (2010), a utilização da água do lençol freático para abastecimento e irrigação, além da construção de grandes barramentos para abastecimento e principalmente para geração de energia, somados promovem alterações de grande magnitude no ciclo hidrológico e regime hidrológico dos rios. Bittencourt (2009) destaca alguns dos impactos causados pelas atividades agrícolas, como alterações na vazão, qualidade do solo e da química da água. Ao verificar a influência do uso e ocupação do solo sobre os recursos hídricos do córrego Três Barras, município de Marinópolis, SP, Vanzela et al. (2010) perceberam que as áreas habitadas, agricultadas e as matas degradadas, reduziram a disponibilidade e alteraram significativamente a biogeoquímica fluvial, enquanto as áreas ocupadas por matas e pastagens (com menor intensidade) favoreceram a disponibilidade e a qualidade da água da mesma.

Observado a alta demanda de água na região a qual a bacia do rio Itanhém se encontra, critérios de uso devem ser adotados para evitar conflitos entre usuários e assegurar a disponibilidade em quantidade e qualidade deste recurso. Em vista disso, a Lei 9.433/97 estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a qual coloca instrumentos como a outorga de direito de uso, objetivando tais fins.

Tendo em vista democratizar o uso da água a todos os usuários da bacia hidrográfica do rio Itanhém e demais bacias da região (Peruípe e Jucuruçu), foi instituído o comitê de bacias dos rios Perúipe, Itanhém e Jucuruçu, em 2009 pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH), por meio da resolução 63/2009 (Bahia, 2009). O comitê encontra-se lotado dentro da Unidade de Gestão dos Recursos Hídricos de “Mucuri-Itanhém-Buranhém Extremo Sul da Bahia” (Brasil, 2010). Este comitê, como todos os comitês de bacias hidrográficas no Brasil, tem por finalidade assegurar o acesso da água à todos da bacia, evitando conflitos de uso. Contudo, para cumprir com o objetivo, se faz necessário ao comitê da bacia hidrográfica estar a par de informações hidrológicas suficientes para gerir os recursos hídricos da referida bacia hidrográfica.

Para isto, análises estatísticas de séries temporais são umas das mais importantes ferramentas em hidrologia, sendo usadas na construção de modelos matemáticos para geração de séries hidrológicas sintéticas, na previsão de eventos hidrológicos, na detecção de mudanças

e tendências em registros hidrológicos, no preenchimento de dados e na extensão de registros (Almeida, 2009). A análise do comportamento hidrológico resultante de alterações no uso dos solos ou modificações destes é de grande importância para o gerenciamento adequado dos recursos hídricos, sobretudo para a determinação de disponibilidade hídricas atuais e futuras (Latuf, 2007).

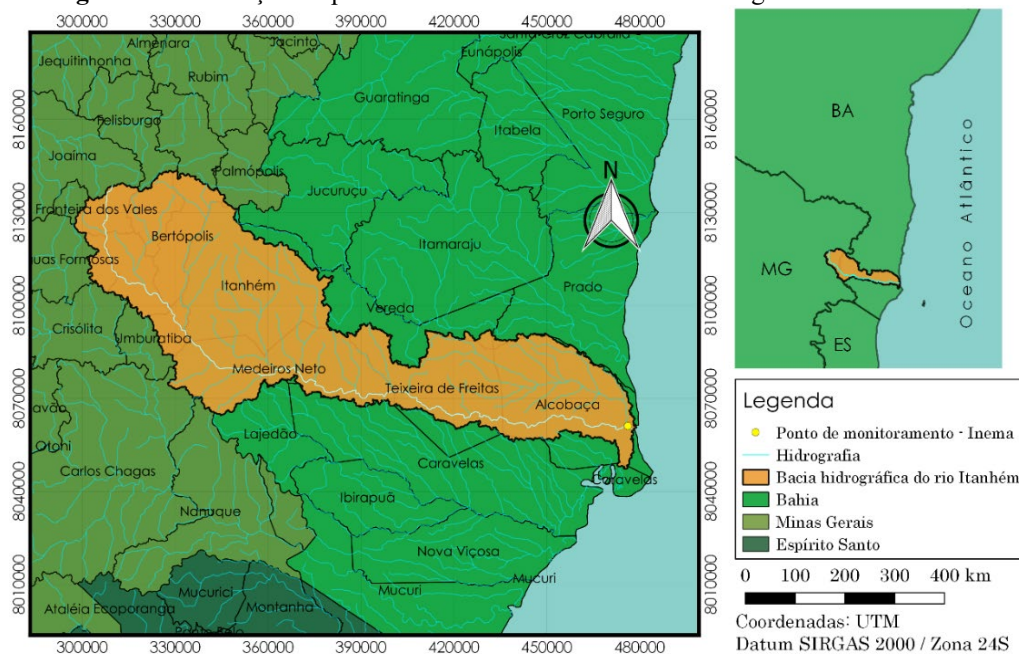
Desta forma, objetivou-se neste trabalho analisar a influência do uso e ocupação do solo sobre a biogeoquímica fluvial na bacia hidrográfica do rio Itanhém.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área

A área de estudo foi a bacia hidrográfica do rio Itanhém, a montante da estação de monitoramento de qualidade da água PIJ-ALB-900 (Inema, 2019), com área de drenagem de 5.042,43 km². A estação de monitoramento, PIJ-ALB-900 está localizada nas coordenadas geográficas, latitude 17,53° S e longitude 39,22° O, sob a ponte da rodovia estadual BA 001 à 2,4 km, no sentido sul do entroncamento que dá acesso à cidade de Alcobaça-BA (Figura 1). A bacia hidrográfica do rio Itanhém está inserida na Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) dos rios Peruípe, Itanhém e Jucuruçu, localizada em maior parte no extremo sul Baiano. O clima da região é tropical, quente e úmido com cobertura vegetal de floresta, ou seja, as temperaturas médias mensais são superiores a 18°C e não há um só mês com índice pluviométrico médio inferior a 60 mm.

Figura 1. Localização do ponto de monitoramento na bacia hidrográfica do rio Itanhém.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020



Qualidade de água

Os dados de biogeoquímica fluvial foram obtidos no sítio eletrônico do Inema, no Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos, Programa de Monitoramento (Inema, 2018). O intervalo da série de dados de qualidade de água disponíveis foi entre 2013 e 2018 com média de 3 campanhas em cada ano. Nesse trabalho foram analisados 25 parâmetros biogeoquímicos, são eles: saturação de oxigênio dissolvido; alcalinidade total; cloreto; clorofila-a; coliformes termotolerantes; condutividade; Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅ dias, 20°C); Demanda Química de Oxigênio (DQO); nitrogênio total; nitrato; amônia; oxigênio dissolvido (OD); ortofosfato dissolvido; fósforo total; potencial hidrogeniônico (pH); salinidade; Sólidos em Suspensão (SS); Sólidos Totais (ST); Sólidos Totais Dissolvidos (STD); temperatura do ar; turbidez (NTU); Índice de Estado Trófico (IET); e Índice de Qualidade da Água (IQA).

Uso e ocupação do solo

Os dados sobre o uso e ocupação do solo foram obtidos no site do Projeto MapBiomias, com imagens gratuitas no formato *raster* de cada um dos biomas brasileiros. Na imagem importada do MapBiomias, bioma Mata Atlântica, cada uma das bandas é o mapeamento de determinado ano (1985-2017). A resolução das imagens do MapBiomias, no formato matricial, é de 30 m. Cada valor de célula da imagem representa uma classe, a identificação dessa classe foi dada pela legenda cedida pelo próprio Mapbiomas. As classes identificadas no mapeamento em cada ano foram a formação florestal, floresta plantada, formação savânica, mangue, apicum, pastagem, agricultura, aquicultura, mineração, infraestrutura urbana e outra área não-vegetada (MapBiomias, 2018).

O processamento das imagens ocorreu por meio do software QGIS 2.18, sendo as imagens reprojatadas para o sistema de coordenadas planas, UTM 24S. Logo após, foi realizado o recorte da área de interesse, a bacia do rio Itanhém, e calculado as áreas das classes por meio da ferramenta de estatísticas *r.report* do QGIS, a qual realiza a leitura dos valores de pixels, que ao fim, gera um relatório de estatística de área com os intervalos de pixel para cada classe.

Visando facilitar a análise para os dados de uso e ocupação do solo, fez-se o agrupamento de algumas classes, assim concebeu-se a seguinte estruturação nas classes de cobertura: formação florestal adotada como vegetação nativa; floresta plantada, pastagem e agricultura, compreendendo a área antropizada; união da classe mangue com apicum; e a classe ‘outra área não vegetada’, foi interpretada como sem vegetação.



Correlação entre qualidade de água e uso e ocupação do solo

A correlação entre a qualidade da água e uso e ocupação do solo consiste na análise qualitativa (por imagens) e quantitativa (estatística descritiva e correlação simples), a partir dos parâmetros biogeoquímicos da água e das imagens de uso e ocupação do solo, sendo analisados os anos coincidentes com os dados de uso e ocupação do solo juntamente com os dados de qualidade da água, referindo-se ao período de 2013 a 2017.

De maneira concisa, a primeira análise identificou quais variáveis seguem a distribuição normal ao nível de 5% de probabilidade no teste de Shapiro-Wilk (W), para determinar se a correlação para cada conjunto de dados foi paramétrica ou não paramétrica (Torman et al., 2012). Sendo assim, todas as variáveis que apresentaram valores maiores que 5% ($P > 0,05$) assumiu-se a distribuição normal, utilizando a correlação de Pearson, enquanto para as variáveis que apresentaram valor menor que 5% ($P < 0,05$) a análise seguinte foi a não-paramétrica, submetidas posteriormente a correlação de Spearman (ρ). Todas as análises estatísticas foram realizadas através de um algoritmo desenvolvido no software *SAS University Edition*, com o procedimento *procmeans*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualidade de água

De maneira geral, a qualidade química da água pode ser avaliada pelo seu conteúdo orgânico, autóctone ou alóctone, pela sua força iônica, pelas concentrações de gases dissolvidos, pela existência de nutrientes relacionados com a produtividade primária, pela presença de micronutrientes e metais traços, pela presença ou ausência de compostos orgânicos sintéticos, como defensivos agrícolas, solventes, aromáticos poli nucleados, modificadores de tensão superficial, etc., e pelo seu conteúdo radioativo. Em observância a resolução CONAMA 357/2005 – a qual dispõe acerca da classificação dos corpos de água e ainda estabelece o padrão para qualidade da água e lançamento de efluentes – os Sólidos Totais Dissolvidos (STD) extrapolaram o limite de 500 mg L^{-1} , que é preconizado em corpos hídricos de água doce de classe 2, nos 3 últimos anos, o que demonstra a consequência do aumento do processo erosivo em razão da alteração do uso e ocupação do solo. Os coliformes termotolerantes também ultrapassaram o limite de $1.000 \text{ NMP } 100 \text{ mL}^{-1}$ em 2016, entretanto, nos demais anos os valores não ultrapassaram o legislado. O cloreto, indicador de impacto antrópico, apresentou índice diferente do aceitável nos anos de 2016 e 2018, máximo de 250 mg L^{-1} . Fosforo total também apresentou valores superiores ao legislado entre 2015 e 2018, indicando influência de esgoto

doméstico no ponto de monitoramento. Os demais parâmetros estão de acordo com a resolução (Tabela 1).

Considerando o Relatório Anual de Qualidade das Águas do estado da Bahia, desenvolvido pelo Programa Monitora (Inema, 2015), o nível do Índice de Qualidade de Água do ponto de monitoramento estudado é classificado como bom, por se manter no intervalo de $64,5 \leq IQA \leq 74,67$.

O cálculo do IET leva em consideração a concentração de nutrientes na água, como por exemplo o nível de fósforo e a clorofila-a que por sua vez, permite acompanhar o crescimento das algas para assim determinar, o grau de eutrofização que o sistema fluvial se encontra. Em vista disso, os valores do IET no período do estudo, se enquadram na classe Mesotrófico, em quase todos os anos, com exceção do ano de 2017, que apresentou um índice mais elevado (Tabela 1), chegando a ser classificado como Eutrófico, o que confere um aumento na produtividade primária de plantas aquáticas, de plâncton, com baixos níveis de oxigênio dissolvidos, culminando na redução da transparência da água, com aumento da Turbidez, caracterizando assim, o nível médio de eutrofização.

Tabela 1. Dados de qualidade de água entre 2013 e 2018, no ponto de monitoramento do INEMA, PIJ-ALB-900, em que, valores em destaque (caixa cinza) estão divergentes da resolução CONAMA 357/2005

Variáveis	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Saturação de Oxigênio Dissolvido (%)				56,50	76,10	69,30
Alcalinidade total (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	27,10	24,77	21,20	43,00	40,38	24,65
Cloreto (mg L ⁻¹)				1491,38	243,03	374,00
Clorofila-a (µg L ⁻¹)	3,39	2,87	1,85	5,93	9,76	4,78
Coliforme termotolerantes (NMP 100 mL ⁻¹)	84,33	546,67	300,00	1402,50	254,50	380,00
Condutividade (µS/cm)	441,63	454,33	308,25	4568,23	1105,58	1464,90
Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg L ⁻¹)	2,00	2,33	3,00	2,00	2,00	2,00
Demanda Química de Oxigênio (mg O ₂ L ⁻¹)	22,07	20,00	26,20	29,77	31,18	71,75
Índice do Estado Trófico	56,00	54,67	54,00	57,75	62,25	59,50
Índice de Qualidade da Água	74,67	70,00	67,00	64,50	68,25	67,50
Nitrogênio Total (mg L ⁻¹)	1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00
Nitrato (mg L ⁻¹)	0,17	0,17	0,30	0,46	0,18	0,12
Amônia N-NH ₃ (mg L ⁻¹)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Oxigênio Dissolvido (mg L ⁻¹)	6,04	6,26	5,53	5,91	6,25	6,13
Ortofosfato dissolvido (mg L ⁻¹)				0,04	0,02	
Fósforo Total (mg L ⁻¹)	0,03	0,04	0,08	0,09	0,09	0,07
Potencial Hidrogeniônico (pH)	6,80	6,35	6,43	6,44	6,65	7,07
Salinidade (%)	0,33	0,30	0,20	2,80	0,58	0,80
Sólidos em suspensão (mg L ⁻¹)	20,00	20,00	22,00	50,00	58,50	50,00
Sólidos totais (mg L ⁻¹)	272,67	282,67	209,00	3018,00	672,50	874,00
Sólidos Totais Dissolvidos (mg L ⁻¹)	160,67	256,00	175,00	2720,50	618,00	825,00

Temperatura (°C)	27,43	27,23	28,05	27,43	27,25	25,70
Temperatura do ar (°C)				29,33	29,00	27,50
Turbidez (UNT)	13,20	7,80	29,75	11,08	28,98	20,00

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

As concentrações de oxigênio dissolvido estão dentro do enquadramento legal, estando a partir de 5 mg L⁻¹. No entanto em 2015, o nível registrado foi próximo ao limite estipulado pela resolução. Esse fato pode ser justificado em virtude do acúmulo de matéria orgânica oriunda dos lançamentos a montante despejados ao longo do curso d'água, que não foram completamente neutralizados durante o processo de autodepuração, devido, dentre outros fatores, a baixa velocidade das águas. Essa mesma ocorrência também foi verificada por Nogueira (2015).

O trecho avaliado pela INEMA indica que nos anos de 2015 até 2018, encontra-se com maior produtividade de nutriente, indicado pelo fósforo total, estão associados à maior proporção de áreas ocupadas pela agricultura e urbanização e à elevada densidade populacional (Torres et al., 2016; Medeiros et al., 2017; Queiroz et al., 2017; Sousa et al., 2017). Considerando as águas do ponto de monitoramento como de ambientes lóticos, os níveis de fósforo total demonstraram ser altos na maioria dos anos, entre 2015 e 2018.

Uso e ocupação do solo

Os resultados obtidos na análise de uso e ocupação do solo denotam classes com pequenas áreas nas imagens de recorte da bacia, como exemplo disso, tem-se a classe de infraestrutura urbana, que possui poucos focos de pixels concentrados em determinada região e tem como característica ser pontual, sendo de grande impacto para a qualidade da água dos rios, visto o despejo de esgotamento sanitário. Outro ponto a ser considerado, é que a classe 'outra área não vegetada' são possíveis áreas de corpos hídricos, com rios, lagos e represas (Tabela 2).

Como se nota, as maiores áreas de uso do solo da bacia, diz respeito as áreas de pastagem, a qual somadas as áreas de floresta plantada e agricultura nos levam a concluir que a área da bacia demonstra predominância em áreas antropizadas desde 1985, o que denota bastante interferência de ações humanas, afetando de forma direta e indireta a qualidade dos recursos hídricos locais, como pode-se constatar o fato de alguns parâmetros de qualidade de água estarem acima do legislado – cloreto, coliformes termotolerantes, fósforo total e sólidos totais dissolvidos (Tabela 1).

As atividades de mineração e aquicultura surgiram em menor proporção, a aquicultura começou a ser contabilizada em 2006 e a mineração em 1994 e ainda assim, com o decorrer do tempo, o uso do solo com esta finalidade se manteve reduzindo gradativamente.

Ao analisar as alterações no uso e ocupação do solo em um espaço-tempo de dez anos, observa-se que o uso que passou por mais modificação diz respeito a classe da formação florestal, a qual entre 1985 e 1995 reduziu 368 km² de área, a formação savânica também sofre redução de 10 km² e simultaneamente, percebe-se que nas áreas antropizadas (Floresta Plantada + Pastagem + Agricultura) são acrescidas com mais 381 km² de área (Tabela 2). No intervalo seguinte, de 1995 a 2005, percebe-se que em menor escala, o inverso acontecendo, houve redução de 33 km² de área antropizada, ao passo que a formação florestal desenvolveu mais 28 km² de área. Entre 2005 e 2015, novamente a redução de áreas ficou por parte das áreas com maior interferência humana, com valor um pouco maior, foi reduzido 77 km² das áreas antropizadas, enquanto, que o acréscimo de 71 km² ocorreu em áreas de formação florestal. No último intervalo de anos analisado, os resultados demonstraram que de 2015 a 2017, passados apenas 3 anos, o comportamento de uso do solo se mantém, onde as áreas de maior interferência humana, seja por pastagem, agricultura ou cultivos diversos, sofre redução de 72 km², em consoante a isso, a vegetação nativa desenvolveu mais 77 km² de área. Por fim, no balanço entre 1985 e 2017, a área antropizada foi a que demonstrou ganho de 199,24 km² em paralelo à redução de 189,74 km² das formações florestais, a infraestrutura urbana se desenvolveu em torno de 5,80 km², enquanto que ‘outra área não vegetal’ reduziu 5,73 km².

Tabela 2. Dados de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Itanhém entre 1985 e 2017, em km²

	Formação florestal (Nativa)	Floresta Plantada + Pastagem + Agricultura	Formação savânica	Mangue + Apicum	Infraestrutura urbana	Outra área não vegetada	Aquicultura	Mineração
1985	1189,25	5155,78	12,11	3,98	7,63	13,34	0,00	0,00
1986	1102,83	5251,23	0,74	3,31	8,05	15,96	0,00	0,00
1987	955,93	5403,73	0,48	3,12	7,80	11,04	0,00	0,00
1988	858,77	5496,64	1,15	2,64	8,41	14,52	0,00	0,00
1989	811,23	5545,62	0,26	2,75	8,33	13,94	0,00	0,00
1990	775,08	5580,26	1,23	2,76	8,28	14,48	2,13	0,60
1991	689,23	5672,22	0,19	3,12	8,55	8,79	0,00	0,00
1992	737,78	5625,80	0,12	3,25	8,10	7,08	0,00	0,00
1993	784,19	5572,58	0,28	3,29	8,31	13,47	0,00	0,00
1994	761,94	5598,75	0,83	3,60	8,35	8,65	0,00	0,51
1995	821,09	5537,52	1,24	3,82	8,12	10,31	0,00	1,20
1996	779,56	5580,35	1,74	3,31	8,93	8,20	1,11	3,16
1997	737,51	5623,26	0,60	3,52	9,22	7,97	1,71	3,85
1998	736,30	5616,27	2,51	3,26	8,69	14,87	0,17	0,06

1999	699,16	5660,40	0,92	3,39	8,47	9,59	0,17	0,04
2000	678,78	5677,27	1,85	3,73	8,76	11,70	0,01	0,02
2001	708,37	5648,90	0,19	3,03	10,28	11,26	0,03	0,07
2002	740,23	5618,82	0,80	2,89	10,49	8,81	0,03	0,06
2003	807,14	5555,87	0,14	3,17	8,75	6,88	0,08	0,09
2004	823,30	5528,12	1,12	4,64	10,75	14,13	0,03	0,03
2005	850,00	5504,43	0,37	4,31	10,38	12,59	0,02	0,03
2006	843,01	5512,83	1,13	4,31	10,57	10,27	0,00	0,03
2007	866,99	5488,73	0,68	4,41	11,05	10,25	0,00	0,03
2008	937,43	5417,68	0,71	3,78	10,68	11,85	0,00	0,02
2009	992,01	5365,41	0,30	4,15	11,66	8,54	0,03	0,03
2010	1030,90	5314,06	0,30	4,51	12,27	20,06	0,02	0,02
2011	1009,48	5345,78	1,03	3,36	12,82	9,61	0,03	0,05
2012	990,49	5371,20	0,60	3,22	11,66	4,85	0,03	0,09
2013	962,97	5382,47	0,16	4,08	11,90	20,39	0,09	0,08
2014	924,48	5421,45	0,36	4,10	12,83	18,82	0,10	0,01
2015	921,77	5427,20	0,19	3,56	13,58	15,71	0,11	0,03
2016	952,75	5388,44	10,84	3,84	12,45	13,49	0,20	0,10
2017	999,51	5355,02	2,13	4,06	13,43	7,61	0,27	0,08

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

É certo que cada classe possui uma espacialidade própria e as alterações em termos numéricos muitas vezes não são suficientes para entender a dinâmica da paisagem local. Em meados de 1985, a formação florestal estava concentrada na região leste e ao sudeste da bacia, em anos posteriores, observa-se a redução desta classe na região leste, sendo substituída por floresta plantada que de acordo com o MapBiomas, possui fins comerciais. Analisando os mapas dos anos 1995 e 2000, nota-se a acentuada redução da floresta plantada e no mapa seguinte, em 2010, se ver a recuperação destas áreas. Este fato pode ser explicado devido a sazonalidade de determinadas culturas comerciais, como por exemplo, o eucalipto. A mancha da “cultura anual e perene” aparece somente nos 2 últimos anos, mais ao sul da bacia, nas proximidades do município de Medeiros Neto.

Correlação entre qualidade de água e uso e ocupação do solo

O parâmetro nitrogênio-amônia, demonstrou valores inalterados, mas dentro de 2013 a 2018, não podendo ser considerado na análise de correlação (Tabela 1). Outros parâmetros como a saturação de oxigênio dissolvido, cloreto, ortofosfato dissolvido e a temperatura do ar, não demonstraram consistência por não apresentar frequência em todos os anos do período estudado, por essa razão, também não foram consideradas na análise de correlação.

A análise de correlação foi realizada entre variáveis de qualidade da água e uso e ocupação do solo, somando ao todo, vinte e sete variáveis estudadas, das quais dezenove



seguiram correlação simples, enquanto, que oito seguiram correlação não-paramétrica. Os resultados mostram que foram oito as correlações positivas perfeitas e sete variáveis não demonstraram significância ao nível de 5% de correlação com nenhuma outra variável (Tabela 3).

A área antropizada aumentando implica ainda na redução da clorofila-a no corpo hídrico, já que a correlação entre elas apresentou ser negativa forte. Da mesma maneira, com a expansão da área antropizada, tem-se a redução do Índice do Estado Trófico da água, ao passo que a Demanda Bioquímica de Oxigênio sofre influência positiva, ou seja, aumenta.

A área de Mangue apresentou maior correlação com o oxigênio dissolvido (Tabela 3), enquanto, que o contrário aconteceu com a temperatura, pois estando os corpos de água distantes de áreas antropizadas, os níveis de oxigênio dissolvidos observados são maiores devido a menor atividade humana. Porém, a presença de mangue ocorre devido a maior incidência de matéria orgânica e com isso ocorre a redução de OD, desta forma as áreas de mangue podem não influenciado o estado de qualidade da água no ponto monitorado. Como afirma Tundisi (2008), a decomposição de matéria orgânica por atividades microbianas é uma das causas mais importantes de perda de oxigênio dissolvido, isso se dá muito provavelmente devido a contribuições de esgotos domésticos e que a fotossíntese da vegetação submersa também exerce grande influência na variação diurna do teor de oxigênio dissolvido (Silva et al., 2008).

Em outra via, a cobertura do solo, a exemplo das áreas de mangue, apresenta certa influência no comportamento da temperatura, pois temos menores temperaturas em áreas com maior cobertura vegetal, considerando ainda que com uma vegetação mais densa, torna-se menor a incidência dos raios solares no corpo hídrico. Dessa forma, evidencia-se o importante papel das matas ciliares na atenuação das temperaturas no corpo de água.

O oxigênio dissolvido expressou correlação negativa a temperatura, pois à medida que a temperatura aumenta, a volatilização de gases na água é facilitada, conferindo assim, menor concentração de oxigênio dissolvido no ponto de coleta. Dessa maneira, também aponta Nogueira (2015, p. 37) “Estando saturada a concentração de OD, a diminuição da temperatura da água faz com que diminua a volatilização dos gases de oxigênio contidos na água elevando, portanto, seus níveis.”

As áreas sem vegetação demonstraram comportamento contrário da aquicultura, a Demanda Química de Oxigênio e os sólidos em suspensão (correlação significativa e negativa



– Tabela 3), dado que, um solo desprotegido está mais propenso, ou ainda, vulnerável, a sofrer com as perdas em processos, como por erosão, processos tais que conduzem a lixiviação de sedimentos aos corpos de água, fazendo com que fiquem enriquecidos, prejudicando assim, tanto o solo, por empobrecimento mineral, como as águas, que a depender do grau, chega a provocar assoreamentos em rios, provocando transbordamentos e enchentes. Este processo também aumenta a turbidez dos corpos hídricos devido a presença de detritos orgânicos e inorgânicos (Esteves, 1998).

O uso da água com a finalidade de produção de animais aquáticos é denominado aquicultura. Apesar de possuir aspectos sociais e econômicos positivos, atividades deste tipo geram impactos na qualidade da água, pois geram efluentes que elevam a quantidade de fósforo e nitrogênio, aumentando assim a eutrofização deste ambiente, estimulando a produtividade primária (fitoplâncton) e consequentemente, o consumo de oxigênio dissolvido. A clorofila-a é uma importante variável nos ecossistemas aquáticos, sendo o principal pigmento responsável pelo processo de fotossíntese, sendo indicador do estado trófico dos ambientes aquáticos, pois é indicativo de biomassa de algas (Esteves, 1988; Carmouze, 1994). Assim concebido, explica-se a correlação da aquicultura com os níveis de clorofila-a, a Demanda Química de Oxigênio, o Índice do Estado Trófico e ainda com os sólidos em suspensão, terem ocorrido de forma proporcional.

Tabela 3. Matriz de correlação de Pearson e Spearman entre variáveis de biogeoquímica da água e uso e ocupação do solo da bacia do rio Itanhém

	Correlação simples de Pearson (r)																Correlação simples de Spearman (p)											
	Flor	Atrop	Mang	Uib	Sveg	Aqui	Mine	Aka	Cloro	Colif	DQO	IET	IQA	Nitro	OD	PT	pH	Temp	Turb	Sav	Cond	DBO	NT	Sal	SS	ST	STD	
Flor	1,00	-0,99*	0,49	-0,05	-0,66	0,77	0,75	0,71	0,90*	-0,16	0,60	0,94*	0,12	-0,21	0,51	0,29	0,70	-0,51	0,29	0,20	0,50	-0,89*	0,00	0,70	0,75	0,14	0,14	
Atrop		1,00	-0,51	0,17	0,61	-0,75	-0,82	-0,76	-0,89*	0,06	-0,59	-0,92*	-0,11	0,13	-0,51	-0,26	-0,71	0,55	-0,18	-0,20	-0,50	0,89*	0,00	-0,70	-0,75	-0,25	-0,24	
Mang			1,00	-0,47	0,07	0,13	0,14	0,24	0,38	-0,19	-0,30	0,39	0,59	-0,61	0,95*	-0,52	0,42	-0,93*	-0,49	-0,20	0,10	-0,22	-0,35	0,00	0,11	-0,14	-0,15	
Uib				1,00	-0,60	0,36	-0,35	-0,10	0,19	-0,18	0,41	0,17	-0,52	-0,03	-0,25	0,62	-0,42	0,38	0,78	0,10	-0,30	0,67	-0,35	-0,50	0,24	-0,26	-0,23	
Sveg					1,00	-0,96*	-0,49	-0,71	-0,87	-0,17	-0,91*	-0,85	0,59	-0,20	-0,14	-0,86	-0,02	0,14	-0,61	-0,80	-0,60	0,22	-0,35	-0,50	-0,91*	-0,32	-0,34	
Aqui						1,00	0,64	0,87	0,96*	0,27	0,89*	0,94*	-0,51	0,21	0,32	0,77	0,12	-0,36	0,40	0,80	0,60	-0,22	0,35	0,50	0,98*	0,45	0,47	
Mine							1,00	0,85	0,68	0,35	0,70	0,70	-0,17	0,41	0,10	0,42	0,54	-0,26	0,04	0,60	0,70	-0,78	0,71	0,90*	0,73	0,66	0,65	
Aka								1,00	0,86	0,58	0,77	0,82	-0,47	0,44	0,35	0,60	0,15	-0,51	-0,03	0,70	0,90*	-0,89*	0,71	1,00*	0,93*	0,77	0,78	
Cloro									1,00	0,13	0,76	0,99*	-0,27	0,01	0,52	0,56	0,32	-0,55	0,29	0,60	0,80	-0,89*	0,35	0,90*	0,94*	0,35	0,36	
Colif										1,00	0,34	0,04	-0,73	0,85	-0,08	0,44	-0,55	-0,13	-0,45	0,70	0,50	0,22	0,71	0,20	0,41	0,93*	0,94*	
DQO											1,00	0,75	-0,68	0,51	-0,15	0,93*	0,08	0,07	0,57	0,60	0,50	-0,45	0,35	0,60	0,90*	0,55	0,57	
IET												1,00	-0,19	-0,05	0,51	0,52	0,41	-0,53	0,33	0,60	0,80	-0,89*	0,35	0,90*	0,91*	0,29	0,29	
IQA													1,00	-0,79	0,36	-0,88	0,66	-0,25	-0,24	-0,70	-0,40	-0,11	-0,71	-0,30	-0,56	-0,66	-0,68	
Nitro														1,00	-0,55	0,62	-0,42	0,34	-0,08	0,62	0,36	0,00	0,73	0,36	0,35	0,86	0,86	
OD															1,00	-0,32	0,22	-0,97*	-0,40	0,10	0,30	-0,22	-0,35	0,10	0,27	-0,08	-0,07	
PT																1,00	-0,27	0,25	0,58	0,87	0,67	-0,23	0,54	0,56	0,78	0,54	0,55	
pH																	1,00	-0,20	0,17	-0,20	0,10	-0,78	0,00	0,50	0,10	-0,23	-0,25	
Temp																		1,00	0,53	-0,31	-0,46	0,23	0,18	-0,21	-0,36	-0,16	-0,17	
Turb																				1,00	-0,30	-0,50	0,22	-0,35	-0,30	0,29	-0,32	-0,31
Sav																					1,00	0,90*	-0,34	0,71	0,70	0,62	1,00*	1,00*
Cond																						1,00	-0,67	0,71	0,90*	0,62	1,00*	1,00*
DBO																							1,00	-0,40	-0,89*	-0,52	-0,42	-0,41




antropizado, sabe-se que a variável DQO é muito utilizada em tratamentos de esgotos sanitários e efluentes industriais, além do mais, os níveis de fósforo total também são elevados com a presença de descargas de esgoto. Valores elevados de DQO refletem maior exigência do meio para oxidação da matéria orgânica, em outras palavras, piores condições na qualidade da água.

Segundo Von Sperling (2005) do ponto de vista ambiental, os mananciais possuem capacidade própria de assimilar os esgotos lançados até um ponto aceitável, dentro das variáveis bióticas e abióticas e que não o prejudique, através da sucessão ecológica do rio que se constitui na autodepuração, durante alguns dias.

O Índice de Estado Trófico da água demonstra comportamento coincidente ao da salinidade e dos sólidos totais, ocorrendo o inverso quando comparado com a Demanda Bioquímica de Oxigênio. Essa relação antagônica entre o IET e a DBO ocorre já que em um corpo hídrico eutrofizado, encontra-se em excesso de nutrientes, alta produtividade primária e menores valores de oxigênio dissolvido, logo, a DBO nesse ambiente será alta, pois a demanda por oxigênio para degradar a matéria será alta, podendo conduzir a mortandade de animais aquáticos. De acordo Nogueira (2015), nas águas naturais, o oxigênio é indispensável também para outros seres vivos, especialmente os peixes, onde a maioria das espécies não resiste a concentrações de oxigênio dissolvido na água inferiores a $4,0 \text{ mg L}^{-1}$.

Os níveis de alcalinidade na água demonstraram correlação positiva à salinidade, condutividade e com os sólidos em suspensão. Enquanto, as áreas de formação savânica além de terem correlação com a condutividade, demonstraram correlação muito forte com os sólidos totais e os sólidos totais dissolvidos, seguindo essa linha mesma linha, a condutividade demonstrou correlação positiva perfeita com os sólidos totais e os sólidos totais dissolvidos, além disso, a condutividade também se mostrou correlacionável positivamente com a salinidade. Isso se dá porque, à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. Contudo, valores altos de condutividade podem indicar características corrosivas da água (Cetesb, 2008). A condutividade apresentou correlação significativa com a temperatura a medida em que estando alta, a condutividade também assim será.

Os valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio demonstraram ser inversamente proporcionais ao de salinidade, haja vista é possível determinar a salinidade por meio de medições da condutividade elétrica na água, esta por sua vez, pode ser influenciada também pelo volume de chuvas, o que reduz a DBO da água naquele instante.



O nitrogênio revelou correlação significativa com os valores de sólidos totais e sólidos totais dissolvidos. Pois, além das formas inorgânicas de nitrogênio, como o nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), amônia (NH_3) e íon amônio (NH_4^+), os produtores primários podem assimilar formas orgânicas como: ureia, aminoácidos, peptídeos etc. Estes compostos, juntamente com outros, formam um grupo de compostos genericamente denominado de nitrogênio orgânico dissolvido (Rodrigues et al., 2017).

A salinidade juntamente com os Sólidos Totais e o Sólidos Totais Dissolvidos demonstraram correlação positiva, pois, a salinidade também está incluída como sólidos dissolvidos totais, contudo, não se pode esperar que acontecesse uma relação direta entre condutividade e concentração de sólidos dissolvidos totais, porque as águas contêm ampla variedade de substâncias dissociadas e não dissociadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em termos de proporção de uso da terra, as classes de uso do solo demonstraram poucas alterações entre si. Em outra via, o nível de nutrientes e clorofila-a, quantificado pelo Índice de Estado Trófico no ponto da foz da bacia hidrográfica do rio Itanhém, especialmente no ano de 2017, chama atenção por elevar o índice de mesotrófico para eutrófico, uma hipótese que se levanta é que a medição tenha sido precedida de chuva.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Iniciação à Pesquisa, Criação e Inovação da Universidade Federal do Sul da Bahia, PIPCI/UFSB e ao CNPq.


REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A.Q.; SANTOS, A.R.; SOUZA, C.A.M.; TULLI, L.M.A. Uso de técnicas de sensoriamento remoto na análise multitemporal do desmatamento ocorrido na microbacia do córrego do Galo, Domingos Martins, ES. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, 8 (14): 74-88, 2009.

ALMEIDA, T.M.; MOREAU, A.M.S.S.; MOREAU, M.S.; PIRES, M.M.; FONTES, E.O.; GÓES, L.M. Reorganização socioeconômica no extremo sul da Bahia decorrente da introdução da cultura do eucalipto. **Sociedade & Natureza**, 20 (2): 5-18, 2008.

BAHIA. Decreto CONERH n. 63, de 26 de novembro de 2009. **Aprova a proposta de instituição do Comitê da Bacia Hidrográfica dos rios Peruípe, Itanhaém e Jucuruçu**. Diário Oficial [do Estado da Bahia], Salvador, BA, n. 20.147, 2009.

BITTENCOURT, M.V.L. Impactos da agricultura no meio-ambiente: Principais tendências e desafios (Parte 1). **Revista Economia & Tecnologia**, 5 (3): 133-146, 2009.



BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.** Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF. 1997.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.** 2005.

BRASIL. Resolução CNRH n. 109, de 13 de abril de 2010. **Cria Unidades de Gestão de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas de rios de domínio da União-UGRHs e estabelece procedimentos complementares para a criação e acompanhamento dos comitês de bacia.** Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília, DF. 2010.

CARMOUZE, J.P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos.** São Paulo, ed. Edgar Blücher. 1994.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas de Amostragem.** São Paulo. 2008.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia,** 2ª Ed. – Rio de Janeiro: Interciência. 1998.

FARLEY, K.A.; JOBBAGY, E.G.; JACKSON, R.B. Effects of afforestation on water yield: A global synthesis with implications for policy. **Global Change Biology**, 11 (10): 1565-1576, 2005

INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Relatório Anual de Qualidade das Águas do estado da Bahia – Programa Monitora.** 2015. <http://www.inema.ba.gov.br/wp-content/uploads/2011/10/RelatorioAnual2015.pdf>. Acesso em 22 de julho de 2019.


LATUF, M.O. **Mudanças no uso do solo e comportamento hidrológico nas bacias do rio Preto e Ribeirão entre Ribeiros.** Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa, MG, 2007, 103p.

MAPBIOMAS. **Download cobertura do solo Mata Atlântica** http://mapbiomas.org/pages/database/mapbiomas_collection_download. Acesso em 13 de julho de 2019.

MARQUEZI, M.C.; GALLO, C.R.; DIAS, C.T.S. Comparação entre métodos para análise de coliformes totais e E. coli em amostras de água. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 69 (3): 291-196, 2010.

MATSUSHITA, B.; XU, M.; FUKUSHIMA, T. Characterizing the changes in landscape structure in the Lake Kasumigaura, Japan using a high-quality GIS dataset. **Landscape and Urban Planning**, 78: 241-250, 2006.

MEDEIROS, A.C.; FAIAL, K.R.F.; FAIAL, K.C.F.; LOPES, I.D.S.; LIMA, M.O.; GUIMARÃES, R.M.; MENDONÇA, N.M. Quality index of the surface water of Amazonian rivers in industrial areas in Pará, Brazil. **Marine Pollution Bulletin**, 123: 156-164, 2017.



NOGUEIRA, F.F.; COSTA, I.A.; PEREIRA, U.A. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca no município de Nerópolis – Goiás.** Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Ambiental e Sanitária. UFG, 2015.

PINTO, C.C.; ANDRADE, S.B.; PINTO, E.A.; OLIVEIRA, S.M.A.C. Trend analysis of the load and concentration of physical, chemical and biological parameters in the Verde River Basin. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, 22 (40): 1-11, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2318-0331.0117160030>.

QUEIROZ, L.G.; SILVA, F.T.; PAIVA, T.C.B. Caracterização estacional das variáveis físicas, químicas, biológicas e ecotoxicológicas em um trecho do Rio Paraíba do Sul, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, 12: 238-248, 2017.

ROCHA, P.C. Indicadores de alteração hidrológica no Alto Rio Paraná, intervenções humanas e implicações na dinâmica do ambiente fluvial. **Sociedade & Natureza**, 22 (1): 191-211, 2010.

RODRIGUES, R.A.R.; MELLO, W.Z.; CONCEIÇÃO, M.C.G.; SOUZA P.A.; SILVA, J.J.N. Dinâmica do nitrogênio em sistemas agrícolas e florestais e seu impacto na mudança do clima. **Revista Virtual de Química**, 9 (5): 1868-1886, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20170110>.

SCHNEIDER, F.; COSTA, M.B.B. Diagnóstico sócio-econômico, produtivo e ambiental dos agroecossistemas na microbacia hidrográfica do rio Pirapora-município de Piedade/SP. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 8 (1): 217-231, 2013.

SOUSA, J.M.C.; PERON, A.P.; SILVA, F.C.; DANTAS, E.B.S.; LIMA, M.V.A.; OLIVEIRA, V.A.; MATOS, L.A.; PAZ, M.F.; ALENCAR, M.V.; ISLAM, M.T.; MELO-CAVALCANTE, C.A.A.; BONECKER, C.C.; JÚLIO JR, H.F. Physico-chemical and genotoxicity analysis of Guaribas river water in the Northeast Brazil. **Chemosphere**, 177: 334-338, 2017.

TORMAN, V.B.L.; COSTER, R.; RIBOLDI, J. Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação. **Revista do Hospital das Clínicas de Porto Alegre**, 32: 227-234, 2012.

TORRES, I.C.; LEMOS, R.S.; JÚNIOR, A.P.M. Influence of the Rio Taquaraçu in the water quality of the Rio da Velhas: subsidies for reflection of the case of shortage in Belo Horizonte metropolitan region - MG, Brazil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 21 (2): 429-438, 2016.

TUNDISI, J.G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

USGS - United States Geological Survey. **Seamless data distribution system, Earth Resources Observation and Science**. Disponível em: www.usgs.gov. Acesso em: 2 de fevereiro de 2015.

VANZELA, L.S.; HERNANDEZ, F.B.T.; FRANCO, R.A.M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 14 (1): 55-64, 2010.



VIEIRA, C.P. Alterações na cobertura vegetal: interferência nos recursos hídricos. **Silvicultura**, 20: 26-27, 2000.

Von SPERLING M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. v. 1, 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 2005.



CAPÍTULO 18

A EXPERIÊNCIA DO PROGRAMA COMUNIDADE URBANA PARA RECUPERAÇÃO ACELERADA NO MUNICÍPIO DE CURRAIS NOVOS – RN

DOI: 10.47402/ed.ep.c202296118115

Joabio Alekson Cortez Costa
Julia Diniz de Oliveira
Denis Rodrigues Dantas
Élida Thalita Silva de Carvalho

RESUMO


A intensificação do processo de urbanização a partir de meados do século XX foi acompanhada pelo agravamento dos problemas urbanos. O Estado que emerge a partir de 1964 assume a tarefa de solucionar-los, tendo como foco a habitação. Nesse contexto, o Banco Nacional de Habitação e o SFH assumem um papel importante na condução da política habitacional e urbana, financiando programas com naturezas diversas, entre eles, o Programa Comunidade Urbana para Recuperação Urbana Acelerada (CURA), concebido na década de 1970. Partindo desse contexto, esse trabalho tem como objetivo discutir as repercussões do Programa CURA sobre o espaço urbano de Currais Novos - RN. Para tanto, inicialmente, é apresentado o papel do BNH e do SFH na execução da política habitacional no período militar, seguida pela sucinta exposição acerca do Programa CURA. Por fim, apresentam-se alguns dos desdobramentos territoriais resultantes desse Programa na cidade de Currais Novos - RN.

PALAVRAS-CHAVE: Política Habitacional. Banco Nacional de Habitação. Programa CURA.

INTRODUÇÃO

Os problemas urbanos que assolam as cidades brasileiras não são resultantes de processos recentes, ao contrário, desde a criação das primeiras cidades brasileiras os processos de diferenciação socioespacial, de segregação e a problemática social e ambiental estiveram presentes, como reflexo da própria organização da sociedade e da economia. No entanto, é a partir de meados do século XX, com a intensificação do processo de industrialização, causa e efeito da urbanização, que os problemas urbanos se agudizam e assumem proporções não vistas até então.

Nesse cenário, o Estado é chamado a intervir nas cidades, por meio de políticas e do planejamento urbano, visando garantir os padrões mínimos de habitabilidade nas cidades e a plena reprodução das relações capitalistas no território. Corrêa (1989, p. 26) explica que o Estado capitalista age no intuito de “(...) criar condições de realização e reprodução da sociedade capitalista, isto é, condições que viabilizem o processo de acumulação e a reprodução das classes sociais e suas frações”. Além disso, sua atuação guia-se, na maioria das vezes, com



vistas atender aos interesses da classe dominante, que invariavelmente é aquela que domina os meios de produção.

Partindo dessa concepção, nesse trabalho, discutem-se as repercussões do Programa de Recuperação Urbana Acelerada (CURA), concebido na década de 1970, sobre o espaço urbano de Currais Novos - RN. Inicialmente, é apresentado o papel do BNH e do SFH na execução da política habitacional no período militar, seguida pela exposição acerca do Programa CURA. Por fim, apresentam-se alguns dos impactos que esse Programa teve na cidade de Currais Novos.

POLÍTICA HABITACIONAL: O PAPEL DO BANCO NACIONAL DE HABITAÇÃO E DO SISTEMA FINANCEIRO DE HABITAÇÃO


Para entender o papel do Estado brasileiro no enfrentamento dos problemas urbanos persistentes nas cidades brasileiras durante o período militar, considera-se como importante a atuação de uma de suas instituições mais emblemáticas: o Banco Nacional da Habitação (BNH). Antes de adentrar na discussão sobre o significado dessa entidade para a promoção da política habitacional e urbana em nível nacional, cabe elucidar a ênfase dada ao problema habitacional no Brasil a partir da “República Populista”, e que por muito tempo permeou decisivamente as discussões em torno dos problemas urbanos no país:

[...] foi o problema habitacional que mobilizou, bem cedo, os membros mais dinâmicos, com preocupações de cunho social e politicamente mais talentosos de uma categoria profissional relativamente nova no país, qual seja a dos arquitetos, de cujas fileiras saiu a maior parte dos planejadores urbanos brasileiros (CINTRA, 1978, p. 185).

Em um país cada vez mais urbano, marcado pelo incremento da atividade industrial, na época fortemente concentrada no Sudeste, nomeadamente em São Paulo, e pelo crescimento populacional acelerado dos grandes centros urbanos, sobretudo em virtude do incremento dos fluxos migratórios campo-cidade e cidade-cidade, a questão habitacional era de suma importância e o Governo Federal passou a tratá-la com mais atenção.

Assim, em 1946, no governo do Presidente Dutra foi criada a Fundação da Casa Popular (FCP)¹². Entre os objetivos dessa entidade estava possibilitar a aquisição ou construção de casas nas zonas rurais e urbanas e financiar obras urbanísticas (instalação de redes de abastecimento de água, coleta de esgoto, energia elétrica, serviços voltados para a assistência social, e outros)

¹² BRASIL. Lei nº 9.777, de 6 de setembro de 1946. Estabelece bases financeiras para a "Fundação da Casa Popular" e dá outras providências. Rio de Janeiro, 6 de Setembro de 1946.



com vistas a proporcionar melhores condições de vida e bem-estar dos trabalhadores, em especial, nos municípios cujas receitas fossem limitadas.

A criação do Conselho Nacional de Planejamento de Habitação Popular¹³ em 1961, durante o governo de Jânio Quadros representou um pequeno avanço no trato dos problemas habitacionais, especialmente, no que se refere à provisão de habitações populares e de melhoria das condições urbanísticas das áreas ocupadas pelas classes menos favorecidas.

Ao Conselho coube assumir as funções de coordenação entre a União e os Municípios, com a finalidade de executar uma ação integrada. A partir da elaboração e execução de planos regionais de urbanização e ajardinamento, realizar estudos e pesquisas investigando os problemas de urbanismo e habitação popular, apontar e adotar normas de incentivo e apoio à iniciativa privada e à indústria de materiais de construção, objetivando o barateamento da habitação popular, entre outras responsabilidades.

Apesar de empreenderem esforços no sentido de resolver o problema da escassez de moradias populares, esses decretos não provocaram grandes mudanças, pois como avalia Cintra (1978, p. 187-188) “por um lado, ao mesmo tempo em que tais políticas exigiam alocações efetivas, (...) foram sempre escassos os recursos. Por outro lado, era difícil colocar em prática a proposta de uma abordagem mais ampla”.

O supracitado explica ainda que a política habitacional durante o período populista tinha uma função distributiva, e que diante da falta de recursos, preponderaram na sua efetivação critérios clientelistas, particularistas ou demagógicos em relação aqueles de “base técnica ou universal” (CINTRA, 1978, p. 188), por consequência, a alocação dos recursos ocorria de forma arbitrária. Bonduki e Koury (2010) dão um panorama da problemática urbana e habitacional nos primórdios da década de 1960:

No início dos anos 1960, a crise urbana e habitacional se aprofundou num país que se industrializava e se urbanizava de modo acelerado e que passava por um forte processo migratório do campo para as cidades sem que se tivesse desenvolvido nenhuma política estruturada para enfrentar a nova situação. Instituições criadas nos anos 1930 e 1940, como os IAP's e a FCP, mantinham-se por inércia e conveniência política (eram controlados pelo PTB, partido que fazia parte da coligação governamental), embora não tivessem nenhuma possibilidade de executar uma ação consistente para no campo da habitação e, menos ainda, uma política habitacional. A inflação crescente corroía os parques fundos investidos em habitação nas décadas anteriores, sem que existisse qualquer mecanismo para reajustar aluguéis e prestações (BONDUKI; KOURY, 2010, sem página).

¹³ BRASIL. Lei nº 50.488, de 25 de abril de 1961. Cria o Conselho Nacional de Planejamento da Habitação Popular, e dá outras providências. Decreto Nº 50, de 25 de abril de 1961.



Novas interpretações a respeito do problema habitacional que já não se limitavam somente à esfera do financiamento, produção e distribuição de moradias, mas apontavam para a necessidade do governo em intervir nos mecanismos do mercado imobiliário urbano, começaram a ganhar espaço no início da década de 1960 e com elas a necessidade de uma Reforma Urbana (CINTRA, 1978, p. 189). Nesse contexto, a realização do Seminário de Habitação e Reforma Urbana (SHRU), em 1963¹⁴, coordenado pelo Instituto de Arquitetos do Brasil e apoiado pelo Instituto de Pensões e Aposentadoria dos Servidores do Estado (IPASE) representou um avanço na direção de formulação de propostas para uma nova política habitacional e urbana.

Ao final do evento, foi gerado um documento, no qual foram sintetizados os princípios, pressupostos e afirmações sob os quais deveriam se guiar às propostas, entre eles o direito à moradia, a necessidade da reforma urbana e a participação da iniciativa privada na produção de habitações de interesse social (BONDUKI; KOURY, 2010).

Seguindo esses pressupostos, foi concebido um rol de proposições de política habitacional e urbana, englobando iniciativas legislativas e políticas, além disso, foi sugerido que o governo elaborasse e enviasse ao Congresso Nacional um projeto de lei contendo os princípios da política habitacional e da reforma urbana anuídos no seminário e enviasse ao Congresso Nacional. Entre as propostas estavam: a concepção de um órgão responsável pela execução da política habitacional e urbana, a nível federal, dotado de autonomia financeira; a criação de um Fundo Nacional de Habitação, gerido pelo órgão central; e a implementação de um sistema de informações para o planejamento urbano e habitacional (BONDUKI; KOURY, 2010).

A euforia gerada em torno desses debates foi interrompida, pelo estabelecimento do período militar em 1964 e a tomada do poder por um governo burocrático, centralizador e tecnocrático, que imprimiu contornos totalmente distintos ao tratamento das questões urbanas. De início, o novo governo se opôs às políticas distributivas e redistributivas que caracterizavam o “governo populista”, por considera-las prejudiciais ao desenvolvimento econômico, e passou a mostrar uma preocupação com o excesso de gastos públicos – desacompanhados pela geração de receitas -, aos quais foi imputado o *déficit* orçamentário (CINTRA, 2010, 196).

¹⁴ O evento se realizou em duas etapas: a primeira aconteceu no Rio de Janeiro, no Hotel Quitandinha, e a segunda em São Paulo, na sede do IAB. Ressalta-se, contudo, que as discussões que culminaram na realização desse evento já vinham acontecendo desde o início da década de 1960, em especial, entre os arquitetos (BONDUKI; KOURY, 2010).




Por outro lado, o governo manteve a preocupação dos anteriores em relação aos problemas urbanos habitacionais, tanto que, baseado nas propostas colocadas no documento final do SHRU, criou o Banco Nacional de Habitação (BNH) e o Serviço Federal de Habitação e Urbanismo. Entretanto, ideias progressistas postas no documento e que contrariavam o conservadorismo do governo instalado foram ignorados. Ao governo militar cabe também o protagonismo na formulação de uma Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU). De acordo com Serrano (2013, p. 186), foram três as políticas urbanas elaboradas durante o Governo Militar, contidas nos Planos Nacionais de Desenvolvimento (PND).

Obviamente, as diretrizes, objetivos e propostas, e mesmo as concepções de cidade e urbano e a escala de intervenção, expressas em cada PNDU, variavam conforme os seus respectivos PNDs, mas todas demonstravam a preocupação do Governo Federal com a melhoria das condições de infraestrutura nas cidades (saneamento, habitação, transporte e etc.), e a consequente elevação do padrão de vida da população, a dinamização das atividades econômicas (indústria, comércio e serviços), a redução das desigualdades intraurbanas, em especial nas metrópoles, o apoio a investimentos produtivos no campo objetivando refrear o êxodo rural, o controle dos fluxos migratórios para as metrópoles, o fortalecimento das cidades de porte médio e centros regionais¹⁵, entre outros aspectos.

Segundo Corrêa (1997, p. 18), a Política Urbana implementada no período ditatorial teve como objetivo primordial “(...) garantir a reprodução concentradora do capital e também dar trabalho a uma grande massa de desempregados do campo na construção civil”. Não se nega nesse trabalho as intencionalidades e interesses políticos e econômicos subjacentes ao processo de concepção das PNDUs, pois é fato que no período citado havia uma preocupação de fortalecer o mercado interno, a partir do fomento do emprego e o consequente consumo de bens industrializados, sobretudo, nas regiões Norte e Nordeste, ainda pouco integrados à economia dinâmica do Sudeste.

Entretanto, não é justo limitar tais políticas a essas intenções, pois, ainda que fossem conservadoras em diversos aspectos e estivessem em grande medida favorecendo o capital, elas reconheciam a existência dos graves problemas urbanos existentes e propunham soluções ou

¹⁵ O trabalho de Amorim Filho e Serra (2001) ajuda a compreender a importância do planejamento das Cidades Médias na década de 1970.



meios de minimizá-los, em outras palavras, atestavam a necessária intervenção do Estado no desenvolvimento urbano do país¹⁶.

Tanto na execução da I Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, como da Política Habitacional durante o regime ditatorial, teve papel determinante o BNH. Criado pela Lei Nº 4.380/64, o BNH foi o “(...) primeiro órgão de alcance nacional a instituir uma política habitacional” (MEDEIROS, 2010). Junto com o último, também foi criado o Serviço Federal de Habitação e Urbanismo (SERFHAU), este regulamentado, posteriormente, pelo Decreto nº 59.917/66. Ao SERFHAU ficou incumbida a tarefa de elaborar e coordenar a política nacional de planejamento local integrado¹⁷, dialogando com o Ministério do Planejamento e o Ministério de Coordenação dos Organismos Regionais, e fornecer assessoria técnica ao BNH, com vista à implantação da referida política, contribuindo assim para a coordenação e integração do desenvolvimento regional e nacional.

O BNH tinha como principal apoio financeiro o Sistema Financeiro de Habitação (SFH), que fora criado em 1966 com o objetivo de possibilitar a aquisição e construção da casa própria, sobretudo, pelas classes menos abastadas¹⁸. O SFH era alimentado por recursos provenientes do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) e do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE)¹⁹.

O foco na aquisição da casa própria se justificava tanto pelo elevado *déficit* habitacional existente no período, como também, por razões econômicas e ideológicas. Por um lado, o fomento à produção de moradias novas visava aquecer o setor da construção civil e de outros setores à montante (de máquinas e equipamentos, de materiais etc.) e assim gerar empregos para a crescente população das grandes cidades. Por outro, o acesso à moradia ao trabalhador pretendia-se diminuir a tensão social que ameaçava se irromper, ameaçando a sustentação do novo governo:


Em 1964, o regime revolucionário que se estabeleceu assumiu, juntamente com o poder, o compromisso de conter e reduzir as pressões inflacionárias. Mas a sua sobrevivência política dependia da capacidade de atingir esse objetivo sem provocar uma depressão economicamente profunda e prolongada. E dependia também de conseguir formular projetos capazes de conservar o apoio das massas populares, compensando-as psicologicamente pelas pressões a que vinham sendo submetidas

¹⁶ Crítica bem fundamentada acerca da I PNDU é feita por Souza (2004). Neste trabalho, autora reflete sobre o conteúdo e os significados da PNUD presente no I Plano Nacional de Desenvolvimento, lançado em 1973, e dos quais ela foi uma das coordenadoras, ao lado do arquiteto Jorge Guilherme Francisconi.

¹⁷ Este compreendia, segundo o decreto, o planejamento que “compreende, em nível regional e municipal, os aspectos econômico, social, físico e institucional” (BRASIL, 1966).

¹⁸ VER Lei nº 4.380, de 21 de agosto de 1964.

¹⁹ Os recursos advindo do FGTS eram empregados no financiamento de habitações populares, já os advindo do SBPE eram destinados às habitações das classes média e alta.




pela política de contenção salarial. Para tanto, nada melhor que a casa própria (BOLAFFI, 1982, p.44).

Apesar de o seu foco inicial ter sido a política habitacional, o BNH a partir da década de 1970 passa a investir com mais força no campo de infraestrutura urbana e mesmo no financiamento de planos e estudos voltados para a concepção de projetos e legislações, assim “(...) o BNH vai aos poucos deixando de ser o agente do Sistema Federal de Habitação e passa ser um autêntico Banco Nacional de Desenvolvimento Urbano” (SOUZA, 2004, p. 139). Alguns fatores que possibilitaram ao BNH estender suas ações no campo do desenvolvimento urbano foram: a criação do Sistema Financeiro de Saneamento (SFS) em 1968, que tinha o citado Banco como órgão central, a transformação do BNH em banco de segunda linha e em empresa pública, em 1971. Como órgão central do SFS, e após a liberação dos recursos do FGTS para aplicação em obras de abastecimento de água e esgoto, em 1969, o BNH pôde investir sem empecilhos no chamado PLANASA (Plano Nacional de Saneamento). (MARICATO, 1987, p. 34).

Além desses, outros programas foram concebidos ao longo da década de 1970 e financiados com recursos do BNH, entre eles: o programa Fundos Regionais de Desenvolvimento Urbano, o Financiamento para Urbanização (FIMURB), o Financiamento para Sistemas Ferroviários de Transporte Urbano de Passageiros (FETREN), o Financiamento para o Planejamento Urbano (FIPLAN), o Financiamento para Urbanização de Conjuntos Habitacionais (FINC), o Financiamento de Lotes Urbanizados (PROFILURB), o programa de Recuperação Urbana Acelerada (CURA), o Programa de Apoio ao Desenvolvimento de Polos Econômicos (PRODEPO), o Programa Habitacional Empresa (PROHEMP), e o Centro Social Urbano – Programa Nacional de Centros Sociais Urbanos (CSU) (MEDEIROS, 2010, p. 9); (MARICATO, 1987, p. 35).

O BNH e o Sistema Financeiro de Habitação exerceram, durante as décadas de 1960 e 1970, o protagonismo no que toca ao desenvolvimento da política habitacional e urbana no país, porém isso não as exime de duras críticas dirigidas tanto à mudança de foco dos investimentos, que foram desviados para o financiamento de obras de infraestrutura urbana ou de abrangência nacional e inter-regional²⁰; ao distanciamento em relação à provisão de moradias populares; a adoção de um modelo de gestão empresarial e a aliança com o setor privado, a desconsideração de métodos alternativos de produção de moradias populares, como a autoconstrução, a

²⁰ Segundo Maricato (1978, p. 36), o BNH, por meio do PRODEPO, investiu volumosos recursos em grandes projetos como o Complexo Carboquímico de Imbituba S.C. e a Usina Hidrelétrica de Tucuruí.



excessiva rigidez e centralização da gestão, a produção de grandes conjuntos habitacionais nas periferias das cidades, sem maiores preocupações arquitetônicas e urbanísticas e com as especificidades ambientais, culturais e o contexto urbano onde estavam inseridos (BONDUKI, 2008); (MARICATO, 1987).


Na década de 1980, fatores de ordem política, econômica e social concorreram para o fim do BNH e a redução da capacidade de investimentos em habitação pelo SFH. O início da abertura democrática deu margem aos crescentes protestos contra o governo militar bem como as suas instituições, entre elas o referido banco. Em 1985, com o fim da ditadura, o BNH é extinto e o Sistema Financeiro de Habitação passou a ter como agente financeiro a Caixa Econômica Federal. Infelizmente, como defende Bonduki (2008, p. 75), a extinção do Banco provocou conseqüentemente a interrupção da Política Habitacional no país, que só vai ser retomada a partir de 2003, com o Ministério das Cidades. Diante desse cenário, concorda-se com Medeiros (2010, p. 13) ao ponderar os impactos positivos e negativos resultantes da ação do BNH:

Não se devem negar seus acertos no papel de pioneiro de uma política de habitação com amplitude nacional. Deve-se, sim, reconhecê-lo como uma referência de organização do espaço urbano brasileiro, não apenas com uma grande produtividade de moradia, mas com a exigência de planos urbanísticos. (...). O BNH contava com muitos profissionais competentes e comprometidos com a questão social, e colocou em pauta a problemática da habitação e do urbano no Brasil, assumindo o direcionamento dessa política. Parte das críticas é pertinente, mas a decisão pela extinção, e não por uma reformulação do órgão, evidencia-se mais como uma penalidade ao regime militar do que um reconhecimento do fracasso das ações do BNH (MEDEIROS, 2010, p. 13).

Entre os diversos programas financiados pelo BNH, um merece atenção especial: O Programa Comunidade Urbana para Recuperação Acelerada (CURA), que ao longo da década de 1970 e 1980 acarretou mudanças consideráveis nas cidades onde foi aplicado. Os próximos tópicos são dedicados a esse programa.

O PROGRAMA COMUNIDADE URBANA PARA RECUPERAÇÃO ACELERADA

O Programa CURA tratava-se de um programa de complementação urbana criado pelo governo federal no início dos anos 1970, como resposta ao agravamento dos problemas urbanos que afetavam as grandes e médias cidades brasileiras, como o crescimento desordenado, a precarização das infraestruturas urbanas, a perda da qualidade urbana, a ociosidade dos terrenos urbanos, e a especulação imobiliária resultante de investimentos públicos que beneficiavam apenas partes do território das cidades, propiciando um aumento da renda auferida pela terra aos seus proprietários.



Diante desse contexto, o programa²¹ fora concebido com a intenção de promover uma racionalização do uso do espaço urbano e melhorar as condições habitacionais das áreas urbanas, a partir da extinção da capacidade ociosa dos investimentos urbanos, a adoção de critérios objetivos de prioridade com o intuito de racionalizar os investimentos em infraestrutura, o adensamento da população urbana conforme níveis técnicos considerados adequados, a realização conjunta de obras de infraestrutura urbana e comunitária, redução dos impactos negativos da especulação imobiliária.

O Programa CURA foi oficialmente lançado em 1973 através da Resolução do Conselho de Administração nº. 7/73, e em 6 de junho de 73, a diretoria do BNH aprovou uma resolução que “Aprova as normas para financiamento, elaboração e execução de Planos Plurianuais e Projetos de Comunidade Urbana Para Recuperação Acelerada (CURA) e dá outras providências” (BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO, 1973). Todavia, conforme lembra Fausto (2005), o programa só começou a se concretizar de fato em 1975, quando as primeiras obras começaram a ser executadas em Londrina (PR), e a partir do ano seguinte muitos municípios passaram a buscar financiamento.


Os projetos relacionados ao programa de Complementação Urbana tinham como um dos requisitos compreender espaços urbanos anteriormente delimitados e parcialmente ocupados, de qualquer município, preferencialmente aquelas com população superior a 50 mil habitantes nas áreas urbanas, dotados de Plano Diretor²², além disso, os municípios teriam que atestar a viabilidade técnica, econômica, financeira e administrativa dos investimentos a serem realizados e adotarem mecanismos fiscais, coadunáveis com a economia de mercado, sobretudo, o estabelecimento de alíquota progressiva para o Importo Territorial Urbano e sistema de atualização permanente dos valores básicos de incidência dos tributos municipais sobre imóveis urbanos.

O financiamento dos projetos ocorria mediante empréstimo pelo agente promotor (no caso, o município) pelo Banco Nacional de Habitação e contemplava: estudos de viabilidade dos projetos CURA; pesquisas para a elaboração dos planos plurianuais CURA pelos municípios; concepção de projetos e realização de obras para instalações de equipamentos

²¹ Ver: BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO. Resolução do Conselho de Administração nº 7, de 30 de março de 1973. Rio de Janeiro.

BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO. Resolução da Diretoria nº 38, de 06 de junho de 1973. Habitação – Informativo de Atualização do BNH. Rio de Janeiro.

²² A Resolução Nº 53 de 11 de fevereiro de 1980 do BNH destacava como municípios preferenciais o Distrito Federal, capitais de estado e territórios, municípios integrantes de regiões metropolitanas, cidades de Porte Médio, ou municípios que eram ou poderiam constituir pólos migratórios alternativos aos grandes centros urbanos.




indispensáveis à complementação de área CURA destinados a: energia elétrica, drenagem, sistema viário e pavimentação, educação e cultura, saúde, abastecimento, transporte coletivo, recreação, serviços públicos, entre outros setores.

A concepção e gestão dos recursos do Programa CURA denotava a forte concentração do poder decisório e de gestão dos recursos e dos financiamentos pelo BNH, pois o banco e seus agentes eram os responsáveis pela aprovação dos projetos submetidos pelos agentes promotores, especificando as normas e as condições a serem seguidas pelos projetos, assim como os critérios técnicos. Ao poder público local cabia a elaboração do plano plurianual, detalhando a execução de projetos CURA, incluindo o tempo de realização das diversas etapas das obras e atendendo aos critérios de prioridades aceitos pelo BNH. A elaboração do plano plurianual e o seu cumprimento era imposta pelo Banco aos municípios que almejassem obter financiamento dos projetos em novas áreas CURA.

Antes de estabelecer o convênio de financiamento, o BNH e o poder público local assinava um convênio de intenção no qual eram indicadas as responsabilidades e direitos de cada uma das partes, com relação ao programa; o apontamento das áreas onde seriam efetivados os projetos CURA piloto; a indicação do Agente Financeiro, as condições técnicas, financeiras e de controle da execução dos projetos e das medidas legais e fiscais complementares, o valor inicial das operações a ser emprestado pelo Banco, a recomendação das medidas, estudos e pesquisas, solicitados ao governo local, comprovando a conformidade dos subprojetos às condições do projeto, e indicando os prazos de execução.

O convênio de financiamento era celebrado entre o BNH, o Agente Financeiro e o Agente Promotor, e especificava o total dos recursos requeridos para a execução dos projetos e/ou subprojetos e acordadas as condições exigidas para os contratos dos financiamentos correspondentes.

É pertinente destacar os agentes que participavam do sistema de formulação, financiamento, execução e controle dos Planos Plurianuais e Projetos CURA, a saber: o poder público local, incumbido pela tomada das medidas legais imprescindíveis à implantação do projeto CURA; o(s) agente(s) financeiro(s), responsável pela exata e pontual aplicação dos investimentos advindos do Sistema Financeiro de Habitação (SFH) e do Sistema Financeiro de Saneamento (SFS) na área do projeto CURA; o agente promotor – coordenador, escolhido pelo poder público local para elaborar o estudo de viabilidade e coordenar e implementar os procedimentos técnicos e operacionais dos projetos; o(s) agente(s) promotor(es), responsáveis



pela elaboração, execução e coordenação dos subprojetos integrante do projeto CURA; o órgão técnico público ou privado, contratado pelo agente promotor-coordenador para efetuar o estudo de viabilidade e prover assistência técnica durante a execução dos subprojetos, tendo também o papel de fiscalizador das obras, informando o agente promotor, o agente financeiro e o próprio BNH acerca do andamento das obras; e, por fim, o agente executor, empresas privadas e/ou concessionárias de serviços públicos encarregadas pela realização das obras e serviços solicitados pelo projeto CURA, e seus subprojetos.


Durante a década de 1980, o Programa CURA passou por algumas alterações, em especial, nos seus objetivos, áreas de intervenção e as condições de empréstimos²³. Em relação aos objetivos, passou-se a dar apoio programas de desenvolvimento urbanos e projetos habitacionais financiados pelo BNH, particularmente os de interesse social. No tocante às áreas de intervenção, a resolução N°56/86 estabeleceu as áreas marcadas pela presença de vazios urbanos e parcialmente ocupadas, e as áreas ordenadas – essas já adensadas.

Enquanto nas primeiras a aprovação do projeto estava condicionada à seleção e delimitação de Área CURA e à aplicação de alíquotas progressivas do Imposto Territorial Urbano e/ou adoção da contribuição de melhoria, por meio de legislação municipal própria, na Área CURA delimitada; nas segundas, essas condições não eram exigidas, pois seriam beneficiadas por obras isoladas de infraestrutura e equipamentos comunitários – denominadas de Obras CURA, e, nesse caso, ao agente promotor era facultado delimitar a Área CURA, não sendo obrigatórias as cobranças da alíquota especificada anteriormente e/ou da contribuição de melhoria.

Sobre as contratações de empréstimo, a Resolução N° 56/86 estabelecia a prévia assinatura de convênio entre o BHN e o Agente Financeiro, intermediada pelo agente promotor. Porém, tornava-a dispensável no caso do agente promotor apresentar os elementos técnicos e legais requeridos para a realização do empréstimo, além da autorização do poder legislativo e do Senado Federal, sob a aprovação do Agente Financeiro.

No tocante às obras e serviços elegíveis para financiamento com recursos do Programa, a Resolução N° 56/86, indicava como investimentos financiáveis aqueles referentes à ampliação e melhoria do sistema viário e seus complementos; à implantação e expansão das redes de energia elétrica, iluminação pública e de comunicações, bem como de drenagem pluvial e a

²³ Ver: BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO. Resolução n° 53, de 11 de fevereiro de 1980. Rio de Janeiro. BANCO NACIONAL DA HABITAÇÃO Resolução da Diretoria n° 56, de 04 de março de 1986. Rio de Janeiro.



canalização de pequenos córregos; ao remanejamento ou ampliação de redes de água potável e esgotamento sanitário; à construção de equipamentos comunitários; à sinalização de vias e edificação de abrigos para passageiros. Além desses, a aquisição de imóveis e a indenização de benfeitorias nas áreas afetadas pelos projetos CURA também eram contempladas. Interessante notar que na Resolução N°53/80, no item 9, os empréstimos destinados a projetos habitacionais de qualquer natureza e de saneamento básico haviam sido excluídos, porém, na resolução de N°56/86, essa restrição não consta.

Concernente às condições dos empréstimos, entre os muitos itens elencados, podem-se citar os seguintes: a participação do BNH em até 90% do financiamento das obras e serviços do Programa CURA e de 100%, no caso da aquisição de imóveis ou indenizações; prazos de carência chegando há 30 meses, podendo se estender por mais seis meses ao término das obras; prazos de amortização até 240 meses, excluído o prazo de carência. Nota-se que essas condições podiam variar entre uma legislação e outra.

O Programa CURA teve um papel crucial na melhoria das condições urbanas em muitas cidades onde seus projetos foram aplicados²⁴, porém, não se pode afirmar que resolveu todos os problemas urbanos nessas localidades (e nem poderia!), e também não conseguiu atingir todos os seus objetivos, por motivos diversos (desde insuficiências na sua concepção, até a fase de implementação, execução e avaliação dos projetos). Além disso, ele não estava desvinculado aos interesses econômicos do BNH e do próprio mercado imobiliário urbano, pois como afirma Maricato (1987, p. 35) “Esse programa abre definitivamente a possibilidade de o BNH entrar no âmago do jogo imobiliário urbano capitalista, ou seja, a geração da renda imobiliária devido à localização de imóvel em área beneficiada por investimentos públicos”. Por esse motivo, o CURA em muitas cidades alimentou a especulação imobiliária, indo na contramão dos seus objetivos. A crítica de Carvalho (1985, p. 18) reforça essa interpretação:

[...] trata-se de mais um programa financeiro pelo qual procura-se garantir a plena realização de um sistema financeiro do qual o BNH é a chave-mestra. Portanto, isto estaria mais uma vez contribuindo para a sua própria institucionalização ao pôr em marcha toda a complexa estrutura financeira erigida a partir do próprio BNH (CARVALHO, 1985, p. 18).

Durante 12 anos, o Programa CURA foi responsável pelo financiamento de obras em serviços em 136 municípios. Segundo Fest (2005, p. 11), o fim do BNH, acompanhado pela

²⁴ O trabalho de Fest (2005) traz um panorama geral das ações efetuadas no âmbito do programa CURA em seis cidades (Londrina (PR), Contagem (MG), Belo Horizonte (MG), Cuiabá (MT), Recife (PE) e Lavras (MG)) e dos resultados alcançados segundo a avaliação da CEPAM (Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal) e do próprio autor.



consequente desestruturação do Sistema Financeiro da Habitação e a transferência dos recursos destinados à política habitacional para a Caixa Econômica Federal, foi responsável pela desconfiguração do programa. No tópico seguinte, serão abordadas as implicações do Programa CURA na cidade de Currais Novos (localizada no estado do Rio Grande do Norte), onde ele teve repercussões significativas para a melhoria da infraestrutura urbana.

IMPLICAÇÕES DO PROJETO CURA NO MUNICÍPIO DE CURRAIS NOVOS – RN

A partir dos anos 1960, o Estado brasileiro passou a intervir de forma mais verticalizada na produção e reprodução do espaço urbano, sobretudo pelo viés do planejamento. No Rio Grande do Norte, o Governo, tanto nacional quando estadual, teve papel crucial nas transformações urbanas que se operaram em várias cidades, com o intuito principal de possibilitar a reprodução do capital nesses espaços, segundo nos aponta Gomes e Araújo (2012).

Discorrendo acerca das ações do Estado no espaço urbano norte-rio-grandense desde os anos 1960, as autoras supracitadas identificam alguns órgãos governamentais, políticos, planos e programas que foram relevantes. Na escala nacional merecem destaque a criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), a elaboração dos três Planos Nacionais de Desenvolvimento e suas respectivas Políticas Nacionais de Desenvolvimento Urbano, a constituição do Banco Nacional de Habitação e do Serviço Financeiro de Habitação, o Programa de Cidades de Porte Médio, o Programa Cura (ao qual iremos deter mais a frente) e, mais recentemente, o Programa Minha Casa, Minha Vida. Em nível estadual, foram igualmente importantes, a criação da Comissão Estadual de Planejamento (CED), da Secretaria Estadual de Planejamento (SEPLAN) e do Sistema Estadual de Planejamento, e os vários Planos de Ação dos governos estaduais.

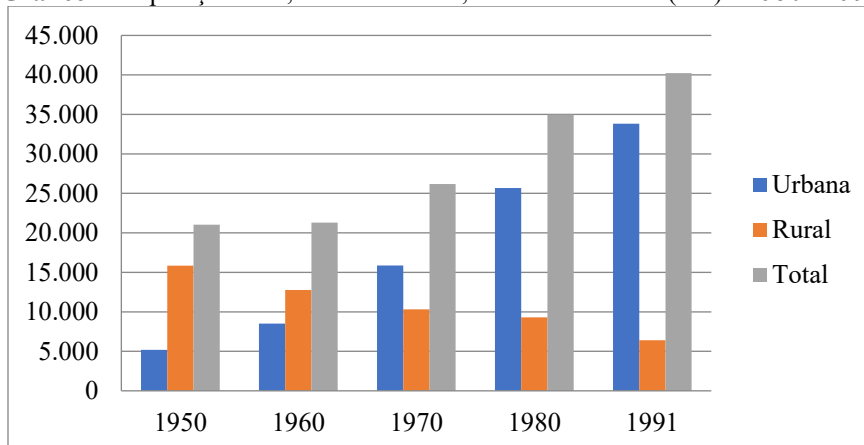
Importa nesse artigo conceder uma particular atenção ao Programa CURA, com ênfase, aos seus efeitos espaciais no espaço urbano de Currais Novos, cidade que recebeu também investimentos do Programa de Cidades de Porte Médio. Sobre Currais Novos é importante destacar alguns aspectos responsáveis pela sua proeminência no cenário urbano do Rio Grande do Norte entre as décadas de 1950 e 1980.

A partir de meados do século XX até os anos 70, a atividade industrial currais-novense demonstrou um grande impulso graças à exploração de minérios, em especial, de scheelita²⁵.

²⁵ A descoberta da scheelita no município ocorreu em 1948, sendo explorada pela Mina Brejuí. Esta, em 1954, converte-se em empresa passando a se denominar Mineração Tomaz Salustino S/A. A atividade vai atingir seu apogeu nos anos 1950, em função da II Guerra Mundial, e a partir dos anos 80, começa o seu declínio, em parte devido à concorrência chinesa na exploração do minério e às oscilações no preço do minério.

No setor agropecuário, o maior peso era exercido pelo cultivo do algodão, cujo cultivo se dava associado ao de feijão e milho, e pela pecuária. O setor terciário, por sua vez, destacava-se na geração de renda, sendo o subsector de comércio o mais dinâmico. A presença de agências bancárias, órgãos da administração, escolas, estabelecimentos de saúde, entre outros, contribuíam também para dinamizar esse setor. A dinâmica econômica de Currais Novos repercutiu diretamente no crescimento populacional da cidade, como se pode ver no gráfico 1.

Gráfico 1: População total, urbana* e rural, de Currais Novos (RN) – 1950 a 1991.



Fonte: Censos demográficos do IBGE. Org. Pelos autores.

*A população do quadro suburbano presente no Censo de 1950 foi aqui considerada como urbana.

A leitura do gráfico mostra-nos que entre 1970 e 1991 a população urbana de Currais Novos deu um salto significativo, enquanto a população rural passou a declinar a partir de 1950, em consequência do êxodo rural, sobretudo. O aumento da população urbana, por sua vez, além de estar atrelado ao fenômeno anterior, relaciona-se também com a melhoria das condições de saúde e alimentação da população, reduzindo assim as taxas de mortalidade (sobretudo infantil) e o aumentando a longevidade.

O crescimento populacional acabou por interferir na dinâmica urbana e na expansão da cidade. O diagnóstico posto no Plano de Desenvolvimento Urbano de Currais Novos evidencia a expansão urbana desordenada que vinha se processando na cidade por volta dos anos 70:

Oito bairros surgiram num crescimento aleatório, configurando uma situação caótica e desordenada, resultando em formas desconexas, com os problemas aumentando gradativamente na medida em que se expande.

Nenhum dos fatores indutores do crescimento urbano (...) induziu um crescimento característico para a cidade, tendo ocorrido o seu crescimento desordenado, limitado ao sul e a leste pelos rios Totoró e São Bento e a oeste pelo açude Currais Novos. No entanto, a cidade se expande a noroeste, sendo este setor de topografia muito acidentado e inadequado para a expansão urbana. No processo de crescimento, a cidade tornou-se pobre quanto a sua paisagem urbana. A ocupação desordenada resultou na carência de loteamentos adequados, onde a infra-estrutura é mínima e a topografia acidentada não foi contornada nas áreas afastadas do centro. As áreas verdes praticamente inexistem, necessitando a população de espaços públicos amenizadores do clima árido (GOVERNO DO RIO GRANDE DO NORTE, 1978).




A carência de infraestrutura urbana foram um dos motivos que levaram a câmara municipal de Currais Novos a aprovar a Lei N° 856, de 5 de novembro de 1979, que autorizava o Executivo a “celebrar contratos e convênios com o Banco Nacional de Habitação e seus Agentes, para a participação do município no Projeto CURA, a oferecer garantias para empréstimos assumidos e dá outras providências”. Pela referida lei, o Executivo poderia tomar empréstimos de até 251.777 UPC’s do BNH, com o prazo de amortização de 20 anos, contados a partir de 1982.

Como parte dos requisitos para a obtenção de financiamento pelo Programa CURA, a prefeitura encaminhou ao BNH um documento contendo a proposição de investimento e demonstrativo da viabilidade econômica e financeira. Além de delimitar a área CURA, o documento apresentava algumas características da referida área no tocante ao número de residentes, equipamentos existentes, renda familiar, e nível socioeconômico predominante.

Assim, ela abrangia uma área de 14,3 hectares, onde residia aproximadamente 24.620 habitantes, cuja renda familiar era de até dois salários mínimos e, portanto, de nível socioeconômico baixo. Entre os equipamentos existentes estavam: escolas de 1º e 2º grau e um núcleo regional de ensino; o hospital regional e seis centros de atendimento para-hospitalar; Centro Social Urbano, Centro Integrado de atenção ao menor, Projeto CASULO; uma emissora de rádio e um escritório da TELERN; mercado público, feira livre e supermercados; órgãos públicos como a Câmara Municipal, o INAMPS, O IBGE, a Coletoria Estadual e a Receita Federal, uma agência do Banco Nacional do Norte; delegacia de polícia; além de equipamentos de lazer diversos (praça, restaurante, bares, clube, ginásio de esporte).

Segundo consta no documento, a Área CURA era importante por abrigar espaços caracterizados por uso residencial, comercial e de serviços, abrangendo o centro comercial, sendo também a mais densa e populosa da cidade. Na justificativa da proposta, o crescimento desordenado era tido como responsável pela precariedade das infraestruturas na área.

Também era mencionada a pobreza em relação à paisagem urbana e a oferta de serviços e equipamentos para atender as demandas locais. Essa justificativa em muito se assemelha ao diagnóstico sobre a situação urbana posta no Plano de Desenvolvimento Urbano de Currais Novos. Todavia, não condiz exatamente com a realidade daquela área, pois esta era relativamente bem dotada de serviços públicos, comércio, entre outros, e se configurava como a área central da cidade.



Ainda de acordo com o documento, o município de Currais Novos era o mutuário da operação de crédito pretendida, o Banco do Rio Grande do Norte (BANDERN) atuaria como agente financeiro²⁶ e o grupo de gerenciamento do CURA seria o agente promotor coordenador do Projeto, e seria concebido com este objetivo. A elaboração de todo o estudo técnico de informação do projeto ficou sob a cargo da Fundação Instituto de Desenvolvimento do Rio Grande do Norte (FIDEC). Em relação aos recursos previa-se o montante de 264.315 UPC, cerca de Cr\$ 113.338.000,00, para ser investidos tanto na elaboração dos projetos (pré-investimentos), quanto na execução das obras (investimentos). Desse total, o BNH entraria com 251.777 UPS (ou Cr\$ 107.962.000,00), e o município com 1.959 UPC (ou Cr\$840.000,00). O restante seria provido pelo SESP.

Em relação à previsão de retorno, considerou-se a arrecadação de tributos municipais, dado o crescimento da cidade (de 4,4% ao ano) previsto com a implantação do Projeto. Nesse sentido, o município comprometeu-se em aplicar alíquotas progressivas sobre os lotes não edificados, a partir de 1980, e o prefeito aprovou e sancionou alíquotas especiais no cálculo do IPTU. Além disso, estimava-se que com a ampliação do Mercado Público, a cobertura da feira livre, entre outros investimentos, as receitas do município seriam incrementadas.

No Projeto Cura Currais Novos foram especificados uma série de subprogramas, contendo várias propostas, a saber: abertura, pavimentação e recuperação de ruas; obras de paisagismo; sinalização de vias; estabelecimento de áreas de estacionamento; expansão da rede de iluminação pública; construção de duas escolas de 1º grau, de uma biblioteca pública, de dois *play-grounds* e duas praças; ampliação e reforma do mercado municipal; implantação de sarjetas, bocas de lobo, poços de visita, galerias de emissários (drenagem urbana); desapropriação de imóveis; remanejamento da rede de distribuição de água, quando da realização de cortes para a pavimentação; e o financiamento de estudos e projetos.

A execução das obras sucedeu-se em três etapas e as empresas responsáveis pela realização dos serviços foram a Empresa de Construções Civas e Rodoviário S. A. (ECCIR) e a Construtora Marquise LTDA. A Figura 1 evidencia a Área CURA no município de Currais Novos, além de localizar os equipamentos e serviços propostos. Verifica-se que boa parte da área já contava com serviços de iluminação, energia e água, sendo a pavimentação de ruas ainda

²⁶ De acordo com Maricato (p. 1987, p. 34-35), baseada em Andrade (1976), ao se tornar na condição de banco de segunda linha, o BNH repassava para os seus agentes os recursos financeiros e o encargo de cobrar os pagamentos, dessa forma, o Banco pretendia se esquivar das reclamações feitas pelos mutuários, em relação a qualidade das moradias, bem como buscar eficácia no retorno dos investimentos que estavam comprometidos diante do elevado grau de inadimplência no período de 1969/70.

bastante deficiente, fato que explica a preponderância que esse serviço teve no projeto. Nota-se, também, que a Área CURA limitava-se a noroeste com o conjunto projetado da COHAB e conjunto do INOCOOP, além de incorporar um conjunto da COHAB. Não por acaso, serviços de pavimentação financiados pelo CURA foram realizados nessas áreas.

Figura 1: Área Cura – Currais Novos - RN.



Fonte: Pesquisa Documental - Arquivo Municipal de Currais Novos.

Os vários relatórios de execução das obras do Projeto CURA atestam a realização das obras e serviços previstos, no entanto, alguns problemas foram constatados como: atraso na conclusão das obras em virtude da escassez de recursos e de mão-de-obra, defeitos estruturais, alguns relacionados à desqualificação dos trabalhadores, falta de materiais, etc.

A despeito de suas contribuições para a melhoria das condições urbanas da cidade, o Projeto CURA acabou contribuindo com o endividamento do município. Conforme consta nos balanços patrimoniais consultados a dívida advinda do Projeto ultrapassava, em 2015, os três milhões de reais, o que é muito elevado (e preocupante!) considerando a situação econômica do município. A tabela 1 evidencia a evolução da referida dívida contraída pelo município.

Tabela 1: Evolução da dívida fundada interna de Currais Novos junto ao Projeto CURA – 1999 a 2015.

Ano	Saldo anterior em circulação R\$	Amortização R\$	Saldo para exercício seguinte R\$
1999	2.491.153,89	-	2.491.153,89
2002	4.399.461,14	-	4.399.461,14
2003	4.399.461,14	-	4.399.461,14
2005	5.832.398,16	-	5.832.398,16
2006	5.832.398,27	-	5.832.398,27
2008	6.101.385,14	-	6.101.385,14
2009	6.101.385,14	-	6.101.385,14
2010	6.101.385,14	-	6.101.385,14

2011	6.101.385,14	1.711.943,57	4.389.441,57
2013	4.197.441,57	315.708,12	3.881.733,45
2014	3.881.733,45	315.708,12	3.566.025,33
2015	3.566.025,33	315.708,12	3.250.317,21

Fonte: Pesquisa documental – Balanços Gerais da Prefeitura Municipal de Currais Novos.
Org. Pelos autores.

A leitura da tabela 1 revela que nos últimos anos o governo municipal tem feito um esforço para sanar a dívida contraída na década de 1980, que compromete o orçamento municipal e reduz a capacidade de investir em outros setores como educação, saúde e assistência social. Essa constatação reforça os argumentos daqueles que responsabilizam o BNH pelo endividamento de muitos municípios alvos de seus programas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS


O Estado é de longe o principal interventor no processo de produção e reprodução do espaço urbano brasileiro, mesmo em tempos de neoliberalismo, que apregoa o distanciamento do primeiro em relação à formulação de políticas e projetos que interfiram na dinâmica e crescimento das cidades. É fato, no entanto, que o Estado na maioria dos casos age visando beneficiar a reprodução do capital, ainda que considere o viés social.

A experiência do Programa CURA em Currais Novos pode ser tomada como emblemática dessa relação por vezes implícita entre governo e mercado. Que o Programa teve suas benesses e pontos positivos é inegável. Por outro lado, também dinamizou o setor da construção civil e os demais a montante, além de ter contribuído para a valorização do solo urbano. Certamente, os proprietários de terras e imóveis abrangidas na Área CURA ou em suas proximidades também foram beneficiados.

Não se pretende aqui enaltecer ou desmerecer o referido Programa, mas elaborar uma reflexão sobre a forma como foi conduzida a política habitacional (e de desenvolvimento urbano) pelo Estado, ao deixá-la nas mãos de um órgão financeiro (o BNH, junto com o SFH), cujas ações voltaram-se, primordialmente, para o atendimento dos interesses do mercado.

Durante esse período, as demandas sociais, sobretudo, aquelas das classes menos favorecidas foram relegadas ao segundo plano e o reflexo disso observa-se hoje: precarização das infraestruturas urbanas nas grandes e médias cidades, aumento da criminalidade, agravamentos dos problemas ambientais, entre outros.

A solução desses problemas perpassa por questões estruturais radicais, e por isso mesmo difíceis de efetivarem na sociedade brasileira, na qual, a ideia da propriedade privada enquanto



direito inalienável está profundamente enraizada. Uma atuação mais firme do Estado no sentido de caminhar para uma reforma urbana efetiva é, portanto, decisiva e necessária.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal em Nível Superior (Capes) pelo financiamento desta pesquisa junto ao programa de pós-graduação em Geografia.

REFERÊNCIAS

AMORIM FILHO, O. B; SERRA, R. V. Evolução e perspectivas do papel das cidades médias no planejamento urbano e regional. In: ANDRADE, T.A; SERRA, R.V. (Org.). Cidades médias brasileiras. Rio de Janeiro: IPEA, 2001.

BOLAFFI, Gabriel. Habitação e Urbanismo: o problema e o falso problema. In: MARICATO, Ermínia (Org.). A produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial. 2. ed. São Paulo: Editora Alfa-Omega, 1982. p. 37-70.

BONDUKI, Nabil; KOURY, Ana Paula. Das reformas de base ao BNH: as propostas do Seminário de Habitação e Reforma Urbana. Arqutextos, São Paulo, n. 120.02, maio 2010. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqutextos/10.120/3432>>. Acesso em: 08 jan. 2018.

_____. Política habitacional e inclusão social no Brasil: revisão histórica e novas perspectivas no governo Lula. Revista Eletrônica de Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, n. 1, p.70-104, 2008. Disponível em: <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_01/artigo_05_18_0908.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2018.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, Distrito Federal, 5 out. 1988.

_____. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Lei Nº 10.257, de 10 de Julho de 2001. Brasília, Distrito Federal, 10 jul. 2001.

_____. Regulamenta o SERFHAU - Serviço Federal de Habitação e Urbanismo, estabelece suas finalidades e modo de operação, cria o Fundo de Financiamento de Planos de Desenvolvimento Local Integrado, e dá outras providências.. Decreto nº 59.917, de 30 de Dezembro de 1966. Brasília, Distrito Federal, 30 dez. 1966.

CARVALHO, Sônia Nahas de. Políticas Públicas em questão: a experiência do Programa CURA. Perspectivas, São Paulo, n. 8, p.13-28, 1985.

CINTRA, Antônio Octávio. Planejando as Cidades: Política ou Não Política. In: CINTRA, Antônio Octávio; HADDAD, Paulo Roberto (Org.). Dilemas do Planejamento Urbano e Regional no Brasil. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978. p. 166-253.

CORREIA, Marcelo Luiz. Estado, Política Urbana e Favelas no Brasil. Paisagens: Revista dos Estudantes de Geografia - USP, São Paulo, v. 0, n. 1, p.18-19, abr. 1997.



CORRÊA, Roberto Lobato. O espaço urbano. São Paulo: Editora Ática, 1989.

FEST, Fausto Delanne de Campos. Projeto CURA: Complementação urbana e mudanças espaciais. 2005. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

GOMES, Rita de Cássia da Conceição; ARAÚJO, Josélia Carvalho de. O Estado e sua intervenção no urbano no Rio Grande do Norte. Sociedade e Território, Natal, v. 24, n. 1, p.59-76, jan./jun. 2012.

GOVERNO DO RIO GRANDE DO NORTE; SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO; IDEC/IDUR. Plano de Desenvolvimento Urbano de Currais Novos. 1978.

MARICATO, Ermínia. Política Habitacional no Regime Militar: do milagres brasileiro à crise econômica. Petrópolis: Vozes, 1987. 96 p.

MEDEIROS, Sara Raquel Fernandes Queiroz de. BNH: outras perspectivas. In: I CONFERÊNCIA NACIONAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS, 2010, Natal. Anais..., 2010. p. 1 - 15.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURRAIS NOVOS. Lei Nº 856, de 5 de Novembro de 1979. Currais Novos, Rio Grande do Norte, 09 set. 1979.

SERRANO, Agnes de França. Avanços nos discursos de políticas urbanas nacionais. In: STEINBERGER, Marília (Org.). Território: Estado e políticas públicas espaciais. Brasília: Ler Editora, 2013. p. 185-202.

SOUZA, Maria Adélia A. de. O II PND e a política urbana brasileira: Uma contradição evidente. In: DEÁK, Csaba; SCHIFFER, Sueli Ramos (Org.). O processo de urbanização no Brasil. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004. p. 111-143.



CAPÍTULO 19

AMBIENTES AQUÁTICOS DE ÁGUA DOCE: UM RESERVATÓRIO DE BACTÉRIAS RESISTENTES?

DOI: 10.47402/ed.ep.c202296219115

Milena Roberta Freire da Silva
Karolayne Silva Souza
Francisco Henrique Santana da Silva
Rodrigo reges dos santos Silva
Hévellin Talita Sousa Lins
Tainara Fernandes Dantas
Lívia Caroline Alexandre de Araújo
Maria Betânia Melo de Oliveira

RESUMO

A resistência bacteriana a antibióticos é um problema de saúde pública mundial. A incidência e disseminação de bactérias e genes resistentes em ambientes aquáticos de água doce vêm aumentando nos últimos anos. Este fato deve-se, entre outros fatores, ao descarte inadequado de compostos químicos advindos da agricultura, indústrias e setores da saúde e veterinária. A presença destes compostos na água se configura em uma grave ameaça à qualidade da água e aos organismos ali presentes, uma vez que, alguns permanecem ativos por um longo período de tempo. Dentre estes, destacam-se os antibióticos, os quais por muito tempo foi utilizado e descartado de forma inadequada nestes ambientes, possibilitando o desenvolvimento de Genes Resistentes a Antibióticos (ARGs) e Bactérias Resistentes a Antibióticos (ARBs) e inviabilizando, conseqüentemente, estes locais para uso e recreações. Apesar disso, o surgimento de bactérias resistentes nestes ecossistemas é baixo quando comparado ao ambiente hospitalar. No entanto, é de fundamental importância a realização de monitoramento nestes ambientes aquáticos, uma vez que, estes podem não apenas albergar, mas também veicular ARGs e ARBs ao longo do seu percurso atingindo diferentes nichos ecológicos e populações ribeirinhas.

PALAVRAS-CHAVE: ARBs, ARGs, Antibióticos, Contaminantes.

INTRODUÇÃO

A descoberta dos antibióticos possibilitou um aumento na expectativa de vida dos seres humanos, diminuindo o número de infecções hospitalares e elevando a produtividade animal. Entretanto, seu uso exagerado e inadequado vem possibilitando o surgimento de bactérias cada vez mais resistentes (GOTHWAL; SHASHIDHAR, 2017). Este fato, não se restringe apenas ao ambiente hospitalar. A poluição no ambiente aquático pelo descarte de resíduos farmacêuticos vem causando uma pressão de seleção contínua na microbiota local interferindo na qualidade da saúde pública (GOTHWAL; THATIKONDA, 2018; ARAÚJO et al., 2019; SILVA et al., 2020).



Os ambientes aquáticos, principalmente àqueles de água doce podem receber poluições por antibióticos através da agricultura, unidades de criações de animais, unidades de saúde, além de domicílios domésticos (GIEBUŁTOWICZ et al., 2018; GOTHWAL; THATIKONDA, 2018). De acordo com o aumento populacional a nível mundial e, conseqüentemente o aumento no consumo destes fármacos, esses ambientes vem sendo cada vez mais comprometidos pelo descarte inadequado de seus resíduos farmacêuticos (ARAÚJO et al., 2020).

A existência de antibióticos em ambientes de água doce é uma preocupação mundial e crescente, visto que, essa interação vem possibilitando o desenvolvimento de Bactérias Resistentes a Antibióticos (ARBs) e Genes de Resistência a Antibióticos (ARGs). Assim, esse complexo de agentes bioativos e bactérias representa um risco para estes ecossistemas os quais tornam-se na maioria das vezes em receptores de poluentes (MANAIA et al., 2018; CACACE et al., 2019).

Investigações sobre a ocorrência de tipos de resistência a antibióticos em ambientes de água doce possuem limitações quando comparadas a estudos de ambientes hospitalares. Embora, nos últimos anos, a presença de bactérias patogênicas nestes ambientes vem sendo detectada e vem se tornando uma preocupação cada vez maior (NNADOZIE; ODUME, 2019).

Diante da relevância deste tema para o meio ambiente e a saúde pública, o objetivo desta revisão foi realizar um levantamento na literatura sobre a prevalência de ARBs e ARGs em ambientes aquáticos de água doce e suas implicações nestes locais.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa do tipo exploratória narrativa. Foram realizadas buscas nas principais bases eletrônicas nacionais e internacionais: Pubmed, Biblioteca virtual de saúde (Bvs) e Scholar Google (Google Acadêmico). Foram selecionados artigos científicos utilizando os descritores em ciências da saúde (DeCS) e operadores booleanos: “Anti-Bacterial Agents” AND “Bacteria” AND “Environment” no período de 2005 a 2021, considerando-se elegíveis artigos na língua inglesa e espanhola.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

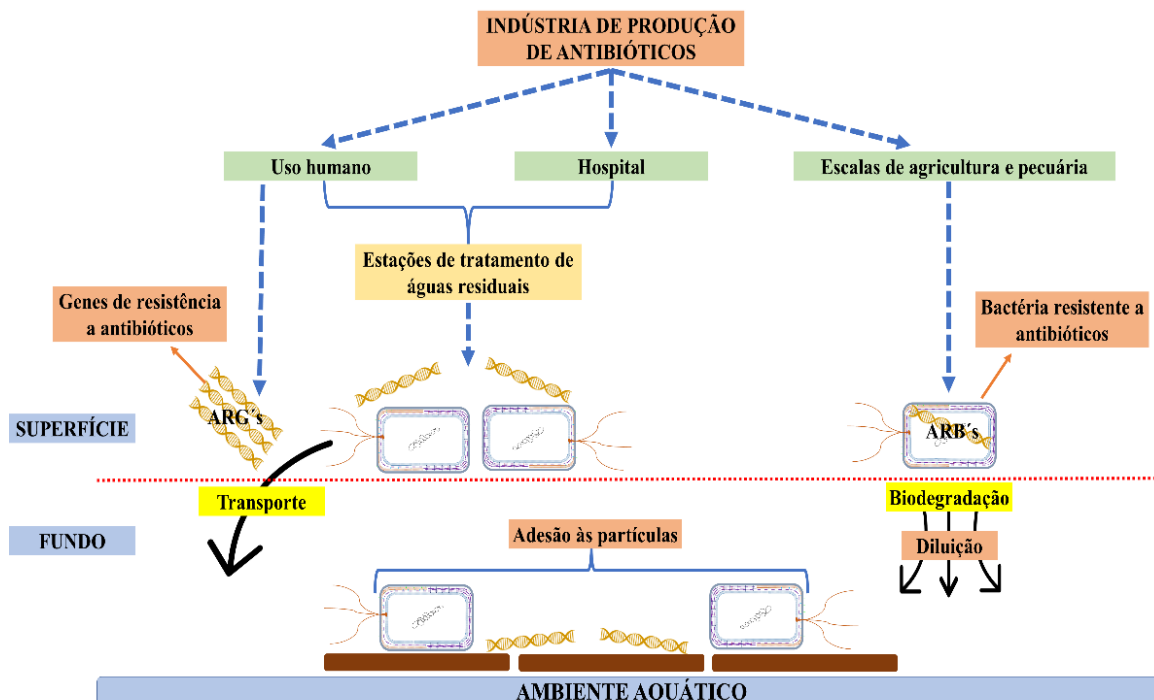
Nos últimos anos, tem sido crescente a liberação de compostos orgânicos de origem antropogênica, visto que, há uma preocupação pertinente com esses contaminantes emergentes no meio ambiente. Inúmeros compostos químicos integram esse grupo de contaminantes emergentes, principalmente os fármacos, pesticidas e aditivos industriais (GARCÍA et al., 2020).

A presença desses contaminantes em ambientes aquáticos pode configurar em uma grave ameaça aos organismos vivos que ali habitam, uma vez que esses são planejados para perdurar biologicamente ativos por períodos prolongados. Com isso, um dos compostos químicos que tem sido levado em consideração devido a essas características supracitadas são os antibióticos (CACACE et al., 2019; CORNO et al., 2019).

O uso excessivo de antibióticos tem ocasionado a liberação continuada e descontrolada em ambientes aquáticos, despertando os cientistas para necessidade de monitorar ainda mais estes ambientes, uma vez que, esses compostos podem causar o desenvolvimento de Genes Resistentes a Antibióticos (ARGs) e Bactérias Resistentes a Antibióticos (ARBs);(CHEN et al., 2017; NNADOZIE; ODUME, 2019).

Os antibióticos são agentes terapêuticos extensamente utilizados na medicina humana e veterinária principalmente no combate a infecções microbianas, inibindo o crescimento ou matando os microrganismos (GIEBULTOWICZ et al., 2018). A figura 1 corresponde a um esquema representativo da potencial origem, propagação, disseminação, degradação e diluição de ARGs e ARBs.

Figura 1: Esquema representativo da origem potencial, propagação, transmissão, degradação e diluição de ARBs e ARGs.



Fonte: Adaptado de NNADOZIE; ODUME, 2019.

Estudos recentes de Boopathy (2017) e Grabert et al (2018) demonstraram que o metabolismo incompleto de antibióticos em humanos e o descarte inadequado dessas



substâncias em estações de tratamento de água, é uma das mais importantes fontes de liberação desses agentes no meio ambiente.

Com isso, os sistemas de tratamento de águas residuais são as principais fontes de contaminação de antibióticos na água, visto que, devido às propriedades químicas desses agentes, as Estações de Tratamentos de Água - ETA são incapazes de remover completamente esses compostos, resultando assim na contaminação de águas superficiais (GIEBUŁTOWICZ et al., 2018).

Uma das características pertinentes aos antibióticos é que raramente esses compostos são metabolizados totalmente no organismo sendo excretados pela urina e fezes de forma parcial em conjunto com seus metabólitos, após alguns dias do consumo. (GARCÍA et al., 2020).

A entrada desses antibióticos no meio ambiente em zonas rurais e urbanas acontece de maneiras diferentes. Em áreas rurais, esta excreção ocorre principalmente de forma direta pelo gado, visto que, são medicados em instalações de criações de animais, assim como esta entrada pode também acontecer por meio do escoamento agrícola e pela piscicultura. Já em áreas urbanas, as descargas de efluentes (principalmente resíduos hospitalares) em rios e lagos, por exemplo, são as vias principais de entrada desses compostos químicos na água (HOCQUET; MULLER; BERTRAND, 2016; SAPKOTA et al., 2018; BIRD et al., 2019). De modo que, estes resíduos de antibióticos podem afetar a população de microrganismos na água, influenciando a resistência bacteriana a esses medicamentos. Assim, uma mistura de bactérias resistentes a antibióticos e microrganismos de fontes antropogênicas, podem oferecer riscos ao surgimento de novas cepas resistentes em grande escala (GIEBUŁTOWICZ et al., 2018).

Os ambientes de água doces são um dos mais relevantes reservatórios de ARBs e ARGs (NNADOZIE; ODUME, 2019). Segundo Tacao; Correia; Henriques (2015), estes ambientes podem conter altas concentrações de ARBs resistentes a medicamentos antimicrobianos básicos como: penicilina, tetraciclina, ampicilina, cefalotina e cloranfenicol, já que esses antibióticos são de uso mais frequente pela sociedade. A tabela 1 mostra os principais antibióticos encontrados em análises de ambientes de água doce.

Tabela 1: Prevalência dos principais antibióticos encontrados em estudos de ambientes de água doce

ESTUDOS	AMBIENTE AQUÁTICO	ANTIBIÓTICOS
Harmon et al., 2019	Lago, Barragem, Piscina Natural	Carbapenem
Tacao; Correia; Henriques, 2015	Rio	Carbapenem
Pang et al., 2015	Lago	Penicilina, Ampicilina, Cefalotina, Cloranfenicol, Tetraciclina, Rifampicina
Aubron et al., 2005	Rio	Ampicilina, Cefalotina, Cefotaxima, Ceftazidima, Imipenem, Amoxicilina + ácido clavalânico

Fonte: Autora, 2021

Os ARBs resultam em uma grande ameaça à saúde pública, dos quais as principais espécies de ocorrência são especialmente: Enterobacteriaceae produtoras de β -lactamase de espectro estendido, Enterobacteriaceae produtoras de Carbapenemase, *Staphylococcus aureus* resistente à meticilina e *Enterococcus* resistente à vancomicina, as quais podem causar infecções de espectro epidêmico (ARORA et al., 2014). Estudos realizados em Portugal, França, Japão, Estados Unidos da América (EUA), Espanha, China, Coreia e Brasil relataram a presença de ARBs em ambientes de água doce (Tabela 2).

Tabela 2: Grupos e espécies de ARBs detectados em análises de ambientes de água doce

GRUPO DE ARBs	ESTUDOS/PAÍS	ESPÉCIE DE ARBs
Enterobacteriaceae produtoras de β -lactamase de espectro estendido	Miyagi; Hirai, 2019 (Japão)	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Enterobacter cloacae</i> ,
	Ye et al., 2017 (China)	<i>Citrobacter freundii</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i>
	Harmon et al., 2019 (EUA)	<i>Enterobacter asburiae</i>
	Girlich; Poirel; Nordmann, 2011 (França)	<i>Aeromonas spp</i>
	Tacao; Correia; Henriques, 2015 (Portugal)	<i>Aeromonas hydrophila</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Pseudomonas sp</i> , <i>Acinetobacter sp</i>
	Spindler et al., 2012 (Brasil)	<i>Pseudomonas spp.</i>
Enterobacteriaceae produtoras de carbapenemase	Piedra et al., 2017 (Espanha)	<i>Escherichia coli</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Klebsiella oxytoca</i> , <i>Enterobacter cloacae</i>
Staphylococcus aureus resistente à meticilina	Thapaliya et al., 2017 (EUA)	<i>Staphylococcus aureus</i>
	Hatcher et al., 2016 (EUA)	<i>Staphylococcus aureus</i>
Enterococos resistentes à vancomicina	Nishiyama et al., 2017 (Japão)	<i>Enterococcus casseliflavus</i>
	Nam et al., 2019 (Coreia)	<i>Enterococcus spp</i>

Fonte: Autora, 2021



Estes dados são preocupantes e demonstram que a resistência bacteriana é um problema não apenas das unidades de saúde, mas também dos ambientes aquáticos impactados. Geralmente as bactérias possuem dois tipos diferentes de resistência a antibióticos, os quais são denominados de resistência intrínseca e adquirida (GARCÍA et al., 2020). A resistência intrínseca ocorre naturalmente nos microrganismos, já a adquirida revela a alteração de uma bactéria anteriormente sensível que tornou-se resistente. Essas resistências são decorrentes de mutações na estrutura do seu material genético, independente da quantidade de antibióticos presentes no meio (GARCÍA et al., 2020).

Bactérias são eficientes para obter ARGs através de mutações e transferência de genes, de modo que, a transferência de genes de antibióticos é um dos mais relevantes, obtido por meio da transferência horizontal de genes. Nesse tipo de transferência, estes microrganismos possuem a capacidade de adquirir genes de outras bactérias dentre das mesmas espécies ou de espécies distintas, visto que, enquanto as células procariontas se dividem e se multiplicam, os ARGs se espalham em escala exponencialmente significativa, e de forma vertical (SALYERS; GUPTA; WANG, 2004; GRABERT et al., 2018).

Assim, conforme o tipo de antibiótico pode haver genes distintos, de modo que, as bactérias poderão sobreviver à sua exposição. Um exemplo seria os genes de resistência à tetraciclina, dos quais, já existem relatos na literatura cerca de 38 tipos de genes distintos (ROBERTS, 2005; GRABERT et al., 2018). A tabela 3 demonstra diversas abordagens sobre os ARGs em estudos de efluentes de águas residuais tratadas no mundo todo.

Tabela 3: ARGs relatados em estudos de estações de tratamento para efluentes

GRUPO DE GENES DE RESISTÊNCIA	GENES ABORDADOS	ESTUDOS
Genes de resistência à sulfonamida	<i>Sul-I</i>	Czekalski et al., 2012, Chen; Zhang, 2013, Munir; Wong; Xagorarakis, 2011, Naquin et al., 2015
	<i>Sul-II</i>	Czekalski et al., 2012
	<i>Sul-II</i>	Chen; Zhang, 2013
Genes de resistência à tetraciclina	<i>tetA</i>	Zhang et al., 2009, Bird et al., 2019
	<i>tetC</i>	Zhang et al., 2009
	<i>tetG</i>	Auerbach; Seyfried; McMahan, 2007
	<i>tetM</i>	Chen; Zhang, 2013
	<i>TetQ</i>	Auerbach; Seyfried; McMahan, 2007
	<i>tetO</i>	Munir; Wong; Xagorarakis, 2011
	<i>tetW</i>	Munir; Wong; Xagorarakis, 2011
	<i>tetX</i>	Munir; Wong; Xagorarakis, 2011, Naquin et al., 2015, Belding; Boopathy, 2018
	Genes resistentes a beta-lactâmicos	<i>Bla_{TEM-uni}</i>
<i>blaM-I</i>		Uyaguari et al., 2011
<i>amp-C</i>		Böckelmann et al., 2009
<i>Bla_{hv-5}</i>		Böckelmann et al., 2009
<i>mecA</i>		Naquin et al., 2015, Boopathy et al., 2017

Genes de resistência a macrolídeos	<i>ermB</i>	Böckelmann et al., 2009, Negreanu et al., 2012
	<i>ermF</i>	Negreanu et al., 2012
Outros	<i>VanA</i>	Böckelmann et al., 2009

Fonte: Autora, 2021.

Os ARGs se relacionam com minerais e ácidos úmidos em ecossistemas de água doce, dos quais, se mantêm em sedimentos (NNADOZIE; ODUME, 2019). Com isso, os ARGs em ecossistemas aquáticos podem existir tanto em forma intracelular em DNA genômico e plasmídeo de bactérias resistentes a antibióticos, quanto na forma extracelular como em eDNA livre (DNA ambiental), os quais são protegidos no interior de cápsides de fago, substâncias poliméricas extracelulares, detritos celulares e/ou superfícies minerais de argila (ANYADUBA, 2016).

Em relação à destinação dos ARBs e ARGs, estes podem sofrer declínio através de processos biológicos e não biológicos (adsorvidos em partículas, diluídos, absorvidos por microrganismos aquáticos através de transferência horizontal de genes), e transportados por distâncias consideráveis em rios e lagos. O transporte dos ARBs e ARGs em ambientes aquáticos geralmente é dependente do regime de fluxo da água. Portanto, em rios que ocorrem grandes cursos de água estes são diluídos, diferentemente das áreas que estão sujeitas a seca, nas quais as concentrações são mais elevadas (JERDE et al., 2016).

Desse modo, ambientes de água doces utilizados para recreação, bem como estações de tratamento de água potável e sistemas de distribuição de água doce, podem adquirir ARBs e ARGs, representando risco para saúde pública. Esta interação de bactérias resistentes a antibióticos e seres humanos podem causar efeitos como redução da eficácia na terapia com agentes antimicrobianos, bem como elevar a incidência, gravidade e custos no tratamento de infecções (MCEWEN; COLLIGNONN, 2018; NADOZIE; ODUME, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo observou-se que os ARBs e ARGs são prevalentes em ambientes de água doce, atuando como parte de um reservatório natural de resistência a antibióticos e possibilitando, portanto, sua veiculação entre os corpos de água. Os achados e evidências relatados neste estudo sustenta a relevância da avaliação contínua do risco que estes ambientes contaminados podem representar à saúde pública e a fauna local. Este tema é extremamente relevante e necessita do direcionamento de políticas públicas para evitar o descarte inadequado desses compostos nestes ambientes.



REFERÊNCIAS

ANYADUBA, T. Fate and Transport of Antibiotic Resistance Genes in Aquatic Ecosystem. 2016.

ARAÚJO, Livia Caroline Alexandre et al. In vitro evaluation of mercury (Hg²⁺) effects on biofilm formation by clinical and environmental isolates of *Klebsiella pneumoniae*. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 169, p. 669-677, 2019.

ARAÚJO, Livia Caroline Alexandre et al. Effects of Antibiotics on Impacted Aquatic Environment Microorganisms. **Emerging Contaminants**, 2020.

ARORA, Shilpa et al. Novel chromogenic medium for detection of extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae, methicillin resistant *Staphylococcus aureus* and vancomycin resistant Enterococcus. **Journal of Medical Investigations and Practice**, v. 9, n. 2, p. 98-98, 2014.

AUBRON, Cécile et al. Carbapenemase-producing Enterobacteriaceae, US rivers. **Emerging infectious diseases**, v. 11, n. 2, p. 260, 2005.

AUERBACH, Eric A.; SEYFRIED, Erin E.; MCMAHON, Katherine D. Tetracycline resistance genes in activated sludge wastewater treatment plants. **Water research**, v. 41, n. 5, p. 1143-1151, 2007.

BELDING, Cameron; BOOPATHY, Raj. Presence of antibiotic-resistant bacteria and antibiotic resistance genes in coastal recreational waters of southeast Louisiana, USA. **Journal of Water Supply: Research and Technology-AQUA**, v. 67, n. 8, p. 800-809, 2018.

BIRD, Kyle et al. Water pollution and observation of acquired antibiotic resistance in Bayou Lafourche, a major drinking water source in Southeast Louisiana, USA. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 33, p. 34220-34232, 2019.


BÖCKELMANN, Uta et al. Quantitative PCR monitoring of antibiotic resistance genes and bacterial pathogens in three European artificial groundwater recharge systems. **Applied and environmental microbiology**, v. 75, n. 1, p. 154-163, 2009.

BOOPATHY, Raj. Presence of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in sewage treatment plant. **Bioresource technology**, v. 240, p. 144-148, 2017.

CACACE, Damiano et al. Antibiotic resistance genes in treated wastewater and in the receiving water bodies: A pan-European survey of urban settings. **Water research**, v. 162, p. 320-330, 2019.

CORNO, Gianluca et al. Effluents of wastewater treatment plants promote the rapid stabilization of the antibiotic resistome in receiving freshwater bodies. **Water research**, v. 158, p. 72-81, 2019.

CHEN, Zhaojun et al. Prevalence of antibiotic-resistant *Escherichia coli* in drinking water sources in Hangzhou city. **Frontiers in microbiology**, v. 8, p. 1133, 2017.



CHEN, Hong; ZHANG, Mingmei. Occurrence and removal of antibiotic resistance genes in municipal wastewater and rural domestic sewage treatment systems in eastern China. **Environment international**, v. 55, p. 9-14, 2013.

CZEKALSKI, Nadine et al. Increased levels of multiresistant bacteria and resistance genes after wastewater treatment and their dissemination into Lake Geneva, Switzerland. **Frontiers in microbiology**, v. 3, p. 106, 2012.

GARCÍA, Joan et al. A review of emerging organic contaminants (EOCs), antibiotic resistant bacteria (ARB), and antibiotic resistance genes (ARGs) in the environment: Increasing removal with wetlands and reducing environmental impacts. **Bioresource technology**, v. 307, p. 123228, 2020.

GIEBUŁTOWICZ, Joanna et al. Occurrence of antimicrobial agents, drug-resistant bacteria, and genes in the sewage-impacted Vistula River (Poland). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 6, p. 5788-5807, 2018.

GAWRYSZEWSKA, I. et al. Invasive enterococcal infections in Poland: the current epidemiological situation. **European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases**, v. 35, n. 5, p. 847-856, 2016.

GIRLICH, Delphine; POIREL, Laurent; NORDMANN, Patrice. Diversity of clavulanic acid-inhibited extended-spectrum β -lactamases in *Aeromonas* spp. from the Seine River, Paris, France. **Antimicrobial agents and chemotherapy**, v. 55, n. 3, p. 1256-1261, 2011.

GOTHWAL, Ritu; SHASHIDHAR. Occurrence of high levels of fluoroquinolones in aquatic environment due to effluent discharges from bulk drug manufacturers. **Journal of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste**, v. 21, n. 3, p. 05016003, 2017.

GOTHWAL, Ritu; THATIKONDA, Shashidhar. Mathematical model for the transport of fluoroquinolone and its resistant bacteria in aquatic environment. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, n. 21, p. 20439-20452, 2018.

GRABERT, Richard et al. Effect of tetracycline on ammonia and carbon removal by the facultative bacteria in the anaerobic digester of a sewage treatment plant. **Bioresource technology**, v. 267, p. 265-270, 2018.

HARMON, Dana E. et al. Prevalence and characterization of carbapenem-resistant bacteria in water bodies in the Los Angeles–Southern California area. **Microbiologyopen**, v. 8, n. 4, p. e00692, 2019.

HATCHER, S. M. et al. Occurrence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in surface waters near industrial hog operation spray fields. **Science of the Total Environment**, v. 565, p. 1028-1036, 2016.

HOCQUET, Didier; MULLER, Allison; BERTRAND, Xavier. What happens in hospitals does not stay in hospitals: antibiotic-resistant bacteria in hospital wastewater systems. **Journal of Hospital Infection**, v. 93, n. 4, p. 395-402, 2016.

JERDE, Christopher L. et al. Influence of stream bottom substrate on retention and transport of vertebrate environmental DNA. **Environmental science & technology**, v. 50, n. 16, p. 8770-8779, 2016.



LACHMAYR, Karen L. et al. Quantifying nonspecific TEM β -lactamase (bla TEM) genes in a wastewater stream. **Applied and environmental microbiology**, v. 75, n. 1, p. 203-211, 2009.

MANAIA, Célia M. et al. Antibiotic resistance in wastewater treatment plants: tackling the black box. **Environment international**, v. 115, p. 312-324, 2018.

NAM, Sehee et al. Detection and genotyping of vancomycin-resistant *Enterococcus* spp. by multiplex polymerase chain reaction in Korean aquatic environmental samples. **International journal of hygiene and environmental health**, v. 216, n. 4, p. 421-427, 2013.

MCEWEN, Scott A.; COLLIGNON, Peter J. Antimicrobial resistance: a one health perspective. **Microbiology spectrum**, v. 6, n. 2, p. 6.2. 10, 2018.

MIYAGI, Kazufumi; HIRAI, Itaru. A survey of extended-spectrum β -lactamase-producing Enterobacteriaceae in environmental water in Okinawa Prefecture of Japan and relationship with indicator organisms. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, n. 8, p. 7697-7710, 2019.

MUNIR, Mariya; WONG, Kelvin; XAGORARAKI, Irene. Release of antibiotic resistant bacteria and genes in the effluent and biosolids of five wastewater utilities in Michigan. **Water research**, v. 45, n. 2, p. 681-693, 2011.

NAQUIN, Anthony et al. Presence of antibiotic resistance genes in a sewage treatment plant in Thibodaux, Louisiana, USA. **Bioresource technology**, v. 188, p. 79-83, 2015.

NEGREANU, Yael et al. Impact of treated wastewater irrigation on antibiotic resistance in agricultural soils. **Environmental science & technology**, v. 46, n. 9, p. 4800-4808, 2012.

NISHIYAMA, Masateru et al. Antibiotic resistance profiling and genotyping of vancomycin-resistant enterococci collected from an urban river basin in the provincial city of Miyazaki, Japan. **Water**, v. 9, n. 2, p. 79, 2017.

NNADOZIE, Chika F.; ODUME, Oghenekaro Nelson. Freshwater environments as reservoirs of antibiotic resistant bacteria and their role in the dissemination of antibiotic resistance genes. **Environmental pollution**, v. 254, p. 113067, 2019.

PANG, Yu-Chen et al. Prevalence of antibiotic-resistant bacteria in a lake for the storage of reclaimed water before and after usage as cooling water. **Environmental Science: Processes & Impacts**, v. 17, n. 6, p. 1182-1189, 2015.

PIEDRA, Núria Carrasco et al. Carbapenemase-producing enterobacteriaceae recovered from a Spanish river ecosystem. **PloS one**, v. 12, n. 4, p. e0175246, 2017.

ROBERTS, Marilyn C. Update on acquired tetracycline resistance genes. **FEMS microbiology letters**, v. 245, n. 2, p. 195-203, 2005.

SALYERS, Abigail A.; GUPTA, Anamika; WANG, Yanping. Human intestinal bacteria as reservoirs for antibiotic resistance genes. **Trends in microbiology**, v. 12, n. 9, p. 412-416, 2004.

SAPKOTA, Amir et al. Aquaculture practices and potential human health risks: current knowledge and future priorities. **Environment international**, v. 34, n. 8, p. 1215-1226, 2008.



SILVA, Sivoneide et al. Effects of Cefazolin and Meropenem in Eradication Biofilms of Clinical and Environmental Isolates of *Proteus mirabilis*. **Current microbiology**, v. 77, n. 8, p. 1681-1688, 2020.

TACAO, Marta; CORREIA, António; HENRIQUES, Isabel S. Low prevalence of carbapenem-resistant bacteria in river water: resistance is mostly related to intrinsic mechanisms. **Microbial Drug Resistance**, v. 21, n. 5, p. 497-506, 2015.

THAPALIYA, Dipendra et al. Prevalence and characterization of staphylococcus aureus and methicillin-resistant staphylococcus aureus on public recreational beaches in northeast ohio. **GeoHealth**, v. 1, n. 10, p. 320-332, 2017.

UYAGUARI, Miguel I. et al. Characterization and quantitation of a novel β -lactamase gene found in a wastewater treatment facility and the surrounding coastal ecosystem. **Applied and environmental microbiology**, v. 77, n. 23, p. 8226-8233, 2011.

YE, Qinghua et al. Antibiotic-resistant extended spectrum ss-lactamase-and plasmid-mediated AmpC-producing enterobacteriaceae isolated from retail food products and the pearl river in Guangzhou, China. **Frontiers in microbiology**, v. 8, p. 96, 2017.

ZHANG, Xuxiang et al. Class 1 integronase gene and tetracycline resistance genes tet A and tet C in different water environments of Jiangsu Province, China. **Ecotoxicology**, v. 18, n. 6, p. 652-660, 2009.



CAPÍTULO 20

QUALIDADE DE ÁGUA EM PESQUEIROS: IMPORTÂNCIA, LAZER E SAÚDE

DOI: 10.47402/ed.ep.c202296320115

Mariana Nogueira Braulino de Melo
Karyne Oliveira Coelho
Fernanda Rodrigues Taveira Rocha
Oswaldo José da Silveira Neto
Aracele Pinheiro Pales dos Santos

RESUMO

Pesque-pague é um espaço onde o fundamental atrativo é a pesca recreativa e/ou esportiva realizadas em lagos naturais ou artificiais. Além das atividades relacionadas a pesca, os pesque-pague estão inseridos no contexto de turismo rural, mediante oferta de serviços de recreação, lazer e alimentação para seus clientes. Possui atividade social e econômica. Geralmente utilizam a mão de obra familiar; no entanto, a geração de empregos, diretos e indiretos; além da contratação extra de funcionários nos dias de maior movimentação. A importância da água dos pesque-pagues inicia-se no momento de entrada das mesmas nos viveiros. Cita-se que a manutenção da qualidade da água em viveiros de piscicultura é requisito básico para o sucesso econômico do sistema produtivo, da segurança dos alimentos disponibilizado por estes empreendimentos e para o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiente, Coliformes, Limnologia, Pesque-pague

INTRODUÇÃO

Um viveiro de piscicultura apresenta diversos elementos vivos (fitoplâncton, zooplâncton e bactérias), denominados fatores bióticos, e não vivos (compostos químicos como nitrogênio, fósforo, carbonatos, bicarbonatos etc.), denominados fatores abióticos (DOMINGUES et al., 2017). Para se obter uma boa produção e garantir a saúde dos peixes, há padrões de qualidade das águas destinadas à criação desses animais. A manutenção de padrões adequados de qualidade da água e dos alimentos fornecidos aos peixes pode evitar prejuízos financeiros. Os ambientes aquáticos são ecossistemas dinâmicos e apresentam variações nas suas características físicas, químicas e biológicas, as quais definem a qualidade da água armazenada, sendo assim, importantes ferramentas para o monitoramento, para o ambiente e de importância para a saúde humana (LIMA et al., 2012).

A importância da água dos pesque-pagues inicia-se desde o momento de entrada das mesmas nos viveiros (BASTOS et al., 2006). PINHEIRO et al., (2015); QUERIJERO e MERCURIO, (2016) consideraram que a manutenção da qualidade da água em viveiros de piscicultura é requisito básico para o sucesso econômico do sistema produtivo dos peixes e da segurança dos alimentos disponibilizado por estes empreendimentos. A qualidade pode ser



influenciada por vários fatores, dentre os quais: a origem da fonte de abastecimento de água, o manejo alimentar nos viveiros de peixes e fatores antrópicos (ARANA, 2004).

Entre as formas poluidoras da água dos peixes, destaca-se que viveiros poluídos com esgotos ou excretas podem contaminá-los com bactérias e vírus (HESPANHOL, 2008). A má qualidade da água, podem favorecer a contaminação com esporos de fungos, através de transmissão horizontal (PINHEIRO et al., 2015). A circulação de animais, nas áreas de pesque-pague, piora a qualidade da água; pois estes são responsáveis por carrear bactérias para ambiente aquático (COSTA et al., 2016; GROTT et al., 2016). Águas residuais de residências e indústrias instaladas próximas aos sistemas de produção tornam-se potenciais fontes de contaminação (BASTOS et al., 2006).

Erros no manejo pode significar a ocorrência de contaminação horizontal para peixes através de microrganismos que estão presentes na água; tal ocorrência relaciona-se a queda da imunidade dos peixes; deixando-os susceptíveis ao aparecimento e proliferação de doenças. O inadequado ou a inexistência do tratamento físico ou filtragem prévia da água na entrada dos viveiros pode ser a porta de entrada para microrganismos (MARQUES, ARAUJO e THOME, 2015; PINHEIRO et al., 2015; COSTA et al, 2016). As introduções de grande quantidade de matéria orgânica proveniente dos restos de alimentos, dos adubos e das fezes dos animais cultivados, também podem contribuir para a contaminação da água de viveiros (MACEDO, SIPAÚBA-TAVARES, 2010).

A má qualidade da água prejudica a imunidade dos peixes e os expõe a doenças; os produtores para resolver este problema fazem uso de medicamentos os quais agravam a qualidade de água (PINHEIRO et al., 2015). Entre os fármacos mais utilizados na aquicultura mundial cita-se a doramectina (DOR), metronidazol (MET), florfenicol (FLO), e oxitetraciclina (OXT) (KOŁODZIEJSKA et al., 2013). Resíduos de fármacos liberados indevidamente na água, por ela transportada ou acumulados em sedimentos interferem na fisiologia, no metabolismo e no comportamento das espécies aquáticas e causam danos severos à saúde pública

Os peixes não metabolizam eficazmente antibióticos e grande parte dos fármacos não utilizados voltam ao meio ambiente através das fezes. Estima-se que 75% dos antibióticos usados na alimentação de peixes são excretados na água. Aproximadamente 80% dos antibióticos utilizados em aquicultura entram no ambiente de forma intacta, e corroboram para




a seleção de bactérias resistentes. A resistência bacteriana impacta negativamente a saúde humana, animal e ambiente aquático (CABELLO et al., 2013).

Uma forma de fazer o uso racional de recursos hídricos em piscicultura é reutilizar a água, que deve ser previamente tratada e também passar por processo de aeração, para então ser usada na aquicultura novamente, desta forma torna-se um sistema sustentável, com melhor aproveitamento dos recursos hídricos. Essa água também pode ser lançada como efluente nas águas receptoras sem agredir o meio ambiente (DOS SANTOS et al., 2011). BARRONCAS et al. (2016) ressaltaram que é necessário rever e minimizar o desperdício de água com renovações periódicas, pois explicaram que a renovação semanal de apenas 20% da água de viveiros não interfere nos índices zootécnicos de peixes e nem na qualidade da água. O conhecimento dos fatores que atuam diretamente na qualidade da água de viveiros de piscicultura é importante para um melhor gerenciamento dos empreendimentos e do uso ecologicamente correto dos recursos hídricos.

Segundo Esteves (2011) em ambientes tropicais se observam apenas duas estações climáticas bem definidas, sendo uma de estiagem e outra de chuvas; ocasionando situações com grande distinção na qualidade da água. Como sugestão recomenda-se o monitoramento periódico da qualidade da água, em função de ocorrerem variações da carga orgânica conforme o regime pluviométrico (ALVES et al., 2016). É necessário trabalhar a conscientização da população envolvida nas atividades aquícolas a fim de melhorar o entendimento entre a relação peixe, água e saúde pública (COSTA et al., 2016; PULFORD, POLIDORO e NATION, 2017).

Uma forma de melhorar a qualidade de água e prevenir doenças para peixes e pessoas, é através da busca por profissionais que trabalham com Saúde Única. Muitas doenças podem ser melhor prevenidas e combatidas através da Saúde Única, que abraça três aspectos: a união indissociável entre saúde animal, ambiental e humana, torna-se fundamental para garantir níveis excelentes de saúde. Com objetivo de prevenir enfermidades animais, zoonoses, melhorar a saúde pública e melhorar a produção de alimentos (PFUETZENREITER, ZYLBERSZTAJN e PIRES DIAS DE AVILA, 2004).

Como são muitos os possíveis impactos decorrentes da aquicultura na saúde pública e no meio ambiente, é necessária maior atenção dos órgãos responsáveis pelo controle e fiscalização dessa cadeia produtiva, por isso o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) através da portaria nº 573 de junho de 2003 criou o Programa Nacional de Sanidade dos Animais Aquáticos (BRASIL, 2003).



O Programa Nacional de Sanidade de Animais Aquáticos (PNSAA) foi instituído pelo MAPA, regulamentando, assim, a produção de animais aquáticos no país. No entanto, o Regulamento Técnico do PNSAA foi aprovado pela Instrução Normativa Nº 53, de 2 de julho de 2003, padronizando as ações profiláticas, métodos de diagnósticos e o saneamento dos estabelecimentos de aquicultura (BRASIL, 2003). A PNSAA também estabelece que os estabelecimentos cadastrados estão sujeitos a fiscalização do serviço veterinário oficial, tendo a suspensão da autorização de comercialização, importação/exportação, caso o estabelecimento não esteja cumprindo as exigências do regulamento (BRASIL, 2003). Com isso, foi criada a Resolução no 357 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), de março de 2005, que estabelece parâmetros para as principais características físicas, químicas e biológicas da água.

REFERENCIAL TEÓRICO

Qualidade físico-química da água em pesque-pague

Os principais parâmetros de qualidade da água a que devem ser monitorados quanto o ponto de vista físico-químico, durante o cultivo de animais aquáticos, são: temperatura, oxigênio dissolvido (OD) e pH. Porém faz-se necessária a avaliação da alcalinidade, dureza, condutividade elétrica, transparência, amônia, nitrito, nitrato, nitrogênio total e o fósforo total; sendo que os valores destas variáveis devem se manter dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 (BRASIL, 2005).

A temperatura da água é um dos parâmetros mais importantes dentro de um viveiro, pode ser influenciada por fatores naturais: índices pluviométricos, temperatura do ar e mudanças climáticas (SOUZA et al, 2014); ou por características antrópicas: lançamentos de efluentes com temperaturas diferentes no corpo hídrico (RAPTIS, BOUCHER e PFISTER, 2017).

A atividade fisiológica dos peixes, apesar da característica pecilotérmica, está intimamente ligada a temperatura da água (REBOUÇAS et al., 2014). Considera-se temperatura ótima para peixes tropicais a variação entre 21,7° e 35,6°C. No entanto, BENDHACK et al., (2013) citaram que cada espécie tem uma temperatura na qual melhor se adapta e se desenvolve. As temperaturas acima ou abaixo das ideais influenciam o desempenho de forma a reduzir o crescimento; sendo que as extremas podem levar até à mortalidade (PIEDRAS, MORAES e POUHEY, 2014).



Os peixes apresentam uma baixa tolerância a variações bruscas de temperatura. Sob o aumento de temperatura, durante ondas de calor no verão, algumas espécies de peixes correm risco e apresentam estresse fisiológico, maior gasto energético e menor desenvolvimento corporal (MADEIRA et al., 2017). Para mitigar esses efeitos e ajudarem a suportar as altas temperaturas, os peixes se refugiam em águas mais profundas (WALTHAM e SHEAVES, 2017). Este fator tem influência direta no manejo alimentar, conversão alimentar, ganho de peso e crescimento dos peixes (BENDHACK et al, 2013). Sob temperaturas elevadas aumentam o consumo de ingestão de ração, para suprir as exigências alimentares, em decorrência da aceleração do metabolismo (SILVA et al, 2013). Em contrapartida, quando expostos a temperaturas abaixo do ideal, reduzem o metabolismo, o consumo de ração e, conseqüentemente, o ganho de peso (PIEDRAS, MORAES e POUHEY, 2014).

Além dos efeitos sobre taxas metabólicas e gasto de energia, a temperatura também atua sobre o comportamento social dos cardumes. Esse fator influencia o desempenho reprodutivo, especialmente, nos peixes de água doce, interfere também nas taxas de fecundidade e de natalidade (DE SOUZA ANDRADE et al, 2015). Juntamente com os fatores genéticos e ambientais, a temperatura controla o desenvolvimento e maturação gonadal dos peixes. O eixo hipotálamo-hipófise-gônadas, assim como em outros vertebrados, atua como um papel central na regulação sobre o desenvolvimento reprodutivo (CHEN, HU e ZHU, 2013).

As flutuações de temperatura, também são responsáveis por regular a ação hormonal no processo de determinação do sexo de teleósteos. A temperatura envia sinais para as gônadas. Na via de diferenciação sexual, os genes são compartilhados entre os mecanismos determinantes do sexo. Acredita-se que primariamente a temperatura da água determina o sexo de forma irreversível. Este processo é importante para combater a extinção de espécies selvagens, algumas espécies podem se adaptar a várias condições de temperatura, porém, espécies termossensíveis, que não são capazes de se adaptar às mudanças climáticas, sofreram impactos sobre suas populações (SHEN e WANG, 2014).

Condições inadequadas de temperatura também podem ser responsáveis pela supressão do sistema imune, o que predispõe o peixe ao ataque de agentes patogênicos, causam infecções e podem levar ao óbito. Temperaturas elevadas aumentam a vulnerabilidade à invasão biológica em sistemas de animais aquáticos.

A temperatura tem um efeito significativo nos processos químicos. O estresse térmico dos peixes está ligado ao estresse oxidativo (MADEIRA et al., 2013). Quanto mais alta a



temperatura da água, mais baixas são as concentrações de oxigênio (DE OLIVEIRA MOURA et al., 2017). Deste modo em águas com altas temperaturas os peixes podem usar até três vezes mais sua frequência respiratória (SILVA; FERREIRA; LOGATO, 2006). Peixes expostos a períodos superiores a 12 horas de situações de hipóxia apresentam cortisol plasmático e lactato alterados no sangue. A consequência é deficiência na conversão alimentar, déficit no desenvolvimento e crescimento, predisposição ao surgimento de doenças e mortalidade (LEIRA et al., 2016).

Considerado um dos gases mais importantes sobre a vida piscícola. Peixes são sensíveis à variações dos níveis de oxigênio. A sensibilidade a baixa taxa de oxigênio varia de espécie para espécie. O ideal do nível de oxigênio para peixes está entre 2,0 a 7,0 mg/litro. Sob estresse oxidativo, em condições de hipóxia, alevinos de carpa prateada são mais sensíveis do que alevinos de tilápias (AHMED et al., 2016).

Há vários fatores responsáveis por influenciar os índices de oxigênio na água. Durante o inverno, observaram-se em água de pesque-pagues brasileiros, aumento médio de 12,5% no valor de oxigênio dissolvido na água, em relação ao verão (SANDRE et al, 2009). Essa situação acontece devido aos índices pluviométricos que são responsáveis por influenciar nos índices de oxigênio em viveiros (FREITAS et al, 2014). Esta circunstância leva ao aumento da transparência da água no inverno, que facilita a passagem de luz e propicia a produção de fitoplânctons através da fotossíntese. Por sua vez, o aumento da fotossíntese, aumenta a concentração de oxigênio dissolvido durante o dia (WETZEL, 2001).

Durante a noite, ocorre consumo excessivo do oxigênio pelos fitoplânctons que levam à sua escassez no viveiro. Essa interferência de fatores de oxigênio pelos fitoplânctons podem estar associadas ao acúmulo de matéria orgânica em viveiros. Estas se mineralizam e torna-se substrato para fitoplânctons (CYRINO et al., 2010). A presença de cargas orgânicas, consomem o oxigênio disponível da água e pode causar situações muito próximas a anóxia (SOUZA et al., 2014).

Gás carbônico, em concentrações elevadas, piora a qualidade da água. Colabora para o aumento das reações da decomposição de matéria orgânica no fundo dos viveiros. Em altos níveis de CO₂ no viveiro, há a formação de nitrogênio amoniacal, que é tóxico e deve ser medido com frequência (LEIRA et al., 2016). Como consequência da quantidade alta de gás carbônico dissolvido na água, peixes sofrem redução no crescimento, baixa conversão alimentar e uma variedade de problemas de saúde (GOOD et al., 2018).



Em ecossistemas de água doce, quando aumenta níveis de gás carbônico livre, ocorre uma fraca acidificação da água, isto interfere no sistema aquático e traz graves consequências (HASLER, et al., 2017). Peixes expostos a água doce acidificada, sofrem alterações moleculares, juntamente com a sensibilidade reduzida ao olfato. Por contraste, como a função do neurotransmissor cerebral é a principal causa do comprometimento comportamental mediado pelo olfato dos peixes, isto interfere em sua aptidão física, alimentação, reprodução e prevenção contra predadores (LEDUC et al, 2013).


O valor ideal de pH para a produção de peixe encontra-se entre 6,5 e 9,0. Valores de pH abaixo ou acima dessa faixa tornam-se prejudiciais para a produção de peixes, e em condições extremas pode causar morte (FARIA et al., 2013). Considera-se valores de pH < 5,5 são valores indicativos de baixo potencial de produção de peixe, pH entre 5,5 e 6,5 são valores de médio potencial (SOUZA e AMARAL, 2015).

Alcalinidade também interfere em valores do pH da água. Ao longo do dia, valores mínimos de alcalinidade, influenciam na variação do pH em até duas casas decimais (BALDISSEROTTO, 2013). A resolução CONAMA 357 (2005) não determina valores para alcalinidade de água de criação de peixes, podendo-se usar como parâmetro deste fator a determinação feita por KUBITZA (2003) de no mínimo 30 mg CaCO₃/L⁻¹.

Variações de pH na água também são responsáveis por fazer com que a água sofra variações de cor (DI BERNARDO e DANTAS, 2005). De caráter estético, a cor é produzida por substâncias dissolvidas ou em suspensão na água, pode ser originada de forma natural, quando indica a presença de metais, como o ferro e manganês (Fe e Mn), que conferem a cor vermelha e marrom, respectivamente (SOUZA et al., 2015). Ou pode ser indicador de matéria orgânica oriunda da degradação de origem vegetal, animal e outras (BRASIL, 2006).

A interpretação dos resultados da cor da água deve-se distinguir entre cor aparente e cor verdadeira, esta última pode ser medida após centrifugação da amostra em laboratório, através do método descrito na 20ª edição do Standard Methods (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1994). Ou seja, a cor verdadeira é definida como aquela que não sofre interferências de partículas suspensas na água, obtida através da filtração ou centrifugação da amostra, diferente da cor aparente que é obtida sem a realização desses processos. A cor pode variar devido alterações de pH da água (DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

A cor aparente é determinada comparando-se a amostra com um padrão de cobalto-platina. Os resultados são obtidos em unidades de cor, também chamados de unidades Hazen



(uH). As águas naturais apresentam intensidade de cor que varia entre 0 e 200 unidades (BRASIL, 2014). Já a cor verdadeira tolerada pela Resolução Conama 357 (2005) é no máximo de 75 mg Pt/L. Matérias orgânicas em solução encontradas em águas coloridas, somadas ao uso de cloro (geralmente usado para águas de consumo direto humano), pode gerar trihalometanos, que são compostos potencialmente cancerígenos (BRASIL, 2006).

Os parâmetros cor e turbidez são interligados, sofrem influência significativa da precipitação, apresentam menores valores de concentração no período de estiagem, intensificam-se nos períodos chuvosos. Estes fatores, se decompostos, tendem a prejudicar mais as condições sanitárias da água (OLIVEIRA e CUNHA, 2014). A ação antrópica, através de desmatamento das margens dos corpos hídricos, corrobora para aumento desses fatores, através do escoamento de água das chuvas. Por sua vez, quando há presença de mata ciliar, protege o solo e evita o transporte de material particulado em suspensão no curso d'água, contribui para presença de menores valores destes parâmetros (MARMONTEL e RODRIGUES, 2015).

A turbidez serve como importante parâmetro das condições adequadas da água, altera principalmente sua aparência. Além das chuvas, o aumento neste fator pode ser oriundo do impacto da chegada da água dentro dos viveiros, presença de animais na área de criação e manejo ruim de sedimentos dos peixes no fundo, fatores que conseqüentemente geram o aumento de carga orgânica e sólidos totais dissolvidos nos corpos d'água (FREITAS et al., 2014). O despejo doméstico em cabeceira dos rios, colabora com o aumento da turbidez, causa o aumento de sólidos em suspensão, que interfere no grau de penetração da luz através da água (MARMONTEL e RODRIGUES, 2015).

A turbidez advinda de fontes naturais, como de partículas de rocha e algas, não demonstra inconvenientes sanitários, exceto esteticamente. Porém, a turbidez oriunda de fontes antrópicas, como despejos domésticos, despejos industriais e erosão, relacionada à presença de microrganismos patogênicos e compostos tóxicos na água. A turbidez natural das águas é compreendida entre 3 a 500 unidades, para fins de potabilidade não pode ultrapassar 1 unidade (BRASIL, 2014). A resolução CONAMA 357 (2005), traz que o valor aceitável para água classe 2 é de no máximo 100 unidades. Outro fator que piora a turbidez da água é o aumento de sólidos totais dissolvidos (FREITAS et al., 2014). Estes influenciam o aumento de teores de sedimentos, devido a criação de peixes (MALLASEN et al., 2012).

A Resolução do CONAMA 357/2005 traz que o padrão aceitável é de 500 mg/L. Porém na produção de tabaquis, a presença de valores >115,11 mg/L liberados nos efluentes, mostrou



alterar de forma drástica o ambiente que recebe a descarga (BARRONCAS et al., 2016) Situação piorada se somada a outros fatores desajustados, como o nitrato, por exemplo (FREITAS et al., 2014).

A condutividade elétrica é responsável por ajudar a detectar fontes poluidoras. É indicativo de depreciação da água, poluições domésticas e sanitárias (SOUZA et al., 2014). Uma maneira de melhorar este fator na água é através da cobertura de terra com bambuzal e uma faixa de mata ciliar, ambos contribuem para melhorar a qualidade da água (MARMONTEL e RODRIGUES, 2015). A Resolução CONAMA 357 (2005) não traz valor estimado para este parâmetro. Pode-se usar o indicado por KUBITZA (2003), que estabelece limite aceitável de condutividade elétrica entre 20 e 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para criação de organismos aquáticos.

Como a condutividade elétrica é dependente da quantidade de sais presentes na água, deve-se ficar atento a esta questão. Os níveis de dureza ideal para um bom desenvolvimento dos peixes é entre 50 e 80 $\text{mg CaCO}_3/\text{l}$ (PADUA, 2016). A salinização pode ser favorecida por quantidades anormais de cloretos presente na água. Este elemento serve como indicador de contaminação por resíduos agrícolas através de fertilizantes, por exemplo (FERNANDES et al, 2005).

Produtos químicos liberados utilizados frequentemente no solo, principalmente, por longos períodos, podem ser liberados para a coluna de água. Em parâmetros anormais, podem causar toxicidade, prejudicar peixes e o meio ambiente. Provocam o acúmulo de compostos zinco e ferro, devendo sempre ser monitorados os níveis de metais na água (SOUZA e AMARAL, 2015). O aparecimento de metais pesados em sedimentos de água, podem ocasionar riscos ecológicos, causam impactos nas comunidades de organismos vivos que vivem no substrato de ambientes aquáticos, organismos flutuantes na coluna d'água, e interferir na cobertura de plantas flutuantes (FU et al., 2014).

Zinco é um dos principais metais pesados que bioacumula em maior grau em tecidos, fígados e músculo de peixes. Este mineral é potente e perigoso e pode estar presente no peixe em níveis que excedam a segurança alimentar (AYDIN-ONEN et al., 2015). A exposição a Zinco pode levar a uma alta acumulação nas brânquias que causam danos estruturais e redução do oxigênio consumido, isto causa a redução acentuada na taxa metabólica de peixes e consequentemente diminui o conteúdo proteico em tecidos.

Brânquias são os principais atingidos pelos metais pesados. Devido as brânquias sempre permanecerem em contato direto com o meio ambiente, o excesso de ferro na água causa doença



grave nelas, afetando a função respiratória e osmorreguladora dos peixes. Apresentam lesões como necrose, levantamento epitelial, fusão lamelar, hiperplasia, sinetes, infiltração de linfócitos e ponte no tecido branquial. Por isso, sugere-se que a brânquia de peixe pode ser usado como um sistema modelo para o estudo do adverso efeitos de tóxicos de metais pesados, em especial o Ferro. Água contendo valores na faixa de $8,71 \text{ mg L}^{-1}$ para ferro, além de afetar a qualidade físico-química da água, afeta o bem-estar dos peixes. Por serem redox metais ativos e capazes de gerar radicais livres, causam estresse oxidativo, consequentemente induzem peroxidação em biomoléculas como lipídios e proteínas, que são os principais constituintes da membrana (JAVED et al., 2015).

A quantidade de ferro na água está ligada a quantidade de ferro encontrado nos tecidos de peixes. A bioacumulação de ferro nos tecidos de peixes, pode atingir concentração no tecido intestinal de $3,1 \pm 0,5 \text{ Fe}$ e mais alta concentração no tecido hepático $9,2 \pm 1,1 \text{ Fe}$ (SALEH e MARIE, 2014). Metais pesados, sejam eles essenciais como o ferro, ou não essenciais como o alumínio, tem efeitos tóxicos nos peixes. Estes acumulam nos tecidos e causam envenenamento nos peixes além de serem causas de baixa imunidade, o que favorece o aparecimento de patologias, afetam a reprodução e funções fisiológicas vitais do organismo (AUTHMAN et al., 2015).

Alumínio é elemento importante que deve ser monitorado na água. Este metal tem influência sobre a vida dos peixes, uma vez que este composto se deposita nas brânquias e causam entupimento, consequentemente causam distúrbios respiratórios e circulatórios (BJERKNES et al., 2003). Provocam hiperplasia das brânquias e degeneração do fígado. Quando combinados a outros elementos, como o zinco, parece ser ligeiramente mais tóxico, com efeitos mais pronunciados.

Uma fonte perigosa de alumínio advém de água doce acidificada. O alumínio é solúvel e, portanto, mais tóxico em valores de pH inferiores a 6,0. Alterações fisiológicas provocadas a exposição de alumínio somados a pH ácido, relacionam-se a problemas nos sistemas cardiovascular e reprodutor. Impedem, a maturação final de ovócitos e ovulação, afetam o desenvolvimento de ovócitos mais cedo durante vitelogênese, que foi visto como gonadosomático. Em machos, ocasiona propagação tardia comportamental reprodutiva, regressão tardia de testículos após desova e baixos índices de espermatogênese. Exposição de alumínio em pH 4,75, faz com que os peixes diminuam o apetite. A má alimentação desses indivíduos, aparentemente resulta em aumento da mortalidade. O nível de tolerância à exposição de alumínio é variável para cada espécie de peixe (BJERKNES et al., 2003).



O interesse da saúde pública, também se dá frente à presença de compostos nitrogenados em recursos hídricos (DE CAMPOS et al., 2012). As formas nitrogenadas estão presentes naturalmente no meio aquático. Em níveis muito elevados, podem afetar o crescimento dos organismos criados e até provocar mortalidade (DE CAMPOS et al., 2012). Podem ser a causa de enfermidades graves em seres humanos (WARD et al, 2008).


As formas nitrogenadas mais abundantes nos viveiros são a amônia, nitrito e nitrato (DE CAMPOS et al., 2012). Onde o nitrito é um composto intermediário no processo de nitrificação, em que a amônia é oxidada por bactérias, forma nitrito e, posteriormente, nitrato. Níveis altos de nitrato na água são consequência de elevada concentração de amônia (LIMA et al., 2013).

Nitrato é um dos compostos mais encontrados na água, mas seus níveis podem ser aumentados como resultados de fatores antrópicos. A forma mais comum de contaminação é por contato com rede de esgoto humano. Também pode advir de atividades agrícolas e pecuárias, através da aplicação de fertilizantes com nitrogênio e despejos de excretas de animais (DE MOURA et al., 2015).

O íon nitrato quando acima do permitido pela legislação torna-se prejudicial à saúde. Pode estar relacionado com o desencadeamento de câncer gastrointestinal e esofágico em adultos (WARD et al, 2008), risco aumentado de câncer de tireoide (WARD et al, 2010), e outros distúrbios, como metahemoglobinemia (Síndrome do Bebê Azul) em bebês até seis meses de idade e em adultos (ABOULEISH, 2012).

Metahemoglobinemia é uma doença potencialmente fatal, principalmente para crianças, devido causar cianose grave. Apesar de tratamento intensivo, já foi registrado caso de óbito em apenas 72 horas após o aparecimento dos sintomas (ORTIZ, et al., 2016). Ela se desenvolve quando nitrato se reduz para nitrito (LEAL e VARGAS, 2017). Posteriormente ocorre a reação com a hemoglobina tornando-se metahemoglobina, que é sua forma oxidada, faz com que não transporte mais oxigênio para a respiração celular. Quando as concentrações de metahemoglobinas nos eritrócitos circulantes são superiores ao normal, ocorre a metahemoglobinemia (LARIOS ORTIZ, 2008).

As concentrações de nitrato e nitrito para consumo humano permitido pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde, é de no máximo 10mg/L e 1 mg/L respectivamente (BRASIL, 2004). Porém concentrações de nitrato menores que o recomendado pela legislação, > 5 mg/L, influi em maior risco de causar câncer de tireoide em pessoas, sob exposições por períodos superiores a 5 anos (WARD et al., 2010).



A resolução Conama 357/05 traz como valores máximo permitidos 1,0 mg/L de nitrito. Considera-se níveis estabilizados de nitrito em torno de 0,3mg (PADUA, 2016). Porém, o valor máximo de nitrito tolerado pelos peixes é 0,50 mg/L, e valores superiores a este geralmente causa mortalidade do plantel (LIMA et al., 2013).

A amônia é um composto tóxico para peixes e seres humanos, pode levar a quadros de convulsões, coma e morte. O elevado contato com amônia desloca o potássio e despolariza os neurônios o que causa a ativação dos receptores do tipo NMDA de glutamato, o que leva a um influxo excessivo de cálcio e ocasiona morte celular no sistema nervoso central (RANDALL e TSUI, 2002).


LEAL e VARGAS (2017) consideram que a maioria das espécies de peixes toleram concentrações abaixo de 5 ppm (5 mg/L) de amônia. Os parâmetros recomendados pela resolução CONAMA 357 de 2005 são 0,02mg/L, o que corresponde a 0,02 ppm (parte por milhão). ALENCAR et al., (2012) verificaram em pesque-pague, que o valor estabelecido pela legislação é mais adequado, uma vez que observaram a sobrevivência dos peixes ameaçada devido encontrarem valores de 0,25 a 0,5 ppm de amônia.

Qualidade microbiológica da água em pesque-pague

A qualidade microbiológica da água dos viveiros pode influenciar na microbiota do peixe e de seus produtos (SOUZA et al., 2011;) podendo determinar problemas ao meio ambiente, aos peixes e aos seres humanos (COSTA et al., 2016)

Com a contaminação da água as populações bacterianas acometem vários tecidos dos peixes cultivados: brânquias, intestino, pele, sangue e os músculos (AMPOFO e CLERK, 2010; MARQUES, ARAUJO e THOME, 2015). Os peixes podem carrear os microrganismos de forma passiva através de suas guelras, pelo líquido intraperitoneal, no trato digestivo ou pelos músculos comestíveis; tornando-se fontes de infecção para os seres humanos (HESPANHOL, 2008).

A alta diversidade de bactérias nos tecidos dos peixes além de apresentar riscos para os consumidores expõe os manipuladores de peixes (SOUZA et al., 2011). Através da manipulação e a limpeza dos peixes pode resultar na contaminação das mãos dos trabalhadores; por meio deles repassar para os membros da família e/ou outros (AMPOFO e CLERK, 2010). Cita-se que a detecção de agentes patogênicos na água é difícil em razão de suas baixas concentrações; portanto para verificar a possível contaminação, considera-se a presença de




microrganismos indicadores, dentre os quais se destacam as bactérias mesófilas e/ou heterotróficas e o grupo coliformes (MOLLERKE et al., 2002; SOUZA et al., 2011).

Os microrganismos aeróbios totais, são utilizados como indicadores de tratamento da água e desinfecção da água. Quando estes microrganismos são encontrados em quantidades numerosas estão ligados a eutrofização, ao não tratamento ou tratamento inadequado da água (SILVA, 2006). Aeróbios totais presentes nos viveiros de peixes são indicativos de que há necessidade de um controle rigoroso de higiene durante o manejo e manipulação dos produtos originados dessa atividade, afim de prevenir contaminação de peixes e seus derivados por bactérias (LORENZON et al., 2010). Os microrganismos aeróbios totais podem contaminar a água e causar riscos à saúde humana, contaminar e deprimir a imunidade dos peixes. Aumentam as chances desses animais serem infectados por doenças oportunistas por microrganismos potencialmente patogênicos (SOUZA et al., 2011).

Os coliformes totais incluem todas as bactérias bastonetes Gram negativas, aeróbias ou anaeróbias facultativas, não formadoras de esporos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, a 35°C em 24 a 48h. Fazem parte desse grupo bactérias dos gêneros *Citrobacter*, *Escherichia*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, sendo que os três últimos podem ser encontrados em fezes, mas também em outros ambientes como solo e vegetais. Com as mesmas características dos coliformes totais, incluem-se as bactérias do grupo dos coliformes termotolerantes, estas fermentam a lactose em temperatura de 45°C. Cita-se que 90% dos coliformes termotolerantes encontrados em água são *Escherichia coli* (LANDGRAF e FRANCO, 1996).

Os microrganismos do grupo coliformes termotolerantes ou 45°C, estão presentes em grande número na microbiota intestinal do homem e dos animais homeotérmicos; por isso são considerados indicadores de possíveis contaminações de origem fecal (SOUZA et al., 2011). A microbiota intestinal dos peixes não é considerada *habitat* para coliformes, mesmo alguns trabalhos relatarem a presença deles no trato intestinal, o que sugere condições microbiológicas inadequadas da água onde o peixe vive (FRAZIER e WESTHOFF, 1988).

A presença de coliformes totais (35°C) e termotolerantes (45°C) contribui para o desequilíbrio do meio ambiente aquático pois agrava a eutrofização da água (EUBA NETO et al., 2012). Causas como erros de manejo, poluição ambiental, ação antrópica e animais criados próximos ao cultivo dos peixes, são causas prováveis da presença de coliformes termotolerantes (SIPAÚBA-TAVARES, 2006).



Viveiros de pesque-pagues que foram encontrados coliformes termotolerantes (45°C) são considerados impróprios para a produção de peixes; sua presença evidencia o risco da presença de organismo patogênicos de origem fecal (SIPAÚBA-TAVARES, 2006). Em períodos chuvosos ocorre aumento da presença destes microrganismos caso não haja um manejo adequado dos viveiros (ALENCAR et al., 2012). Para águas destinadas à aquicultura e à atividade de pesca (classe 2), a concentração de coliformes termotolerantes não deverá exceder $10^3\text{NMP.100mL}^{-1}$, de acordo com a resolução 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2005).


O grupo Coliformes termotolerantes é representado, sobretudo, pela *Escherichia coli*, devido ela ser a bactéria predominante presente no trato intestinal de seres humanos e animais endotérmicos (VASCONCELLOS, IGANCI e RIBEIRO, 2006). Portanto, a *Escherichia coli* é utilizada como indicador de qualidade sanitária, tem a capacidade de resistência e multiplicação em diversos ambientes além do seu *habitat* primário. A vigilância bacteriológica para *E. coli* poderá ser determinada em substituição ao parâmetro Coliformes termotolerantes segundo a Resolução CONAMA 357 (2005), limites que serão estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

A portaria nº 2.914, de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde indica que a água para consumo humano deve ter ausência de *Escherichia coli* em 100 mL de amostra (BRASIL, 2011); porém para pesqueiros e/ou aquicultura não há padrão na resolução brasileira, portanto o que se recomenda são os limites estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS), ou seja, até $10^3\text{NMP.100mL}^{-1}$.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estabelecimentos de pesque-pague mantêm, além dos tanques para pesca, uma estrutura capaz de atender aos visitantes, como restaurantes e bares para o turismo, o que gera uma considerável renda suplementar. A combinação destas atividades, com a aquicultura podem implicar em importantes impactos positivos para o desenvolvimento sustentável das comunidades locais, assim como trazer prejuízos ambientais que necessitem de intervenção para adequação tecnológica e de manejo, conforme indicado pela avaliação de impacto ambiental.

Desta forma, os pesque-pagues devem atender uma série de normas para que possam funcionar como um empreendimento sustentável (IBAMA, 1998). Para obtenção da licença o produtor deve seguir os roteiros que constam no Memorial de Caracterização para Aquicultura, Plano de Controle Ambiental e a outorga de derivação de água, documento este emitido após



apresentação do projeto específico na Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado. A falta de estruturação na cadeia ainda é uma das principais reclamações dos proprietários dos pesque-pagues. Entre as dificuldades relatadas destacam-se encontrar insumos de qualidade, assistência técnica especializada e formas de divulgação de seus estabelecimentos.

REFERÊNCIAS

ABOULEISH, M. Y. Z. Concentration of selected anions in bottled water in the United Arab Emirates. **Water**, v. 4, n. 2, p. 496-509, 2012.

AHMED, M. K.; ISLAM, K. N.; IBRAHIM, M.; et al., Oxidative stress mediated antioxidant enzyme responses in tilapia (*Oreochromis mossambicus*) and silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) fingerlings during hypoxic transportation and reoxygenation. **Bioresearch Communications**, v. 2, n. 2, p. 264-269, 2016.

ALENCAR, S. R.; SEIXAS, E. N. C.; TAVEIRA, L. K. P. D. et al., Avaliação ambiental, físico-química e microbiológica do pesque-pague do clube recreativo grangeiro, Crato-CE. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 10, n. 1, p. 28-36, 2012.

ALVES, W. S.; SILVA, P. B.; MELO JÚNIOR, H. N. Variação sazonal da qualidade da água em pesque pague do semiárido cearense. **Cadernos de Cultura e Ciência**, v. 15, n. 1, p. 93-103, 2016.

AMPOFO, J. A.; CLERK, G. C. Diversity of bacteria contaminants in tissues of fish cultured in organic waste-fertilized ponds: health implications. **Open Fish Science Journal**, v. 3, n.1, p. 142-146, 2010.


ARANA, L.V. Fundamentos de aquicultura. Florianópolis: **Editora Universidade Federal de Santa Catarina**, p.349, 2004.

AUTHMAN, M. M. N.; ZAKI, M. S.; KHALLAF, E. A.; ABBAS, H. H. Use of fish as bio-indicator of the effects of heavy metals pollution. **Journal of Aquaculture Research & Development**, v. 6, n. 4, p. 1, 2015.

AYDIN-ONEN, S.; KUCUKSEZGIN, F.; KOCAK, F.; AÇIK, S. Assessment of heavy metal contamination in *Hediste diversicolor* (OF Müller, 1776), *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758), and surface sediments of Bafa Lake (Eastern Aegean). **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 11, p. 8702-8718, 2015.

BALDISSEROTTO, B. Fisiologia de peixes aplicada à piscicultura. Santa Maria: UFSM, 2002. 212 p. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v. 14, n. 3, p. 538-545, 2013.

BARRONCAS, M. F.; PEREIRA-FILHO, M.; DE CARVALHO GOMES, L.; ROUBACH, R.; ONO, E. A. Efeitos da troca de água sobre os índices zootécnicos e qualidade dos efluentes na criação intensiva do tambaqui (*Colossoma macropomum*) em viveiros escavados. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 8, n. 1, p. 49-71, 2016.



BASTOS, I. C. O.; LOVO, I. C.; ESTANISLAU, C. A. M.; SCOSS, L. M. Utilização de bioindicadores em diferentes hidrossistemas de uma indústria de papéis reciclados em Governador Valadares-MG. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 203- 211, 2006.

BENDHACK, F.; PECZEK, V.; GONÇALVES, R.; BALDAN, A. P. Desempenho do robalo-peva em diferentes temperaturas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 8, p. 1128-1131, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 dez. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providencias. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 mar. 2004.

BRASIL. Ministério Da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 212 p. **Controle da qualidade da água. 2. Vigilância sanitária de ambientes. I. Título. II. Série.**

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Decreto nº 24643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código das Águas. Alterado pelo Decreto-Lei nº 852, de 1938 e pelo Decreto-Lei nº 3.763, de 1941. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jul. 1934.


BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Decreto nº 4895, de 25 de novembro de 2003. Dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providencias. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 nov. 2003.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990. Regulamenta a lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e dá outras providencias. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 07 de jul. de 1990.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 5.630, de 20 de dezembro de 1990. Estabelece normas para a preservação de áreas dos corpos aquáticos, principalmente as nascentes, inclusive os “olhos d'água” de acordo com o artigo 255, inciso II da Constituição Estadual. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 dez. 1990.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providencias. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 01 set. 1981.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos



Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989." - Data da legislação: 08/01/1997 - Publicação DOU, de 09/01/1997. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 jan. 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

CABELLO, F. C.; GODFREY, H. P.; BUSCHMANN, A. H.; DOLZ, H. J. Aquaculture as yet another environmental gateway to the development and globalisation of antimicrobial resistance. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 16, n. 7, p. 127-133, 2016.

CABELLO, F. C.; GODFREY, H. P.; TOMOVA, A.; IVANOVA, L.; DOLZ, H.; MILANAO, A.; BUSCHMANN, A. H. Antimicrobial use in aquaculture re-examined: its relevance to antimicrobial resistance and to animal and human health. **Environmental microbiology**, v. 15, n. 7, p. 1917-1942, 2013.

CHEN, J.; HU, W.; ZHU, Z. Progress in studies of fish reproductive development regulation. **Chinese Science Bulletin**, v. 58, n. 1, p. 7-16, 2013.

COSTA, T. D.; COSTA, R. D.; VAZ, A. N.; VIDAL, A. M. C. Qualidade microbiológica de tilápias obtidas de pesqueiros no interior de São Paulo, Brasil. **Ciência & Tecnologia: FATEC-JB, Jaboticabal (SP)**, v.8, número especial, 2016.


DE ARAUJO, P. L.; BEBER, L. G.; MOLINA, E. J.; CORNIERI, M. G.; OLIVEIRA, G. Programa pesqueiro sustentável: oportunidades e desafios da gestão ambiental em São Bernardo do Campo–SP. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 487-502, 2016.

DE CAMPOS, B. R.; MIRANDA FILHO, K. C.; D'INCAO, F.; POERSCH, L.; WASIELESKY, W. Toxicidade aguda da amônia, nitrito e nitrato sobre os juvenis de camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* (Latreille, 1817) (*Crustacea: Decapoda*). **Atlântica (Rio Grande)**, v. 34, n. 1, p. 75-81, 2012.

DE MOURA, C. C.; GASTMANS, D.; KIANG, C. H.; MODESTO, R. P.; RODRIGUES, P. F.; RUBY, E. C.; BORGES, A. V. Concentrações de nitrato nas águas subterrâneas em áreas rurais do município de São José do Rio Preto (SP). **Águas Subterrâneas**, v. 29, n. 3, p. 268-284, 2015.

DE OLIVEIRA MOURA, T.; DE OLIVEIRA, I. B.; MEDEIROS, Y. D. P.; CAMPOS, V. P. Analyze the quality of rain water stored in tanks made of polyethylene of rural communities belonging to the municipality of São Domingos (located in the Semiarid da Bahia). **Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications**, v. 3, n. 10, p. 99-103, 2017.

DE OLIVEIRA, R. C. O panorama da aquicultura no Brasil: a prática com foco na sustentabilidade. **Revista INTERTOX de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 2, n. 1, p. 71-89, 2015.



DE SOUZA ANDRADE, E.; DE ANDRADE, E. A.; FELIZARDO, V. O.; DE JESUS PAULA, D. A.; VERAS, G. C.; MURGAS, L. D. S. Biologia reprodutiva de peixes de água doce. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 39, n. 1, p. 195-201, 2015.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água. 2 Ed. São Carlos: Rima, 2005.

DIAS, L. Coliformes totais e fecais (Aquicultura). **Piscicultura Fb**, 1994 – 2016. Disponível em: <http://www.pisciculturafb.com.br/artigos11.htm>. Acesso em 8 de jan. 2018.

DOMINGUES, A. S.; SOUZA, D. E.; BARBOSA, R. G.; VIANA, D. N.; JUNIOR, C. O. P.; SILVA, C. A. S. Sistema computacional para controle de uma piscicultura. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 800, 2017.

DOS SANTOS CARDOSO, R.; NOVAES, C. P. Variáveis limnológicas e macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores de qualidade da água. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 1, n. 5, p. 397 – 409, 2013.

DOS SANTOS, E. S.; MOTA, S.; DOS SANTOS, A. B.; MONTEIRO, C. A. B.; FONTENELE, R. M. M. Avaliação da sustentabilidade ambiental do uso de esgoto doméstico tratado na piscicultura. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 45-54, 2011.

ESTEVES, F. A. Fundamentos da limnologia, 3º ed. Rio de Janeiro: editora Interciência, p. 826, 2011.

EUBA NETO, M.; DA SILVA, W. O.; RAMEIRO, F. C.; DO NASCIMENTO, E. S.; ALVES, A. D. S. Análises físicas, químicas e microbiológicas das águas do balneário Veneza na bacia hidrográfica do médio Itapecuru, MA. **Instituto de Biologia**, v. 79, n.3, p. 397 – 403, 2012.

FARIA, R. H. S.; MORAIS, M.; SORANNA, M. R. G. S.; SALLUM, W. B. Manual de criação de peixes em viveiros. **Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco**, Brasília, 2013.


FERNANDES, M. A. B.; SANTIAGO, M. M. F.; GOMES, D. F.; MENDES FILHO, J.; FRISCHKORN, H.; DE LIMA, J. O. G. A origem dos cloretos nas águas subterrâneas na chapada do Apodi Ceará. **Águas subterrâneas**, v. 19, n. 1, 2005.

FERRAZ FILHO, C. C.; ALVES, V. C.; LIMA, C. E.; GUIMARÃES, C. M. M.; PEREIRA, M. G.; MURATORI, M. C. S. Qualidade higiênico-sanitária da ração utilizada em piscicultura. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 70, n. 3, 2011.

FRAZIER, W. C.; WESTHOFF, D. C. Food Microbiology. **McGraw Hill**. New York, 1988.

FREITAS, R. S.; BOIJINK, C. D. L.; MUNIZ, A. W.; DAIRIKI, J.; INOUE, L. A. K. A. Qualidade da água e perspectivas para gerenciamento ambiental dos cultivos de tambaqui no município de Rio Preto da Eva, AM. **Revista Scientia Amazonia**, v. 3, n.3, p. 397 – 403, 2014.

FU, J.; ZHAO, C.; LUO, Y.; LIU, C.; KYZAS, G. Z.; LUO, Y.; ZHU, H. Heavy metals in surface sediments of the Jialu River, China: their relations to environmental factors. **Journal of Hazardous Materials**, v. 270, p. 102-109, 2014.



GASSARA, F.; KOUASSI, A. P.; BRAR, S. K.; BELKACEMI, K. Green Alternatives to Nitrates and Nitrites in Meat-based Products—A Review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 56, n. 13, p. 2133-2148, 2016.

GOMES, V. D. S., CAVALCANTI, C. R., SANTOS, F. G. A., FARIA, P. M. C., MEDEIROS, V. S. Caracterização sumária dos empreendimentos tipo pesque-pague em cidades do Rio Grande do Norte. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Universidade Paranaense**, v. 18, n. 4, p. 231-236, 2016.

GOOD, C.; DAVIDSON, J.; TERJESEN, B. F.; TAKLE, H.; KOLAREVIC, J.; BAEVERFJORD, G.; SUMMERFELT, S. The effects of long-term 20 mg/L carbon dioxide exposure on the health and performance of Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts in water recirculation aquaculture systems. **Aquacultural Engineering**, 2018.

GROTT, S. C.; HARTMANN, B.; DA SILVA FILHO, H. H.; FRANCO, R. M. B.; GOULART, J. A. G. Detecção de cistos de *Giardia* spp. e oocistos de *Cryptosporidium* spp. na água bruta das estações de tratamento no município de Blumenau, SC, Brasil. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 3, 2016.

HASLER, C. T.; JEFFREY, J. D.; SCHNEIDER, E. V.; HANNAN, K. D. TIX, J. A.; SUSKI, C. D. Consequências biológicas da acidificação fraca causada pelo dióxido de carbono elevado nos ecossistemas de água doce. **Hydrobiologia**, p. 1-12, 2017.

HESPANHOL, I. A new paradigm for water resource management. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, p. 131-158, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). PORTARIA Nº 136/98, de 14 de Outubro de 1998. Estabelece normas para registro de Aquicultor e Pesque-pague no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. Brasília, 1998. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 out, 1998.


JAVED, M.; USMANI, N.; AHMAD, I.; AHMAD, M. Studies on the oxidative stress and gill histopathology in *Channa punctatus* of the canal receiving heavy metal-loaded effluent of Kasimpur Thermal Power Plant. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 187, n. 1, p. 4179, 2015.

JERÔNIMO, G. T.; PÁDUA, S. B.; BAMPI, D.; GONÇALVES, E.; et al. Haematological and histopathological analysis in South American fish *Piaractus mesopotamicus* parasitized by monogenean (*Dactylogyridae*). **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 4, p. 1000-1006, 2014.

KOŁODZIEJSKA, M.; MASZKOWSKA, J.; BIALK-BIELINSKA, A.; STEUDTE, S.; KUMIRSKA, J.; STEPNOWSKI, P.; STOLTE, S. Aquatic toxicity of four veterinary drugs commonly applied in fish farming and animal husbandry. **Chemosphere**, v. 92, n. 9, p. 1253-1259, 2013.

KUBITZA, F. **Qualidade da água no cultivo de peixes e camarões**. Jundiaí: SP, 2003.

LANDGRAF, M.; FRANCO, B. D. G. Doenças microbianas de origem alimentar provocadas por enteropatógenos. **Revista Ciência Farmacêutica**, v. 17, p. 77-113, 1996.



LARIOS ORTIZ, L. Metahemoglobinemia en lactantes por ingestión de agua subterránea. **Archivo Medico de Camaguey**, v. 12, n. 4, p. 81-96, 2008.

LEAL, R. M.; VARGAS, R. R. Análise de demanda bioquímica de oxigênio e nitrogênio total do lago azul Guarulhos (SP). **Revista Educação-UNG**, v. 11, n. 3 ESP, p. 70, 2017.

LEDUC, A. O. H. C.; MUNDAY, P. L.; BROWN, G. E.; FERRARI, M. C. Effects of acidification on olfactory-mediated behaviour in freshwater and marine ecosystems: a synthesis. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 368, n. 1627, p. 20120447, 2013.

LEIRA, M. H.; DA CUNHA, L. T.; BRAZ, M. S.; MELO, C. C. V.; BOTELHO, H. A.; REGHIM, L. S. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **Publicações em Medicina Veterinária**, v. 11, p. 1-102, 2016.

LIMA, A. F.; RODRIGUES, A. P. O.; ALVES, A. L.; et al., **Piscicultura de água doce: Multiplicando conhecimento**, Brasília: Embrapa, 2013.

LIMA, S. M. S.; BARBOSA, L. G.; CRUZ, P. S.; WANDERLEY, S. L.; CEBALLOS, B. S. O. Dinâmica funcional de reservatórios de usos múltiplos da região semiárida/Paraíba-Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 18-25, 2012.

LIU, J.; LIU, Q.; YANG, H. Assessing water scarcity by simultaneously considering environmental flow requirements, water quantity, and water quality. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 434-441, 2016.


LORENZON, C. S.; GATTI JÚNIOR, P.; NUNES, F. R.; SCHOLTEN, C.; HONDA, S. N.; AMARAL, L. A. Perfil microbiológico de peixes e água de cultivo em pesque-pagues situados na região nordeste do Estado de São Paulo. **Arquivo do Instituto Biológico**, v. 77, n. 4, p. 617-624, 2010.

MACEDO, C. F.; SIPAUBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 36, n. 2, p. 149-163, 2010.

MADEIRA, C.; MENDONÇA, V.; LEAL, M. C.; FLORES, A. A.; CABRAL, H. N.; DINIZ, M. S.; VINAGRE, C. Thermal stress, thermal safety margins and acclimation capacity in tropical shallow waters—An experimental approach testing multiple end-points in two common fish. **Ecological Indicators**, v. 81, p. 146-158, 2017.

MADEIRA, D.; NARCISO, L.; CABRAL, H. N.; VINAGRE, C.; DINIZ, M. S. Influence of temperature in thermal and oxidative stress responses in estuarine fish. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 166, n. 2, p. 237-243, 2013.

MALLASEN, M.; CARMO, C. F.; TUCCI, A.; et al. Qualidade da água em sistema de piscicultura em tanques-rede no reservatório de Ilha Solteira, SP. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 38, n. 1, p. 15-30, 2012.



MANCIOCCO, A.; CALAMANDREI, G.; ALLEVA, E. Global warming and environmental contaminants in aquatic organisms: the need of the etho-toxicology approach. **Chemosphere**, v. 100, p. 1-7, 2014.

MANDAL, S. C.; HASAN, M.; RAHMAN, M. S.; MANIK, M. H.; et al., Coliform bacteria in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* of shrimp-Gher, pond and fish market. **World Journal of Fish and Marine Science**, v. 1, n. 3, p. 160-166, 2009.

MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 171-181, 2015.

MARQUES, N. F. S.; DE ARAUJO, W. A. G.; THOMÉ, M. P. M. Fauna ectoparasitária de *Helostoma temminckii* (curvier, 1829), e *Carassius auratus* (linnaeus, 1758) em piscicultura no município de Muriaé-Mg. **Innovative Science & Technology Journal**, v. 1, n. 1, p. 35-41, 2015.

NAGALLI, A.; NEMES, P. D. Estudo da qualidade de água de corpo receptor de efluentes líquidos industriais e domésticos. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 7, n. 2, p. 131-144, 2017.

OLIVEIRA, B. S. S.; CUNHA, A. C. Correlation between water quality and precipitation variability in the Southern State of Amapá. **Revista Ambiente & Água**, v. 9, n. 2, p. 261-275, 2014.

ORTIZ, L. L.; RANGEL, G. F.; FERNANDEZ, L. I. H.; PEÑA, M. G. Metahemoglobinemia en un lactante por consumo de agua con alto contenido de nitratos en Camaguey. **Revista Cubana de Higiene y Epidemiología**, v. 53, n. 3, 2016.

PADUA, H. B. Dureza total das águas na Aquicultura. **Piscicultura Fb**, 1994 – 2016. Disponível em: <<http://www.pisciculturafb.com.br/artigos11.htm>>. Acesso em: 14 de jan. 2020.


PEZZATO, L. E.; SCORVO FILHO, J. D.; VALENTI, W. C. Situação atual da aqüicultura na região sudeste. **Aqüicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPq/Ministério da Ciência e Tecnologia, p. 303-322, 2000.

PFUETZENREITER, M. R.; ZYLBERSZTAJN, A.; PIRES DIAS DE AVILA, F. Evolução histórica da medicina veterinária preventiva e saúde pública. **Ciência Rural**, v. 34, n. 5, 2004.

PIEDRAS, S. R. N.; MORAES, P. R. R.; POUHEY, J. L. O. F. Desempenho de juvenis de catfish (*Ictalurus punctatus*) em diferentes temperaturas. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 12, n. 3, 2014.

PINHEIRO, C. A. M.; PINHEIRO, R. S. et al. Qualidade da água e incidência de fungos em peixes oriundos de pisciculturas do município de São Luís – Maranhão. **Pesquisa em Foco**, v. 20, n. 1, p. 53 – 69, 2015.

PORTO, C. R. B.; MARTINS, D. G. L., GRILLO, J. P.; PISTORI, H.; NAKA, M. H. Empreendedorismo familiar e o desenvolvimento local: estudo de caso no projeto pacu. **Multitemas**, v. 21, n. 50, p. 153-169, 2016.



PULFORD, E.; POLIDORO, B. A.; NATION, M. Understanding the relationships between water quality recreational fishing practices, and human health in Phoenix, Arizona. **Journal of Environmental Management**, v. 199, p. 242-250, 2017.

QIANG, J.; YANG, H.; WANG, H.; KPUNDEH, M. D.; XU, P. Interacting effects of water temperature and dietary protein level on hematological parameters in Nile tilapia juveniles, *Oreochromis niloticus* (L.) and mortality under *Streptococcus iniae* infection. **Fish & Shellfish Immunology**, v. 34, n. 1, p. 8-16, 2013.

QUERIJERO, B. L.; MERCURIO, A. L. Water quality in aquaculture and non-aquaculture sites in Taal lake, Batangas, Philippines. **Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences**, v. 4, n. 1, p. 109-115, 2016.

RAFIEE, G.; SAAD, C. R. Nutrient cycle and sludge production during different stages of red tilapia (*Oreochromis* sp.) growth in a recirculating aquaculture system. **Aquaculture**, v. 244, n. 1-4, p. 109-118, 2005.

RANDALL, D. J.; TSUI, T. K. N. Ammonia toxicity in fish. **Marine Pollution Bulletin**, v. 45, n. 1, p. 17-23, 2002.

RAPTIS, C. E.; BOUCHER, J. M.; PFISTER, S. Assessing the environmental impacts of freshwater thermal pollution from global power generation in LCA. **Science of the Total Environment**, v. 580, p. 1014-1026, 2017.

REBOUÇAS, P. M.; LIMA, L. R.; DIAS, I. F.; BARBOSA FILHO, J. A. D. Influência da oscilação térmica na água da piscicultura. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, v. 2, n. 2, p. 35-42, 2014.

SALEH, Y. S.; MARIE, M. A. S. Assessment of metal contamination in water, sediment, and tissues of *Arius thalassinus* fish from the Red Sea coast of Yemen and the potential human risk assessment. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 7, p. 5481-5490, 2015.


SANDRE, L. C. G.; TAKAHASHI, L. S.; FIORELLI, J.; SAITA, M. V.; GIMBO, R. Y.; RIGOBELLO, E. C. Influência dos fatores climáticos na qualidade de água em pesque-pagues. **Veterinária e Zootecnia**, v. 16, n. 3, p. 509-518, 2009.

SHEN, Z. G.; WANG, H.P. Jogadores moleculares envolvidos na determinação do sexo dependente da temperatura e diferenciação do sexo no peixe Teleósteo. **Genetics Selection Evolution**, v. 46, n. 1, p. 26, 2014.

SILVA, A. D. R.; SANTOS, R. B. D.; BRUNO, A. M. D. S. S.; SOARES, E. C. Tambaqui farming in irrigation channels under different fish densities. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 4, p. 517-523, 2013.

SILVA, V. K., FERREIRA, M. W., LOGATO, P. V. R. Qualidade da água na piscicultura. Lavras: UFLA, 2006.

SOUZA, A. C.; DOS REIS, T. D. F.; DE SÁ, O. R. Comparação entre o índice de qualidade da água (IQA) com o protocolo de avaliação rápida de habitats no córrego liso, município de São Sebastião do Paraíso, Minas gerais. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 2, *on line*, 2014.



SOUZA, F. P.; PERTEL, M.; TEIXEIRA, T.; et al., Qualidade da água de abastecimento da comunidade tamarindo em Campos dos Goytacazes/RJ. **Exatas & Engenharia**, v. 5, n. 11, 2015.

SOUZA, G. M. D.; RICIETO, A. P. S.; VILAS-BOAS, G. T. ET AL., Análise da qualidade microbiológica da água, ao longo da cadeia produtiva de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), na região norte do estado do Paraná. **Encontro Internacional de Produção Científica**, Paraná, 2011.

SOUZA, J. R. C. L.; AMARAL, A. A. Impactos da atividade de piscicultura na composição química do sedimento. **Cadernos de Agroecologia**, v. 10, n. 1, p. 379-388, 2015.

SOUZA, J. R. D.; MORAES, M. E. B. D.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. **Rede-Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 8, n. 1, 2014.

VASCONCELLOS, F. C. S.; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 73, n. 2, p. 177-181, 2006.

WALTHAM, N. J.; SHEAVES, M. Acute thermal tolerance of tropical estuarine fish occupying a man-made tidal lake, and increased exposure risk with climate change. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 196, p. 173-181, 2017.

WARD, M. H.; HEINEMAN, E. F.; MARKIN, R. S.; WEISENBURGER, D. D. Adenocarcinoma of the stomach and esophagus and drinking water and dietary sources of nitrate and nitrite. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, v. 14, n. 3, p. 193-197, 2008.

WARD, M. H.; KILFOY, B. A.; WEYER, P. J.; ANDERSON, K. E.; FOLSOM, A. R.; CERHAN, J. R. Nitrate intake and the risk of thyroid cancer and thyroid disease. **Epidemiology (Cambridge, Mass.)**, v. 21, n. 3, p. 389, 2010.

WETZEL, R. G. **Limnology: lake and river ecosystems**. Gulf professional publishing. 3. ed. San Diego: Elsevier Academic Press, 2001



CAPÍTULO 21

PROJETO PENSE VERDE: UMA PROPOSTA DE PRODUÇÃO LEITORA E ESCRITA A PARTIR DA LIMPEZA E REFLORESTAMENTO DO MANGUE DA COMUNIDADE DE ALAGADIÇO, EM CANAAN, TRAIRI/CE

DOI: 10.47402/ed.ep.c202296421115

Ana Nunes Cunha
Célio Alves Ribeiro
Laerte Gonzaga Ferreira

RESUMO

Esse artigo vem apresentar ações que partem do ambiente escolar para o bioma mangue da comunidade de Alagadiço que fica próxima à escola Pe. Rodolfo Ferreira da Cunha em Canaan, Trairi/CE, que tem sofrido frequentemente com a exploração irregular do local. Nesse ecossistema, foi planejado o projeto Pense Verde. Esse projeto de cunho transdisciplinar envolve situações socioambientais, práticas de reflorestamento do mangue e práticas educacionais, com vivências no ecossistema on-line como caminho para divulgação do trabalho executado. Essas atividades nos manguezais no povoado Alagadiço, braço do rio Mundaú, ainda se encontram em desenvolvimento, sendo um dos principais fatores de motivação a sua proteção e o combate à devastação que vem sofrendo pela carcinicultura e o extrativismo acelerado. Durante a execução das ações, foram realizadas aulas de Português, aulas de Biologia, palestras, pesquisas e acesso à rede social *Facebook* no Laboratório de Informática para divulgação das ações realizadas e como veículo para aproximar outros atores de outras comunidades, além das visitas às famílias do entorno do bioma a fim de tratar de forma oral e escrita sobre as características e importância dos manguezais para o equilíbrio das espécies da zona litorânea e para a manutenção da fauna marinha. A pesquisa é qualitativa, pois aborda questões que envolvem significados, valores e atitudes. Espera-se que o projeto dê continuidade nos anos seguintes, pois os resultados do reflorestamento mostraram-se promissores a partir da observação das mudas que floresceram.

PALAVRAS-CHAVE: Reflorestamento; Ecossistemas Comunicativos; Letramento.

INTRODUÇÃO

A escola Padre Rodolfo realiza uma campanha por meio de projetos e aulas de campo de preservação do Estuário do Rio Mundaú e do Mangue do povoado de Alagadiço. Há muitos anos, essas duas áreas vêm sendo fortemente degradadas pela ação do ser humano que explora de maneira inapropriada os recursos naturais desses ambientes, principalmente pela carcinicultura e o extrativismo acelerado.

A extração do pau de mangue vermelho, usado na construção civil, e o descarte de resíduos domiciliares (lixo) nessas áreas têm deixado marcas profundas na fauna e flora. Em virtude disso, professores e alunos procuram sensibilizar a comunidade escolar em busca de solucionar, ou pelo menos desacelerar, essa fatídica situação que a biodiversidade dos locais em foco passa, por meio de diversas estratégias.



O projeto se faz relevante porque busca conter os avanços dessa problemática que tem sido ignorada ao longo dos anos pelo poder público e órgãos responsáveis, e por essa ausência é que a escola procurou trazer o problema para ser dialogado, nascendo assim o projeto PENSE VERDE, visando possibilitar ações que busquem minimizar o impacto que o homem vem causando no mangue de Alagadiço, comunidade próxima, onde moram muitos dos discentes que estão na escola.

Diante disso, os principais objetivos que se deseja atingir é provocar uma reflexão na comunidade escolar, que precisa estar ciente e participar dos cuidados dos biomas que a cercam, bem como a efetivação de uma postura de conservação de um bem que deve ser entendido como de todos e não apenas daqueles que o rodeiam. Assim, a pretensão da implantação de placas de orientações, leitura, pesquisas, conversas com a comunidade e plantio de mudas de mangues foram partes desse plano idealizado a fim de combater tão grave problema.

O artigo tem dados qualitativos, pois se baseia em motivos e aspirações, e pretende contribuir para o entendimento desse modelo de prática pedagógica vinculada a fatores socioambientais e educacionais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Constituição Federal, em seu artigo 225, estabelece que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Pensando no direito que todos têm, não só de usufruir de um ambiente ecologicamente equilibrado, mas de ser autor da manutenção desse equilíbrio, é que as aulas buscaram promover reflexões nos estudantes, nos moradores locais e visitantes para alertar sobre o que é uma vivência saudável com o meio ambiente, para cuidarem do espaço que os cerca, o mangue, como parte importante da comunidade local e ter conhecimento que esse ecossistema se interliga com outros ecossistemas globais.

O termo mangue é usado para indicar um grupo florístico de árvores e arbustos de plantas associadas, de clima tropical, inseridas no ecossistema estuarino conhecido como manguezal. Há uma forte interação entre os meios abiótico e biótico neste ecossistema, e as espécies vegetais apresentam características fisiológicas e adaptações que garantem a sua persistência em áreas alagadas, solo com pouco oxigênio e substrato inconsolidado (SCHAEFFER-NOVELLI ET AL, 2000).



A importância do manguezal para a fauna que ali habita e para a economia das cidades litorâneas é bastante notável. Segundo Neumann-Leitão (1995) e Paranaguá et al (1999), os manguezais são ambientes ricos em alimento e proteção para crustáceos, moluscos e peixes de valor comercial, sendo um dos principais responsáveis pela manutenção de boa parte das atividades pesqueiras das regiões tropicais.

Para Nanni & Nanni (2005), os manguezais exercem ainda outras funções, consideradas como benefícios ou serviços gratuitos à comunidade, tais como: proteção das áreas de terra firme contra tempestades e ações erosivas das marés; retenção de poluentes; Retenção de sedimentos finos carregados pelas águas, favorecendo a manutenção dos canais de navegação; manutenção e conservação de estoques pesqueiros do estuário, garantindo a piscosidade na região; Recreação e lazer (pesca esportiva, turismo ecológico, etc.).

A vegetação arbórea do manguezal é composta por poucas espécies, todas com adaptações estruturais e fisiológicas para sobreviver nesse ambiente de solo pouco compactado, pouco oxigenado e frequentemente inundado pelas marés (COGLIATTI-CARVALHO & FONSECA, 2003). Devido a ações antrópicas, esses ecossistemas vêm sofrendo preocupantes transformações ambientais, estando entre as áreas mais afetadas da região costeira (MACEDO et al, 2000). De acordo com Munhoz (1991):

O falso conceito de que nossas riquezas são incomensuráveis e infinitas, o desconhecimento (ou não-consideração) do período de tempo que a natureza necessita para se recompor e a forma intensiva e sem controle com que a sociedade utiliza os recursos naturais podem explicar a crise ambiental em que vivemos (MUNHOZ, 1991, p. 63).

A autora diz ainda que o papel da educação ambiental na mudança de curso desse processo de degradação antrópica do meio ambiente só acontecerá com a introdução dessa preocupação de forma permanente, e a busca de entendimento sobre os fatores que interferem nessa situação nos aspectos socioeconômicos, políticos e ecológicos.

Os estudos sobre o ecossistema manguezal no Brasil têm alcançado grande interesse da comunidade científica em decorrência das mudanças ambientais que afetam todos os meios. As leis de proteção ambiental, tanto federais, quanto estaduais e municipais, que delimitam a área de preservação permanente (APP) são desobedecidas em detrimento de interesses econômicos ou pelo desconhecimento de sua existência. Conforme Lacerda (1984), os principais motivos que ameaçam os manguezais brasileiros são: desmatamento para expansão industrial e urbana e portuária; uso potencial para aquicultura; poluição ambiental; crimes ambientais; acidentes ambientais; especulação imobiliária; extração de madeira; terras para agricultura; contaminação



por metais pesados; pesca predatória; poluição por dejetos sanitários, provocando uma progressiva destruição dos manguezais em todo o mundo.

A exploração e ocupação intensiva de terras de mangue são relativamente recentes e refletem as pressões exercidas pelo desenvolvimento, que se estende até sobre áreas antes consideradas inacessíveis (FONSECA, 2001). No estuário do Rio Mundaú e no caso deste estudo, povoado do Alagadiço, o desmatamento dos mangues e da vegetação próximas tem sido patrocinado, principalmente, pelo avanço da carcinicultura existente nessa região. De acordo com Citelli (2015):

Tais obstáculos criam e mantêm uma espécie de “jogo de esconde” protagonizado pelo poder econômico característico do capitalismo de alto consumo, no qual a criação/ manutenção dos valores socioambientais passa por filtros com características mais publicitárias do que propriamente dirigidas à resolução de adversidades que matizam a realidade e a vida social (CITELLI, 2015, p.16).

Entretanto, ações transdisciplinares de um currículo que reconheça nos contextos ambientais e locais o desenvolvimento dos processos de aprendizagem, a desterritorialização do conhecimento e a coletividade devem fazer parte das metodologias do ambiente escolar. De acordo com Neves (2019):

A transdisciplinaridade é o conceito mais avançado em termos de divisão disciplinar. Essa forma de ensino exige não apenas a adição de disciplinas, mas a organização e contextualização do conhecimento. Aqui, as fronteiras das disciplinas são rompidas e os fenômenos da natureza humana e o próprio homem são compreendidos em sua totalidade (NEVES, 2019, p.1).

Promover a formação do aluno como um sujeito holístico requer a adoção de diferentes metodologias que possam promover tais atributos ao ser, principalmente no momento em que a internet e as redes sociais promovem a visitação dos diversos territórios ao toque de um clique. Para Lévy (2011):

Os dispositivos hipertextuais nas redes digitais desterritorializam o texto... . O texto é posto em movimento, envolvido em um fluxo, vetorizado, metamórfico. Assim está mais próximo do próprio movimento do pensamento, ou da imagem que hoje temos deste. Perdendo sua afinidade com as ideias imutáveis que supostamente dominariam o mundo sensível, o texto torna-se análogo ao universo de processos ao qual se mistura (LÉVY, 2011, p.48).

Visto isso, o projeto tornou possível nas aulas de Biologia, no Laboratório de Informática e nas aulas de Língua Portuguesa, a criação do ecossistema comunicativo presencial e on-line. Ecossistema comunicativo, de acordo com Soares (2011) é:

um termo como uma figura de linguagem para nomear um ideal de relações, construindo coletivamente em dado espaço, em decorrência de uma decisão estratégica de favorecer o diálogo social, levando em conta, inclusive, as potencialidades dos meios de comunicação e de suas tecnologias. (SOARES, 2011, p.44)



Com esse espaço de produção de atividades coletivas vem o discurso da Educomunicação. Como define Citelli e Costa (2011), educomunicação é uma área do conhecimento que busca pensar, pesquisar e trabalhar a educação formal, informal e não formal, isso a partir de ecossistemas comunicativos. O que acontece no ecossistema presencial é reportado para o on-line, criando redes e uma comunicação educativa.

Nessa interação se tem uma sala de aula viva, produzida na problematização de situações do cotidiano do estudante. A vida coletiva se torna conteúdo e a cidadania é citada como forma de intervenção social. A leitura e a escrita se contextualizam e recebem uma funcionalidade prática na reflexão/ação, ou seja, o ato de ler e escrever fluem nos estudantes com propósitos significativos, permeado de suas vivências, então ocorre o letramento. De acordo com Soares (2002):

Letramento é muito mais que simplesmente decifrar códigos, ele é um estado, uma condição: o estado ou condição de quem interage com diferentes portadores de leitura e escrita, com diferentes gêneros e tipos de leitura e de escrita, com as diferentes funções que a leitura e escrita desempenham na nossa vida. Enfim: letramento é o estado ou condição de quem se envolve nas numerosas e variadas práticas sociais de leitura e escrita (SOARES, 2002, p.107).

Com efeito, o letramento é um processo contínuo que acontece ao longo da vida, melhora com as interações sociais e se expande além do decodificar palavras. Já que ser letrado é uma demanda da sociedade, da política, da econômica e da biologia. “Não basta saber ler que ‘Eva viu a uva’. É preciso compreender qual a posição que Eva ocupa no seu contexto social, quem trabalha para produzir a uva e quem lucra com esse trabalho.” (FREIRE, 2006).

Nesse sentido a escola propicia o pensamento reflexivo, crítico e a leitura do mundo começa a preceder a leitura da palavra (FREIRE, 2009). O aprender ganha significado e não se torna um fardo para o estudante. Ou o texto dá sentido ao mundo ou não há sentido nenhum (LAJOLO, 1993).

O presente contexto também usa as tecnologias na educação como ferramenta que agrega as várias disciplinas em torno desse projeto comum, e fortalece a interação com a comunidade escolar. As tecnologias digitais (TD) para Moreira e Sartori (2015):

fazem parte dos cotidianos de muitas pessoas no mundo. Trata-se de uma experiência sensitiva sedutora que mescla prazer, encantamento, curiosidade, acesso a informações diversas, facilidade de comunicação, muitas possibilidades expressivas, com uma gama de possibilidades participativas. ... Hoje em contato com as TD, os jovens se apropriam e constroem parte deste ambiente, ...criando novas formas de ‘estar junto’, de se comunicar e, portanto, de ‘ser’ e ‘estar’ nos tempos atuais. Ao demarcar um local, uma rede entrelaçada de significados e de maneiras variadas de fazer no espaço virtual, estes jovens constituem e são constituídos por estes ambientes, além de apresentam práticas sociais que se caracterizam pelas novas formas de socialidade (MOREIRA e SARTORI, 2015, p. 370 e p. 371).

E hoje a internet contribui muito para amenizar essa necessidade educacional já que a prática docente mediada pelas tecnologias digitais de informação e comunicação ganha novas perspectivas e rompe com a ideia de que o espaço escolar é numa sala de aula fechada, em que o professor fala e o estudante escuta. Segundo Sancho e Hernández (2006):

Quem considera que a aprendizagem se baseia na troca e na cooperação, no enfrentamento de riscos, na elaboração de hipóteses, no contraste, na argumentação, no reconhecimento do outro e na aceitação da diversidade vê nos sistemas informáticos, na *nevagação* pela informação e na ampliação da comunicação com pessoas e instituições geograficamente distantes a resposta às limitações do espaço escolar. (SANCHO e HERNÁNDEZ, 2006, p.21).

Educar é um ato de transformação. Os conteúdos e as metodologias só fazem sentido se tiverem uma função que atenda a formação de cidadãos aptos a fazer intervenções no meio em que vivem.

METODOLOGIAS

O projeto PENSE VERDE esteve organizado em ações que combinavam o ambiente presencial com estudo em sala de aula, aulas de campo, com palestras realizadas pelo professor e biólogo Célio Alves Ribeiro, leitura e escrita de textos nas aulas de Português para descobrir e relatar suas descobertas sobre o bioma em estudo, produção de placas educativas, diálogos e entrevistas junto aos moradores, pescadores e marisqueiras da região a fim de fazer levantamentos para a pesquisa e implantação do projeto. Momentos de recolhimento de resíduos sólidos descartados irregularmente no local e plantação de mudas de mangue, com vista a recomposição da flora degradada pelo desmatamento. As ações de coleta de lixo, verificação da implantação das placas e do plantio de mudas aconteciam em visitas mensais ao estuário, em dias de marés de maior amplitude, em geral marés de sizígias.

Figuras 1 e 2: Estudo em sala de aula e palestra em aula de campo com o professor e biólogo Célio Alves Ribeiro.





Figuras 3 e 4: Pesquisa e embasamento teórico no Laboratório de Informática.



Figuras 5 e 6: Confeção das placas de orientação a serem fixadas no ecossistema em estudo.



Figura 7 e 8: Estudantes implantando as placas educativas sobre a proteção e preservação do ecossistema de manguezal.



Figura 9: Estudantes realizando coleta de lixo no manguezal. **Figura 10:** Estudantes e professores na ação de reflorestamento.



Figuras 11 e 12: Visitas aos moradores locais e entrevista com perguntas sobre o ecossistema em estudo.



Figuras 13 e 14: Produção textual sobre a prática desenvolvida no projeto.



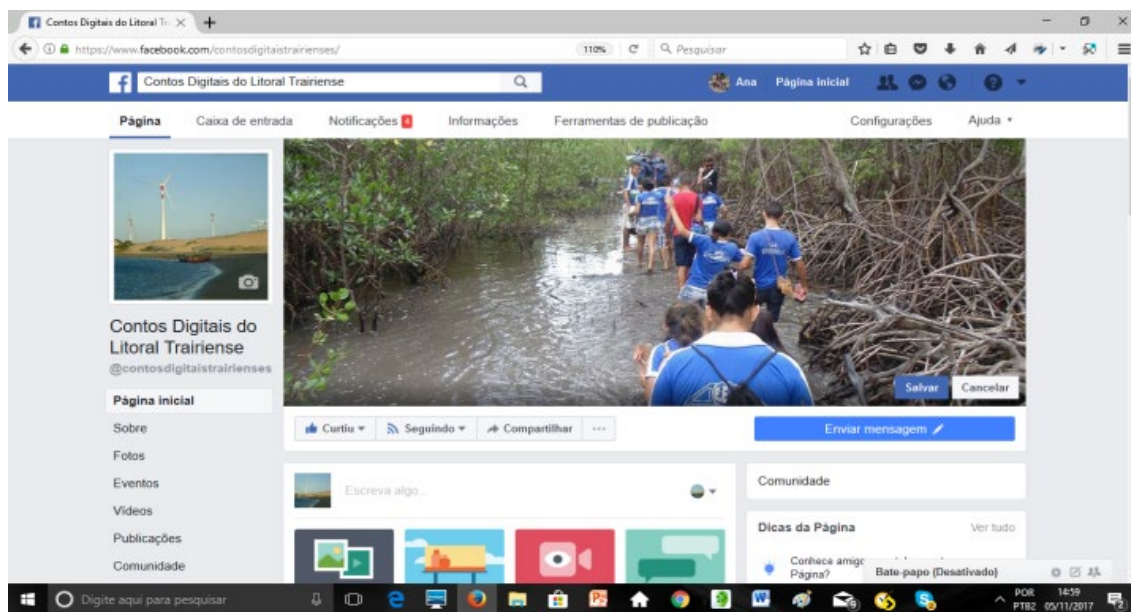
No ambiente online houve pesquisas no Laboratório de Informática, postagem das ações realizadas no ambiente presencial, comentários, curtidas e compartilhamentos (https://www.facebook.com/pg/contosdigitairaierenses/photos/?tab=album&album_id=1131421573616828). A criação dessas redes no espaço virtual proporcionou a divulgação das ações do projeto, assim como a interação dos estudantes que participaram do projeto com outros membros da comunidade e de outros membros da rede, além da reflexão através das imagens publicadas.



Fonte das fotos: Os autores.



Figura 17: Captura de tela da página criada no *Facebook* para postagens das ações do projeto: Contos Digitais do Litoral Trairiense.



Esses ambientes, presencial e online, formam os ecossistemas comunicativos formulados nos conceitos da Educomunicação. Os discentes passam a desenvolver atividades com aspectos de inovação e ressignificação de práticas. Nessa relação educomunicativa a autoria se estabelece no ir e vir pedagógico, estreitando relações com os atores escolares, interferindo no meio ambiente local, provocando reflexões e leituras socioambientais.

Os resultados obtidos com o projeto, no que diz respeito ao reflorestamento e parceria com os moradores das regiões do manguezal, com seus conhecimentos etnoecológicos, estão demonstrando que os plantios de mudas podem ser uma estratégia de fomentar a restauração das reservas florestais de nossos manguezais e, conseqüentemente, de toda fauna local. Recomenda-se, porém, que outras pesquisas mais direcionadas à produção de mudas de espécies de árvores de mangue sejam desenvolvidas, e que outras técnicas sejam utilizadas para que possa ser alcançado pleno sucesso no seu desenvolvimento. Durante a execução do projeto foram plantadas cerca de 500 mudas de mangue dos gêneros *Rhizophora mangle* L., *Conocarpus erecta* L. e *Avicennia schauerianna* Stapf. & Leechman, visando à recuperação das áreas devastadas. O projeto ainda continua em execução com uma projeção para o plantio de 3000 mudas até dezembro de 2021.



Recomenda-se também que ocorram mais ações de educação ambiental protagonizadas pelas escolas circunvizinhas, associações e representantes públicos locais, pois a moradora A relatou que ouviu falar de preservação:

“No rádio, considera o meio ambiente importante, pois é de onde a gente tira os alimentos e onde a gente vive”.

Relatou ainda que cuida do meio ambiente:

“Não jogando lixo, não poluindo.”

A moradora B relatou que ouviu falar de preservação:

“Na TV” e cuida “plantando árvores.”

A moradora C ouviu falar:

“na Escola e na TV.

E considera o meio ambiente importante:

“Porque sem ele ninguém fica vivo” e cuida “pegando o lixo que está no chão e colocando na lixeira.”

A comunidade, muitas vezes, tem a informação, mas precisa ter acesso à informação local e contextualizada para que se transforme em conhecimento e em ações direcionadas que impactem significativamente ao seu redor.

Por vezes, se pensa preservação do meio ambiente com problemáticas distantes e as ações são relativizadas, pois a carcinicultura está poluindo, a pesca é feita no período de defeso e o corte do manguezal não é regrado. Em contrapartida, a maioria das pessoas ali existentes são de famílias carentes, não têm uma situação econômica estável, o que reforça ainda mais a necessidade do Poder Público se fazer atuante nessa região.

Após as conversas com os estudantes, a moradora D relatou:

“Gostei da atitude dos alunos em falar sobre o manguezal e vou falar para as pessoas não jogarem lixo no mangue, e falar para todos o que está acontecendo.”

O morador E disse que pretende:

“Preservar mais o meio ambiente e cuidar mais do nosso mangue”.

O morador F disse:

“Vou tirar o lixo da beirada do rio.”



O morador G disse que:

“Vou tentar conscientizar as pessoas a não jogar lixo e nem fazer desmatamento, porque isso é uma boa coisa que não tem em todo lugar e temos o privilégio de ter aqui, então devemos cuidar.”

A moradora H citou:

“Não pretendo fazer nada, pois quando falo as pessoas ignoram”.

Muitos moradores conseguem se solidarizar com as ações da escola, dos estudantes, entretanto, precisam que sua fala e atitudes sejam fortalecidas. As ações ambientais são vistas de longe e com pequenas noções de bem estar para o equilíbrio local e global. Os resultados a longo prazo só serão possíveis com a continuidade e manutenção do ecossistema em equilíbrio, o que dependerá do fortalecimento da parceria com os moradores locais e a continuidade das ações.

A estudante A relatou:

“Não devemos jogar lixo no meio ambiente em que vivemos em que na qual tiramos nossa alimentação, como no caso do mangue, as pessoas jogam lixo e não sabem que as consequências vêm a frente não muito longe e as consequências chegam junto com o arrependimento de não ter cuidado”.

E sobre a aula de campo disse:

“A aula, além de muito proveitosa, bem que a gente aprendeu coisas a ajudar o meio ambiente [...]. Além de muito divertida legal e interessante. Eu adorei”.


O estudante B escreveu em seu relato:

“Despertou em mim um sentimento de solidariedade e de conscientização com o meio ambiente, pois devemos preservar porque o mangue é também um meio de sustentabilidade para toda a região”.

O estudante C disse que a experiência despertou:

“O sentimento de esperança, pois, nós conseguimos fazer do mangue um lugar melhor, pois além da nossa ação de limpeza a gente também fizemos a ação de plantar pois tinha espaços que estava muito desmatado”.

A estudante D escreveu:



“Na primeira vez que fui no mangue eu fiquei muito triste com as coisas que eu vi lá os lixos que eram jogados mais na segunda vez nós alunos e professores fomos conversar com a comunidade e colocar algumas placas para quando alguém for lá ter consciência que naquele lugar não se pode jogar lixo. Fiquei muito feliz”.

O estudante E relatou que:

“Através das aulas de campo tivemos a oportunidade de conhecer melhor o grande problema que nos cerca, e nos programar e organizar para coletarmos adequadamente nosso lixo”.


Os estudantes, nas interações sócio ambientais, conseguiram provocar reflexões em alguns pares da comunidade e a eles próprios. O ir e vir pedagógico transdisciplinar resultou na motivação interna dos discentes para o processo de leitura, escrita, exposição oral e a visão funcional para esse momento, o que estimula o desenvolvimento do letramento, dos conhecimentos biológicos, da inclusão digital e de atitudes críticas e cidadãs. Os processos de produção virtual trazem a desterritorialização do saber. Construindo relações que fogem dos padrões tradicionais de aprendizagem, configurando como uma ação educacional e sensibilizadora da problemática local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante de tudo que se propôs ao longo das ações do projeto, foi possível considerar o empoderamento dos alunos na execução, desvinculados de notas, do pragmatismo expositivo que tem se perpetuado nas instituições de ensino brasileiras. Os alunos se tornaram protagonistas, sujeitos do próprio conhecimento, elaborando métodos para melhor executar o que se pensou e autônomos no pensamento, como demonstrado nos seus relatos escritos e ações postadas no *Facebook*.

A percepção de uma educação envolvente, promotora de novos conceitos foi parte fundamental do projeto, que lidou com diversas metodologias e todas elas tiveram a participação direta do aluno/sujeito como parceiro do professor/orientador. Foi pensando em melhorar os vínculos de aprendizagem e de engajamento sem tratar os objetivos das disciplinas apenas como um número ao final do período que se planejou os passos do projeto.

Tal projeto deve ser um entendimento coletivo de preservação permanente do meio ambiente, principalmente dos ecossistemas naturais que rodeiam cada comunidade escolar. Por isso é necessária também a inserção de estudantes novatos para dar continuidade às ações para que estes sejam envolvidos na prática que não tem a intenção de se limitar apenas a momentos



isolados, todavia, que sejam contínuos momentos de leitura, escrita, reflexão, ação e comunicação.

Os impactos desse projeto se dão na melhoria da leitura, escrita, oralidade, educação ambiental, preservação, manuseio tecnológico, reflexão, ação e comunicação sobre a realidade local. Aqui é exposto apenas um recorte de uma situação transdisciplinar educativa. A proposição do Pensar Verde é um pensar ciente de atitudes que possam ser feitas no ecossistema local e que impactem na conservação da vida no planeta, ou seja, partindo da manutenção da vida local para a global. Há muito o que ser aprofundado e estudado, entre atitudes e valores diários que remetem à consciência ambiental. O importante é que foi realizado o primeiro passo para o entendimento de que o equilíbrio ambiental é premissa fundamental para a manutenção da vida.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF.

CITELLI, A. O.; ADILSON, COSTA, M. C. C. *Educomunicação: Construindo uma nova área do conhecimento*. Paulinas. São Paulo, 2011.

CITELLI, A.; FALCÃO, S. *Comunicação e educação: um contributo para pensar a questão ambiental*. Comunicação & Educação, v. 20, n. 2, p. 15-26, 1 out. 2015.

COGLIATTI-CARVALHO & FONSECA. *Quantificação da biomassa e do Carbono em Rhizophora mangle, Avicennia shaueriana e Laguncularia racemosa no manguezal da laguna de Itaipu*, Niterói –RJ. Relatório ao Fundo Nacional do Meio Ambiente –FNMA/MMA, Niterói, 11 p., 2003.

FREIRE, Paulo. *A importância do ato de ler*. São Paulo: Cortez, 2009.

FREIRE, Paulo. *Educação na Cidade*. São Paulo: Cortez, 2006.


LACERDA, L.D.: *manguezais: floresta de beira-mar*. Rev. Ciência Hoje, 1984.

LAJOLO, Marisa. *Do mundo da leitura para a leitura do mundo*. São Paulo: Ática, 1993.

LÉVY, Pierre. *O que é o virtual?* São Paulo: Editora 34, 2011.

MACEDO, S.J. et al. *Gerenciamento participativo de estuários e manguezais*. 1ª. ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2000. cap.2, p. 7-25.

MOREIRA, Patrícia Justo e SARTORI, Ademilde Silveira. *A sociedade e a vivência digital: das lan houses às lan escolas, rumo a cidadania e a cibercultura*. Disponível em:<http://issuu.com/abpeducom/docs/educomunica_o_e_direitos_humanos/7?e=10597787/30991338>. Acesso em: 28 jan. 2016.



MUNHOZ, T. *Desenvolvimento sustentável e educação ambiental*. Em aberto, Brasília, v. 10, n. 49, p. 63-64, jan./mar. 1991.

NANNI, H. C.; NANNI, S. M. *Preservação dos manguezais e seus reflexos*. XII SIMPEP, São Paulo, 2005.

NEUMANN-LEITÃO, S. *A fauna do manguezal*. In: SHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. 1.ed. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995. cap. 5, p. 23-27.

NEVES, Flávia. *Significado de Transdisciplinaridade*. Disponível em: <<https://www.significados.com.br/transdisciplinaridade/>>. Acesso em: 07 dez. 2019.

PARANAGUÁ, M.N.; NEUMANN-LEITÃO, S.; MELO, R.L.S. et al. *Management in northeastern Brazil: faunal biodiversity*. In: Ecosystems and Sustainable Development II. C.A. Brebbia e J.L. Usó, eds.; Wit press, 1999. p. 57-67.

SANCHO, Juana María e HERNÁNDEZ, Fernando. *Tecnologias para transformar a educação*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Manguezais Brasileiros*. Tese de Livre Docência. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo, 1991. 43p.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *Grupo de ecossistemas: manguezal, marisma e apicum*. São Paulo, 2000.

SOARES, Ismar de Oliveira. *Educomunicação: o conceito, o profissional, a aplicação: contribuições para a reforma do ensino médio*. São Paulo: Paulinas, 2011.

SOARES, Magda. *Alfabetização e letramento*. São Paulo: Contexto, 2002.



CAPÍTULO 22

MESOREGIÕES CENTRO ORIENTAL E CENTRO OCIDENTAL DO RIO GRANDE DO SUL – UM ESTUDO DE VULNERABILIDADE

DOI: 10.47402/ed.ep.c202296522115

Larissa Aldrighi da Silva
Diuliana Leandro
Gabriela Tombini Ponzi
Denise Vieira dos Santos
Suelen Movio Huinca
Gabriel Borges dos Santos
Marlon Heitor Kunst Valentini

RESUMO

A vulnerabilidade socioambiental aborda um conjunto de fatores ambientais, sociais e econômicos que influenciam no viver do ser humano, seja de forma individual ou coletiva. Visando isso, o trabalho apresenta como objetivo realizar o levantamento de alguns fatores interferentes, denominados indicadores, que conferem características de vulnerabilidade: renda, educação, trabalho, tempo de deslocamento entre casa e trabalho e serviços de saneamento. Como resultado da manipulação desses indicadores padronizados (escala que varia entre 0 e 1, onde 0 abrange os municípios menos vulneráveis e 1 os mais vulneráveis) são gerados mapas temáticos com o auxílio de geotecnologias. Assim o trabalho ressalta esses indicadores através de mapas temáticos, os quais são uma importante ferramenta no processo decisório por parte do poder público e dos prestadores de serviço por permitir classificar de maneira hierárquica as necessidades de cada região. Para além, os mapas são uma forma de expressão para reivindicação por condições dignas de moradia e vida para os municípios do grupo em estudo. Analisando os mapas de vulnerabilidade produzidos verificamos que 8,2% dos municípios foram classificados com média alta, 65,9% com média baixa e 25,9% com baixa vulnerabilidade socioambiental.

PALAVRAS-CHAVE: socioambiental, mapeamento, análise espacial.

INTRODUÇÃO

O termo vulnerabilidade corresponde a um conjunto de processos e condições resultantes de fatores, sejam eles ambientais, biológicos, sociais, econômicos e/ou políticos que aumentam a fragilidade ao impacto de um determinado risco²⁷. Onde, pode-se agregar mais de um fator em determinadas ocasiões, como o tema discutido no presente trabalho, unindo a vulnerabilidade social com a ambiental, correspondendo assim a um local onde convivem ambientes e populações em situação de risco, expondo os indivíduos aos perigos derivados de fenômenos naturais e sociais, bem como inundações ou enchentes, deslizamentos de terra, secas

²⁷ Relação existente entre a probabilidade de que uma ameaça de evento adverso ou acidente determinados se concretize, com o grau de vulnerabilidade do sistema receptor a seus efeitos (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2007).



recorrentes, acometimentos de doenças, perdas de emprego, entre outras (TOMINGA, L. K, 2009; SANTOS, J. O, 2015; VASCONCELOS et al, 2020). Visto isso, vamos abordar sobre o índice de vulnerabilidade socioambiental que vai ser estudado e apresentado para 85 municípios de 2 mesorregiões do Rio Grande do Sul, sendo elas a Centro Oriental e Centro Ocidental. A escolha desses municípios se deu por continuidade dos trabalhos do grupo LGEA para a região Sul do RS.

Hogan (1993), falava que os impactos da crise ambiental urbana são resultantes da poluição do ar e das águas, do saneamento inadequado, da coleta e remoção de lixos irregulares, e da perda de terras. Estes fatores também contribuem para os problemas de longo prazo como uso de recursos e a concentração de esgotos e de emissões, assim deixando a população mais carente em situação de vulnerabilidade, seja ela social ou ambiental. Em resumo, a vulnerabilidade socioambiental resulta de estruturas socioeconômicas que produzem simultaneamente condições de vida precárias e ambientes deteriorados, se expressando também como menor capacidade de redução de riscos ambientais e baixa resistência aos eventos extremos, conceitos que são apoiados por Vasconcelos, et al (2020); Carvalho, et al (2020); Pereira, et al (2020); Medeiros e Souza (2016) entre outros.

Estas condições de vulnerabilidade são resultantes de processos sociais e mudanças ambientais que é denominada de vulnerabilidade socioambiental, pois combinam: os processos sociais referentes à precariedade das condições de vida e proteção social (trabalho, renda, saúde e educação, assim como aspectos ligados à infraestrutura, como habitações saudáveis e seguras, estradas, saneamento, por exemplo) que tornam determinados grupos populacionais os principais vulneráveis aos desastres; e as mudanças ambientais resultantes da degradação ambiental que tornam determinadas áreas mais vulneráveis quando da ocorrência de uma ameaça e seus eventos subsequentes (FREITAS, 2012).

Sendo estes os cenários mais propícios para tal, as regiões mais urbanizadas, as quais são também aquelas que sofrem por melhorias ambientais. Os males da concentração populacional são agravados em "megacidades"; e não há nenhuma dúvida de que a dimensão dos problemas é aumentada pela dificuldade de efetuar políticas públicas em cidades tão grandes e diferenciadas (HOGAN, 1993). Diante do que foi exposto, no decorrer desse trabalho vamos analisar essas questões em mesorregiões do sul do Brasil com dados para auxiliar na criação de informações para tomadas de decisões de políticas públicas.



REFERENCIAL TEÓRICO


Silva (2014) e Da Silva (2019) notaram que o rápido e desordenado crescimento populacional vem promovendo modificações nos sistemas ambientais bem como a aceleração na degradação ambiental em diferentes escalas, épocas e modos de interferência. Assim, entendendo os efeitos da influência mútua entre o homem e natureza, e como esta estimula a ocupação inadequada de áreas urbanas, pode-se entender o que gera conflitos entre a dinâmica antrópica e ambiental.

O crescimento da população quando ocorre de maneira que não é acompanhado de um planejamento urbano adequado intensifica os problemas já existentes, especialmente nos centros urbanos, particularmente quando se trata de geração de resíduos sólidos. Com essa concentração da população, torna-se mais frequente a disposição inadequada de diversos tipos de resíduos, o que normalmente ocorre em terrenos baldios mais próximos afetando todo o sistema do meio ambiente, como por exemplo, a poluição dos rios e córregos e conseqüentemente causando obstrução dos canais de drenagem, afetando a saúde da população por estabelecerem pontos de propagação de insetos, roedores e outros organismos vetores de doenças (TAVARES et al. 2020).

Marques et al. (2020) ressalta que com o avanço do crescimento populacional devemos dar uma atenção ao grande número de conflitos socioambientais que atinge em especial os grupos de pessoas carentes. Esses conflitos ocorrem pelas condições econômicas dos mesmos, os quais se alocam em áreas sem condições estáveis de bem-estar e segurança, ficando expostas e impotentes as forças da natureza. Após a aquisição, ou por vezes, posses dessas áreas, a população vulnerável acaba construindo seus assentamentos urbanos de maneira precária, os denominados cortiços, conjuntos habitacionais degradados e/ou favelas que ficam completamente expostos a quaisquer tipos de eventos naturais (QUEIROZ FILHOZ, A. P.; 2015).

Para Porto (2007) e Santos (2015), o conceito de vulnerabilidade está referido a específicos grupos sociais que se encontram em certo território, expostos a um determinado fenômeno e enfraquecido quanto a sua capacidade de compreender e enfrentar esses riscos. Essa característica torna a vulnerabilidade um conceito-chave para uma análise integrada e contextualizada dos riscos.

Mas também vulnerabilidade pode ser entendida como um estudo que envolve uma ampla e relevante discussão por ter um caráter multidisciplinar e indica a sensibilidade das



peças a problemas e danos, principalmente, relacionados às constantes transformações sociais, econômicas e ambiental sendo maior nos países em desenvolvimento, o que expõe a fragilidade da sociedade e das instituições em lidar com as situações de crise. Nesse sentido, um conceito praticável para vulnerabilidade socioambiental é a possibilidade de ser definido como a coexistência, cumulatividade ou sobreposição espacial de situações de pobreza/privação social e situações de exposição ao risco e ou degradação ambiental (SANTOS, J. O., 2015; VASCONCELOS, 2020). Os riscos socioambientais, não podem ser definidos somente com suporte em aspectos naturais, eles compõem a associação desses fenômenos com a capacidade de proteção dos grupos sociais, ou seja, da vulnerabilidade social.

Atualmente para que ocorra a identificação dos territórios populacionais com condições desfavoráveis é utilizado o índice de vulnerabilidade social (IVS). Essa ferramenta como apresentada por (SANTOS, 2015) permite associar as diferentes variáveis em um indicador, possibilitando a aproximada representação das condições de vida de quem vive em áreas geograficamente delimitadas, assim, podendo revelar sua posição de risco.

Os indicadores necessários para utilizar no IVS podem ser encontrados nos sites do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e no Banco de dados do Sistema Único de Saúde (DataSUS), podendo encontrar indicadores sociais, de saúde e também ter o acesso a diferentes serviços, bens e oportunidades, que permitem avaliar a vulnerabilidade social partindo de dados como: violência, fecundidade, aspectos demográficos, mercado de trabalho etc. Os dados obtidos através do IBGE se relacionam mais com os aspectos demográficos, de trabalho, rendimento, educação e condições de vida, já os obtidos no DataSUS trazem as informações relacionadas aos dados básicos sobre fatores de risco e de proteção e indicadores de mortalidade, morbidade, recursos e coberturas (CANÇADO et al., 2014).

Muitas dessas informações podem ser mais bem compreendidas com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento e geotecnologias, visto que são resultados de um somatório de vários fatores que possibilitam o reconhecimento, análise e divulgação dos fenômenos naturais (MENGATTO JUNIOR et al., 2017). Sendo o SIG (Sistemas de Informações Geográficas) a geotecnologia mais competente e proveitosa considerado pela Organização Pan Americana de Saúde (OPAS) disponível para facilitar os processos de informação e tomada de decisões atualmente, além de auxiliar em outras atividades, como a localização espaço-temporal dos eventos de saúde, por exemplo, a identificação e monitoramento das características desses eventos e seus fatores de risco.



Essa ferramenta além de analisar os problemas ambientais como já citado, pode ajudar também em questões sociais em forma de informações, de modo a melhorar as condições do uso do solo, gestão territorial e principalmente ao meio ambiente por meio do planejamento e do reconhecimento desses instrumentos orientando ações inovadora na gestão de políticas públicas (SPETH et al. 2020).

Vale ressaltar que as informações geradas através das geotecnologias têm o intuito de auxiliar o poder público e fornecer informações respondendo à Lei de Acesso à Informação - LAI (nº 12.527/2011) em locais de fácil acesso e busca na internet, onde, o Estado, Distrito Federal (DF) e os municípios adequam o padrão da LAI a sua realidade.

METODOLOGIA

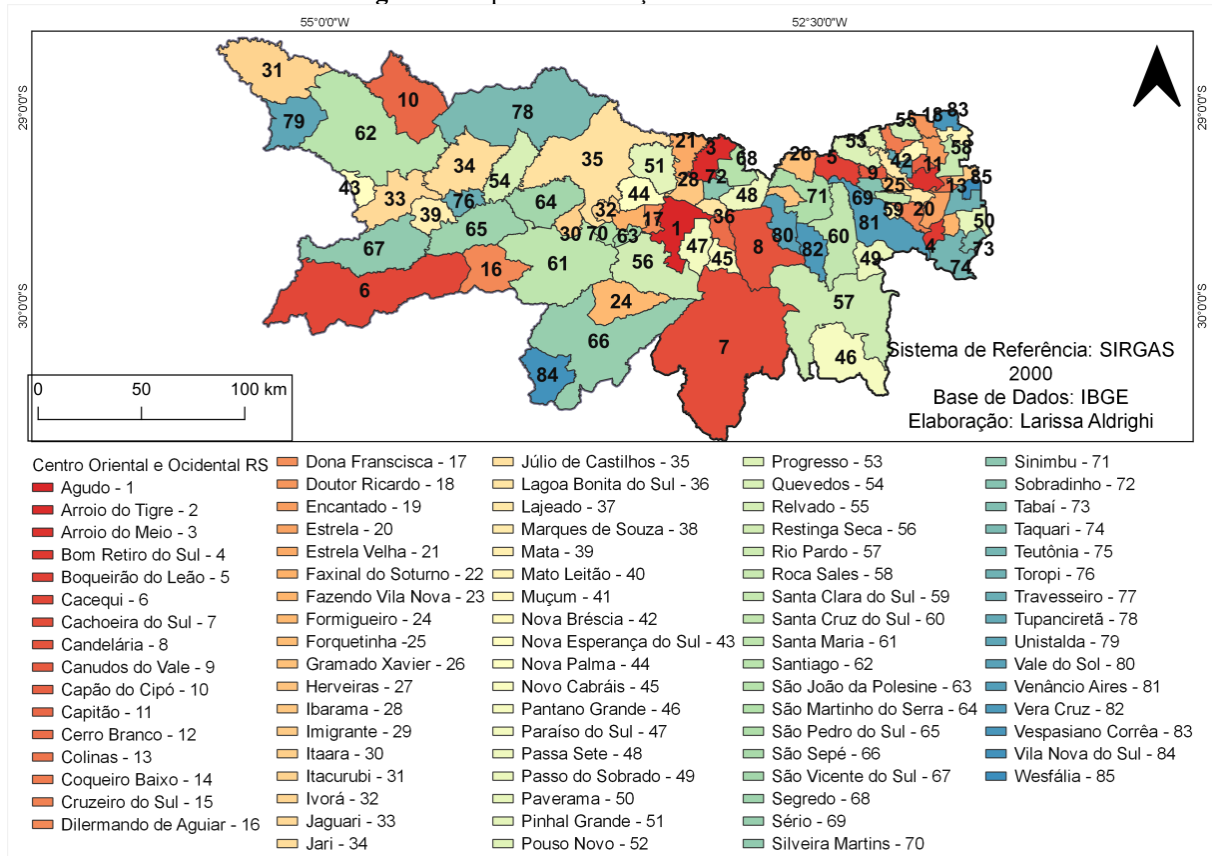
A metodologia deste trabalho segue estudos dedutivos apresentados por IPECE (2011; 2014; 2017) e Malta (2017). Esses estudos buscam contribuir para a avaliação das diferenças socioambientais, através de suas ferramentas e grupo de indicadores (MAIOR et al. 2014.) Os níveis de risco e vulnerabilidade são estudados tomando por base a identificação de relações estatísticas significativas dentre um conjunto de potenciais indicadores, estabelecendo relações para, a partir de raciocínio lógico, chegar à verdade daquilo que se propõe (Maior et al, 2014 pág. 247).

Quanto a parte estatística, os dados foram padronizados em uma escala entre 0 e 1. Assim que padronizados, os índices passaram por uma classificação em quatro classes, possibilitando a criação de mapas temáticos para uma melhor visualização das áreas mais vulneráveis.

Para desenvolvimento da metodologia houve a união da análise de multicritérios de apoio à decisão (MCDA) e SIG, construindo o IVSA com base nos indicadores extraídos do Censo Demográfico realizado no ano de 2010, destacando as diferentes situações de vulnerabilidade.

Na Figura 1 podem ser observada a área de estudo, sendo elas Centro Ocidental e Centro Oriental que abrangem 85 municípios do Rio Grande do Sul.

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: elaboração própria.


Para a padronização dos indicadores foi utilizada o (equação 1) software Excel, de modo que todos os dados obtivessem seus valores intercalados em um intervalo entre 0 e 1, possibilitando a comparação dos índices entre os municípios de maneira mais sucinta. Esse processo foi realizado para cada indicador.

$$\text{Indicador padronizado } (Ip) = \frac{\text{Indicador } (I) - \text{Indicador min}}{\text{Indicador máx} - \text{Indicador min}} \quad (1)$$

Já para determinação do índice do IVSA foram utilizados os valores resultantes dos indicadores padronizados com aplicação na equação 2 para cada municípios, resultando nos dados responsáveis pelo IVSA e a geração dos mapas temáticos.

A representação do IVSA a partir dos indicadores de acesso constrói de maneira hierárquica as relações de vulnerabilidade entre os municípios analisados, do menos ao mais vulnerável através da escala: baixa, baixa média, média alta e alta vulnerabilidade socioambiental.

$$\text{IVSA} = \frac{(Ip_1 + Ip_2 + Ip_3 + \dots + Ip_n)}{n^{\circ} \text{ de indicadores}} \quad (2)$$



Assim, após a padronização e do cálculo de IVSA, foram elaborados mapas temáticos sobre diferentes aspectos de vulnerabilidade no software livre denominado Quantum GIS (QGIS). Os resultados são apresentados em mapas temáticos para possibilitar uma melhor visualização da distribuição espacial das informações, de forma que o processo seja mais claro e simples de ser interpretado por todos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os resultados dos indicadores padronizados com valores entre 0 e 1, para as situações de vulnerabilidade, bem como, o próprio IVSA. Essa escala de vulnerabilidade é apresentada na Tabela 1. É importante evidenciar que zero não representa ausência de vulnerabilidade, mas sim, o menor valor relativo, e mutuamente para o valor 1 (MALTA 2017).

Tabela1. Escalas do índice de vulnerabilidade socioambiental.

Valor	Índice
0,00 – 0,25	Baixa vulnerabilidade
0,26 – 0,50	Média baixa vulnerabilidade
0,51 – 0,75	Média alta vulnerabilidade
0,76 – 1,00	Alta vulnerabilidade

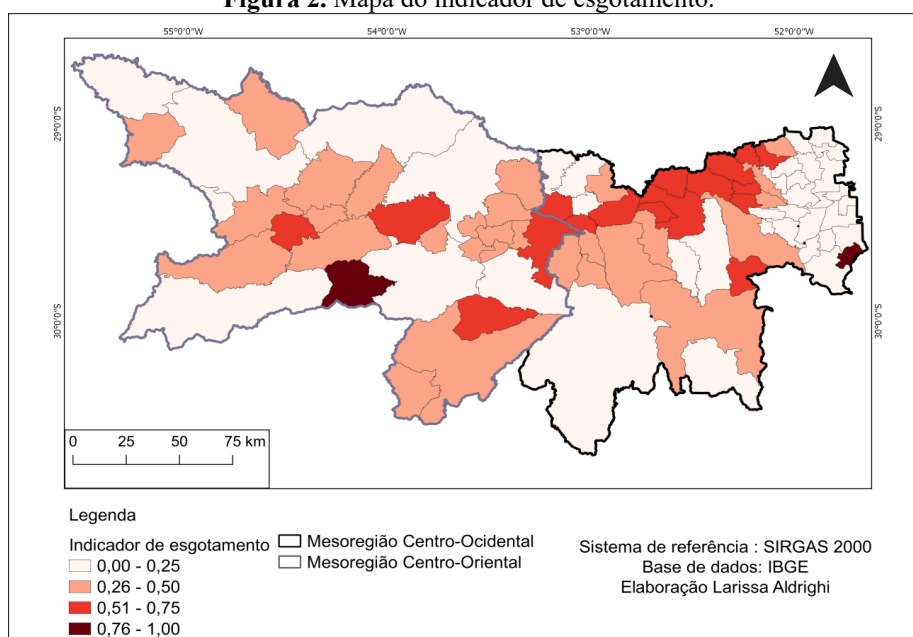
Fonte: autoria própria.

Esse agrupamento de dados tem como objetivo facilitar o estudo dos índices, proporcionando ao usuário final uma melhor compreensão das informações visuais. Desse modo, os resultados são apresentados para os 85 municípios em estudo, onde é possível visualizar as vulnerabilidades individualizadas por indicador até a determinação final do IVSA.

No primeiro mapa indicador (figura 2), o qual se refere ao esgotamento precário foi trabalhado com o município como um todo, não somente a zona urbana ou rural, mas, sim a junção de ambas as zonas. Para que o domicílio fosse considerado como não vulnerável/com baixa vulnerabilidade, deveria possuir ao menos uma das formas básicas de saneamento básico como: um banheiro, coleta de resíduos para todas as formas, o que significa diretamente a coleta pela concessionária de limpeza, nos contêineres ou até mesmo a queima, e que tenha abastecimento de água precário por meio de poços, rios, açudes, caminhão pipa, entre outros. Nessas condições 37 municípios apresentaram para baixa vulnerabilidade (43,5%) como Itacurubi, Júlio de Castilhos e Wesfália, média baixa 29 municípios (34,1%) como Revaldo, São Sepé e Unistalda, média alta 17 (20,0%) municípios Agudo, Mata e Pouso Novo e por fim 2 municípios foram classificados como alta vulnerabilidade (2,4%), Dilermando de Aguiar e

Tabaí. Ou seja, esses dois municípios são os que apresentam menor qualidade de saneamento básico no âmbito de abastecimento de água e coleta de lixo.

Figura 2. Mapa do indicador de esgotamento.



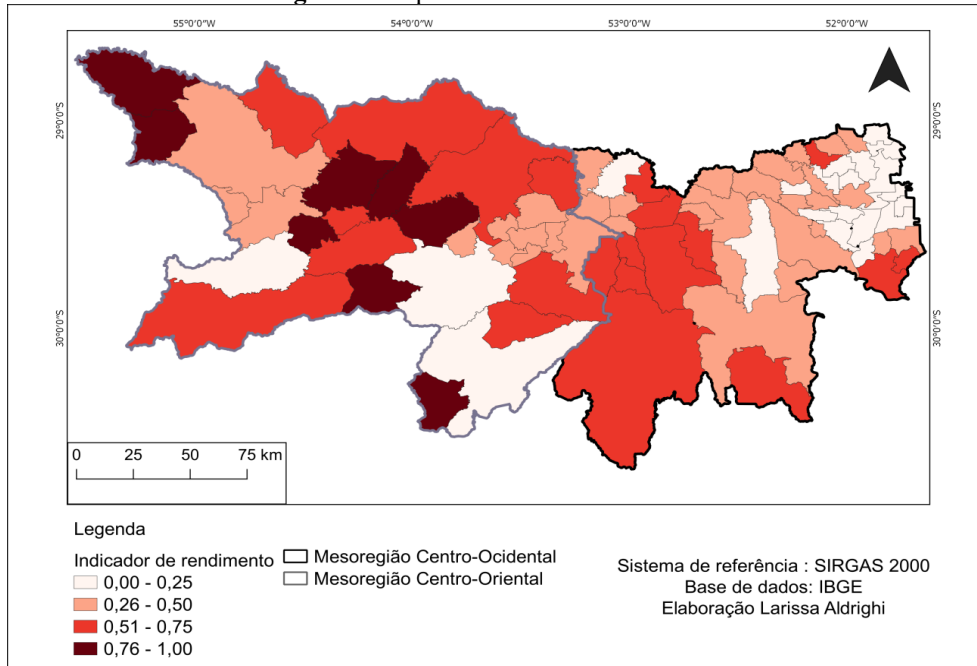
Fonte: autoria própria.

Ao abordar o indicador de rendimento, estamos falando como a sociedade vive e da maneira que administra suas prioridades mensais. Uma análise apresentada pelo departamento intersindical de estatísticas e estudos socioeconômicos – DIEES, traz a comparação entre o salário-mínimo vigente em determinada época e quanto deveria ser para assegurar qualidade de vida (habitação, educação, alimentação e lazer) para uma família de 4 pessoas. Todos os indicadores são trabalhados com dados do último censo demográfico, logo, para o ano de 2010, visto isso o salário para o ano era de R\$ 510,00 e o estudo do DIEES, apresentou que o ideal para as necessidades básicas de uma família deveria ser de R\$ 2.110,26. Se esses dados fossem puxados para a atualidade (2020) temos como mínimo R\$ 1.045,00 e a média salarial ideal é R\$ 3.910,41. De maneira mais clara, esse indicador classifica as famílias que vivem com renda de meio salário-mínimo até dois salários-mínimos (figura 3).

A divisão dos 85 municípios resultou em 25,9% (22 municípios) com baixa vulnerabilidade, sendo: Canudos do Vale, Santa Maria, São Sepé e Wesfália. Para os municípios de média baixa vulnerabilidade obtém-se 40% (34 municípios), dentre os quais, Doutor Ricardo, Herveiras, Nova Palma, Rio Pardo; e média alta temos 24,7% (21 municípios) distintos entre Cacequi, Formigueiro, Passa Sete e Segredo; e 9,4% (8 municípios) classificados com alta vulnerabilidade socioambiental, entre eles, Coqueiro Baixo, Tabaí e Toropi.



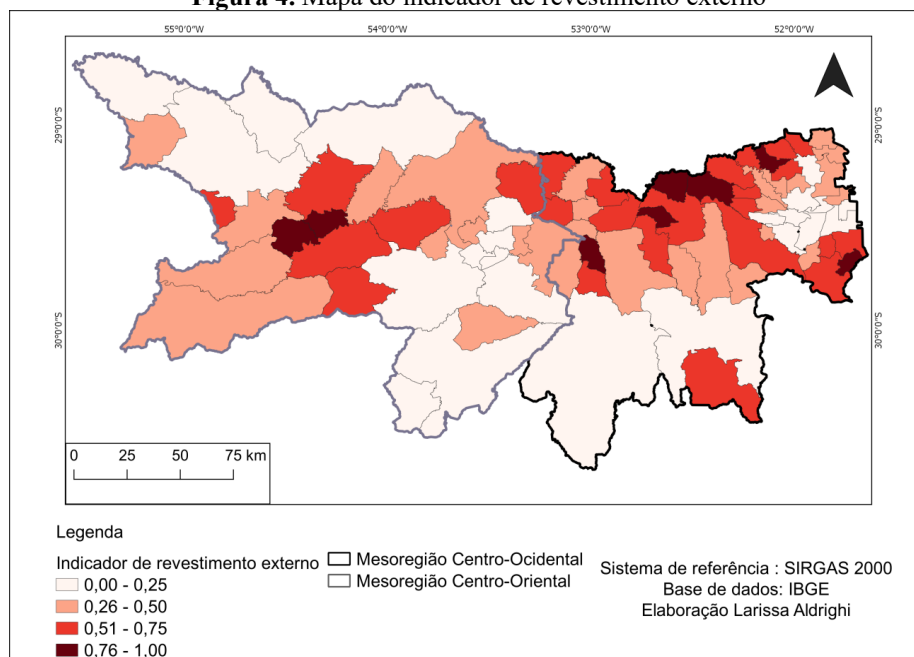
Figura 3. Mapa do indicador de rendimento.



Fonte: autoria própria.

A figura 4 é trabalhada com o indicador relacionado ao tipo do revestimento externo da residência. Esse indicador conta com 23 municípios em baixa vulnerabilidade (Lajeado, Restinga Seca, São Sepé e Silveira Martins), 29 com média baixa (Arroio do Tigre, Capitão, Formigueiro e Sobradinho), 25 com média alta (Estrela Velha, Relvado, Segredo e Sério) e em alta vulnerabilidade 8 (Coqueiro Baixo, Tabai e Toropi). Cada classe de vulnerabilidade contou com 27,1%, 34,1%, 29,4% e 9,4% dos municípios para baixa, média baixa, média alta e alta vulnerabilidade, respectivamente.

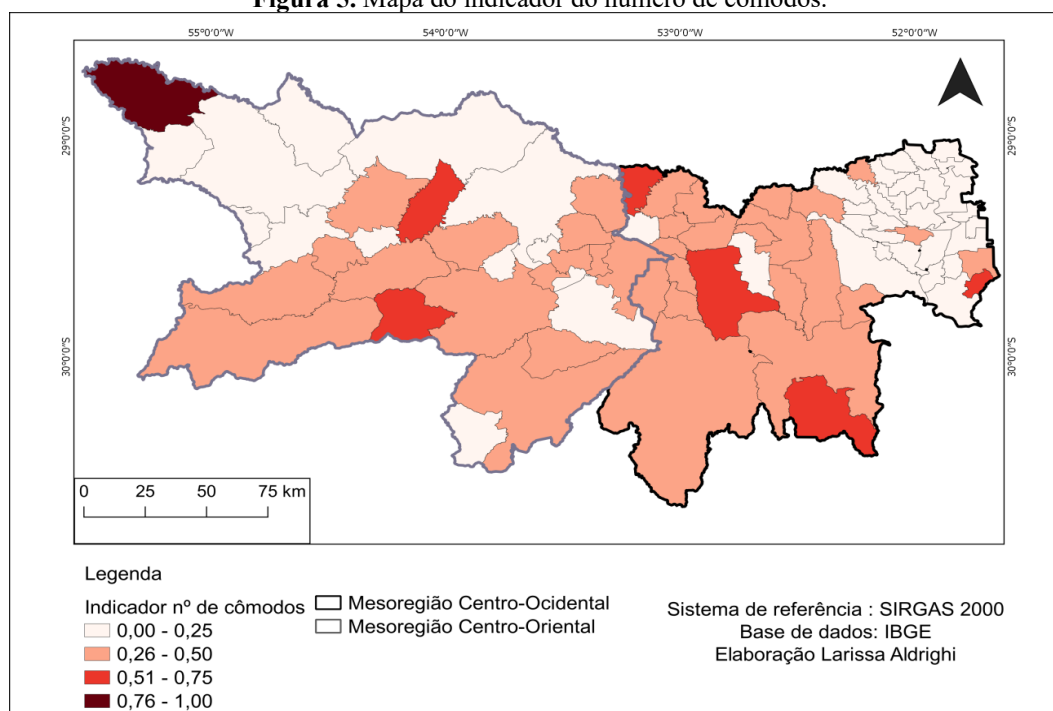
Figura 4. Mapa do indicador de revestimento externo



Fonte: autoria própria.

No índice analisado, indicador de número de cômodos foi levado em questão residências que possuíam até dois dormitórios. Sendo assim, as mesorregiões Sul-rio-grandenses apresentam Canudos do Vale, Colinas, Ivorá e Teutônia entre os 43 municípios de baixa vulnerabilidade (50,6%); Arroio do Tigre, Paverama, Sobradinho e Vera Cruz entre os 35 de média baixa (41,2%); Candelária, Estrela Velha e Quevedos nos 6 de média alta vulnerabilidade (7,1%). Apenas um município foi classificado como alta vulnerabilidade, o município de Itacurubi que fecha 1,2% do total de municípios (figura 5).

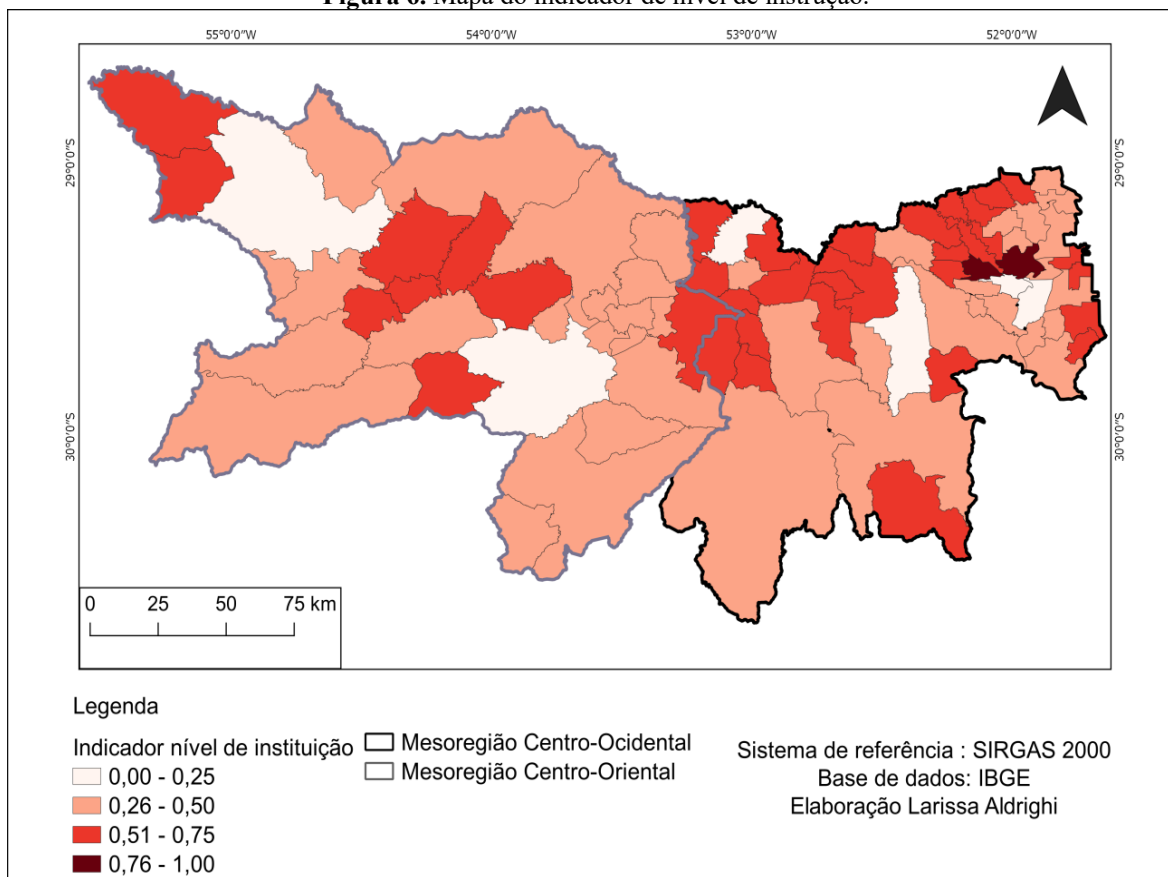
Figura 5. Mapa do indicador do número de cômodos.



Fonte: autoria própria.

O nível de instrução está correlacionado ao acesso à educação, e também, está relacionado com a falta de oportunidades enfrentada por parte da população em acessar as instituições de ensino, em especial devido à inserção precoce no mercado de trabalho. Nessa situação, como se visualiza na figura 6, obtém-se 6 (7,1 %) municípios em baixa vulnerabilidade entre eles Estrela, Santiago e Santa Maria; já para média vulnerabilidade foi contabilizado 41 (48,2%) municípios como Muçum, Sobradinho, São João da Polesine e Rio Pardo, já para a média alta temos 36 (42,4%) municípios como Herveiras, Passa Sete, Sério e Wesfália e para, alta vulnerabilidade encontra-se apenas dois (2,4%) municípios, sendo eles, Arroio do Meio e Forquetinha os municípios que menos possui acesso à educação, logo, mais vulneráveis.

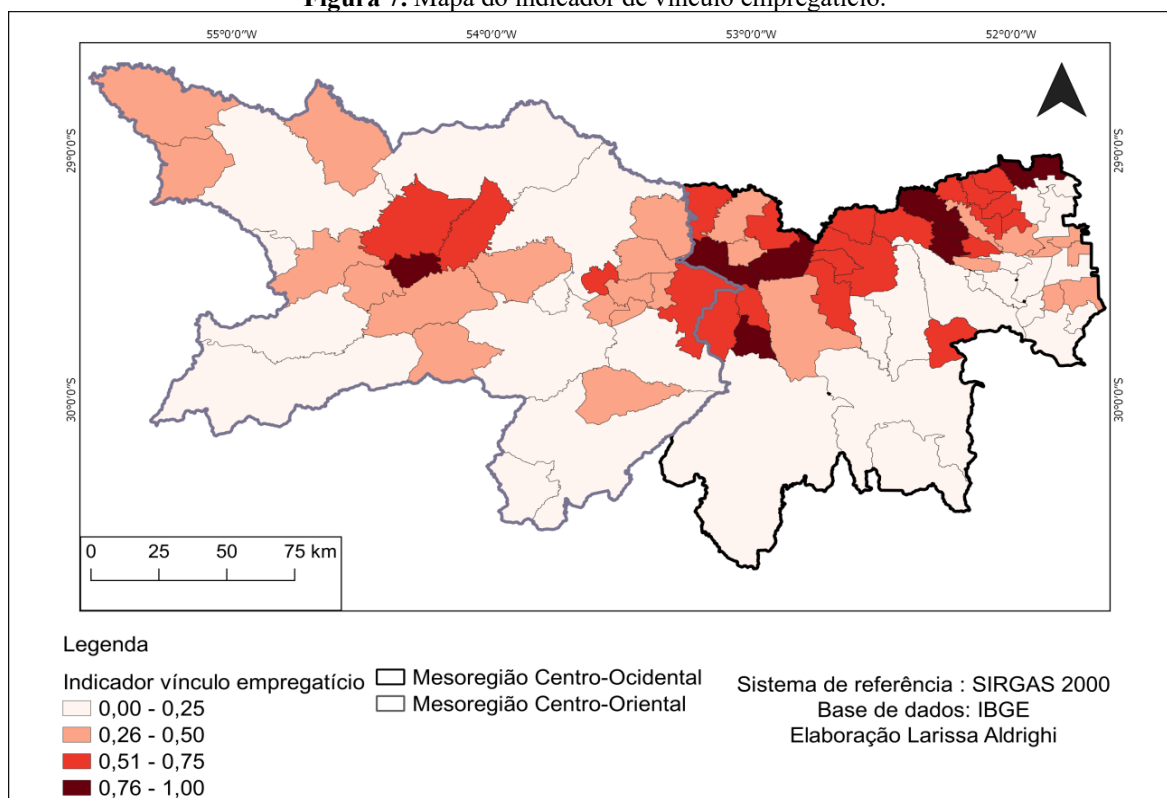
Figura 6. Mapa do indicador de nível de instrução.



Fonte: autoria própria.

Vínculo empregatício é um indicador que traz a desenvoltura trabalhista e a oportunidade de emprego da população. Sendo assim, buscando apresentar aspectos de vulnerabilidade, os 85 municípios foram classificados de acordo com a população que trabalha apenas para o sustento/consumo próprio e de familiares ou trabalhadores não remunerados ou que trabalham por conta e os que não possuem carteira assinada. Posto isso, 32,9% (28) desses em baixa vulnerabilidade (Estrela, Itaara, Mato Leitão e Teutônia), 30,6% (26) em média baixa vulnerabilidade (Colinas, Jaguari, São Pedro do Sul e São Martinho da Serra), 24,7% (21) em média alta (Gramado Xavier, Passo do Sobrado, Travesseiro e Vale do Sol) e com alta vulnerabilidade 11,8% (10) municípios (Canudos do Vale, Lagoa Bonita do Sul, Progresso e Sério). Vale salientar que apenas alguns dos municípios estão sendo citados em cada escala de vulnerabilidade, sendo esses os com os índices próximos aos limites máximos, e esses dados na totalidade podem ser visualizados na figura 7.

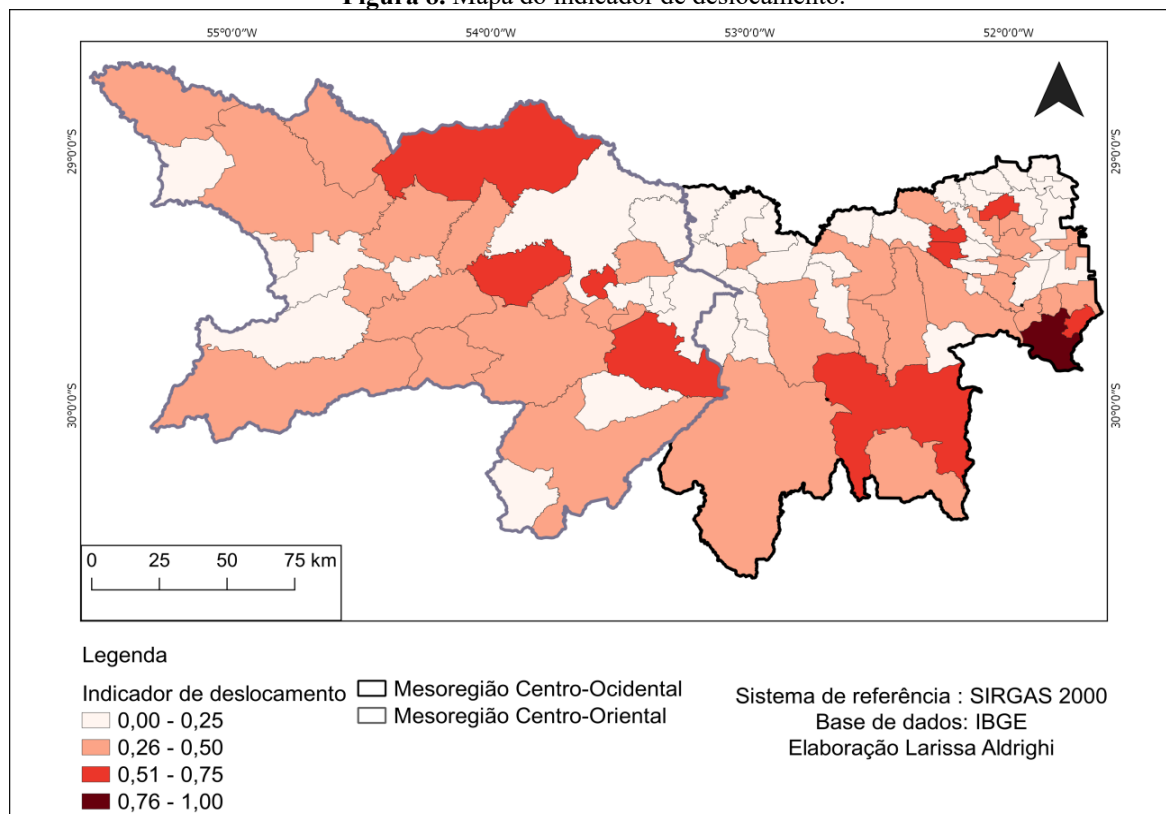
Figura 7. Mapa do indicador de vínculo empregatício.



Fonte: autoria própria.

Quando a oferta de emprego ou oportunidades não estão disponíveis em um determinado município, isso acaba fazendo com que a população as busque em outras localidades, independente da distância. O mesmo vale para educação, quando o município oferece apenas níveis básicos ou precários. Outro fator importante na busca por emprego é a existência de auxílios e benefícios, como, auxílio alimentação, auxílio transporte e plano de saúde, podendo ser um fator forte e favorável para enfrentar o deslocamento intermunicipal. Com isso, foram considerados dados de deslocamento casa-trabalho-estudo entre mais de uma hora a mais de duas horas para a chegada ao emprego ou sua instituição educacional. Os municípios de Formigueiro, Forquetinha, Pinhal Grande, Vespasiano Corrêa e mais 38 (48,2%) foram classificados com baixa vulnerabilidade, Capitão, Jari, Paverama, Venâncio Aires e mais 30 municípios (40,0%) com média baixa, Nova Bréscia, Restinga Seca, Sério, Tupanciretã e mais 5 municípios (10,6%) com média alta e apenas Taquari (1,2%) com alta vulnerabilidade. Um fator importante para o indicador de deslocamento (figura 8) possuir tantas regiões com baixa vulnerabilidade pode ser ocasionada pelo tamanho dos municípios, que por possuir uma menor população consequentemente possui um tráfego menor e menos congestionamentos nas vias públicas que ligam a população no deslocamento casa-emprego.

Figura 8. Mapa do indicador de deslocamento.

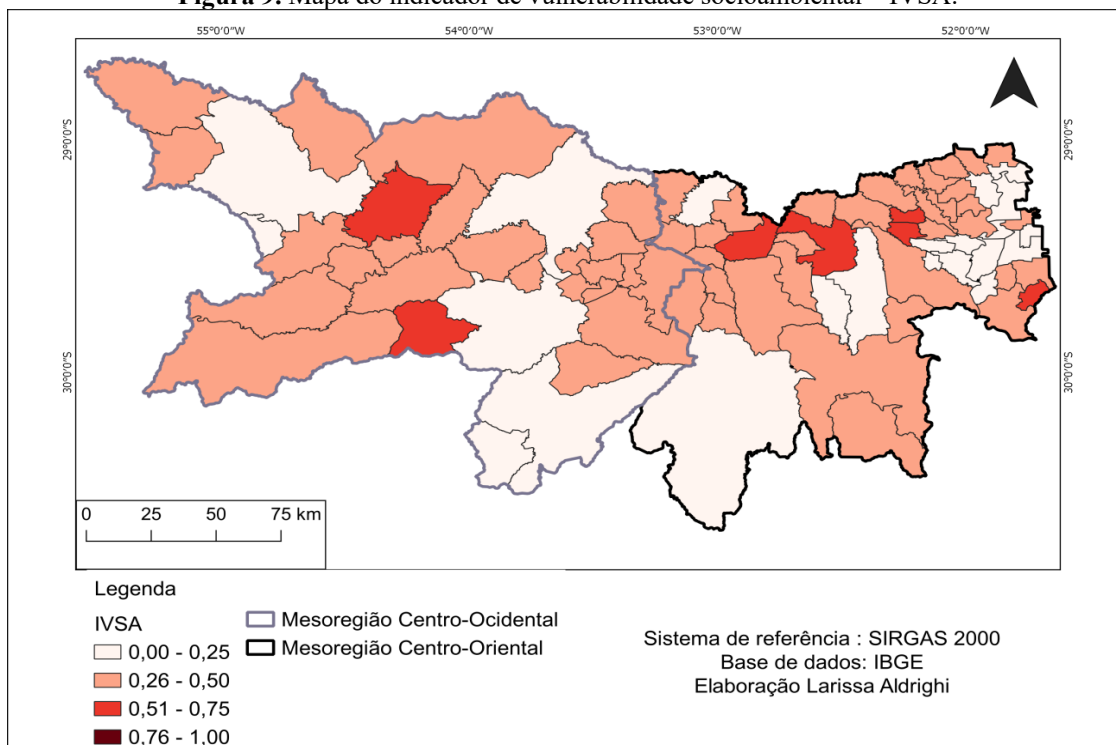


Fonte: autoria própria.

O IVSA é um importante instrumento de representação, pois a associação que faz com diferentes variáveis permite a geração de um subsídio que permite a análise das características de grupos populacionais em áreas delimitadas (MALTA, 2017).

A união dos indicadores apresentados resulta no mapa temático demonstrativo do IVSA (figura 9). Nesse percebe-se que nenhum dos 85 municípios das Mesorregiões Centro Ocidental e Oriental Rio-grandense apresenta alta vulnerabilidade, no entanto, apresenta 7 (8,2%) municípios com média alta vulnerabilidade, nomeando alguns como Canudos do Vale, Dilermando de Aguiar e Sério. Seus maiores resultados estão entre baixa e média baixa vulnerabilidade, apresentando os maiores resultados para média baixa vulnerabilidade, 56 (65,9%) municípios, como: Dona Francisca, Doutor Ricardo, Ibarama e Nova Bréscia, sobrando assim, 22 (25,9%) municípios para baixa vulnerabilidade tais como Encantado, Teutônia e Roca Sales.

Figura 9. Mapa do indicador de vulnerabilidade socioambiental – IVSA.



Fonte: autoria própria.

Visto tudo, é possível relacionar a existência de vulnerabilidade com o crescimento de áreas urbanas em um curto intervalo de tempo, sem estrutura suficiente, de maneira que as cidades não foram capazes de suportar o desenvolvimento econômico, sem poder oferecer incentivos educacionais e oportunidades de emprego e habitação.

A vulnerabilidade socioambiental resulta de estruturas socioeconômicas que produzem, simultaneamente, condições de vida precárias e ambientes deteriorados, expressando-se também como menor capacidade de redução de riscos e baixa resiliência (GUIMARÃES, R. M. et al., 2014).

A apresentação dos resultados em formato de mapas facilitou o entendimento da construção do IVSA nas diversas situações de vulnerabilidade entre os municípios. Evidencia-se, assim, a importância do resultado como ferramenta geotecnológica para auxílio no processo de tomada de decisões, ao indicar a dinâmica do meio representado por divisão de classe em relações desiguais (Olimpio e Zanella; 2012; Medeiros, C.; 2016).

Assim a utilização do SIG serve como geração de produtos que podem ser subsídio para os municípios mais desfavorecidos, auxiliando na identificação de situações de risco e vulnerabilidade. Sendo importante ressaltar que a análise multicritério quando se une ao SIG, constrói uma ferramenta mais robusta para apoiar os processos de decisões (MAIOR e CÂNDIDO, 2014; MALTA et al., 2017).



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A começar pelo levantamento das informações correlacionadas aos 85 municípios da Mesorregião Centro-Occidental e da Mesorregião Centro-Oriental Sul-rio-grandense, foi possível realizar a padronização dos indicadores que fortaleceram o resultado do IVSA. A classificação em quatro escalas, do menos para o mais vulnerável, auxilia na geração dos mapas temáticos apresentados e discutidos nessa pesquisa.

Resultando então com 25,9% dos municípios classificados como baixa vulnerabilidade; 65,9% média baixa; 8,2% média alta e nenhum município como alta vulnerabilidade. Estando entre os limites das classes, para baixa vulnerabilidade (0,12) Estrela, (0,25) Cruzeiro do Sul, Vera Cruz e Wesfália; para média baixa (0,26) Itaara e São Vicente do Sul, (0,49) Gramado Xavier, Mata, Toropi e para média alta vulnerabilidade (0,51) Jari e Sinimbu, (0,58) Tabaí.

A apresentação em mapas dos índices de vulnerabilidade socio-ambiental resultou no melhor entendimento para os diversos aspectos, em que cada temática traz uma relação com a população local. Que apresentam uma melhor maneira de gerar subsídios para entendimento dos serviços públicos como de rede de água e esgoto, e para planejamento regional em momentos de desastres naturais. Esses visando que os gestores municipais possam pensar em ações para melhor a qualidade desses índices, como criação de auxílios que permitam o fortalecimento dos vínculos empregatício e qualidade das moradias.


Para além, o entendimento dessas vulnerabilidades serve como instrumento de reivindicação por melhorias e asseguramento de direitos da população, ajudando na busca para garantir uma vida mais digna para as populações em situação de vulnerabilidade por meios de processos que estruturam o desenvolvimento social e econômico.

REFERÊNCIAS

CANÇADO, T. C. L.; SOUZA, R. S. de; CARDOSO, C. B. da S. Trabalhando o conceito de vulnerabilidade social. In. **Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, 19, 2014, São Paulo, SP: ABEP, 24 a 28 de nov, 2014.

CARVALHO, Ana Carla Leite; DE MIRANDA ROCHA, Gilberto. Análise dos Riscos e da Vulnerabilidade Socioambiental Urbana, face ao Desenvolvimento Desordenado e a Pressão aos Recursos Hídricos em Belém–PA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, 2020.

CARVALHO, J. A. M. de. Crescimento populacional e estrutura demográfica no Brasil. **Texto para discussão**, n. 227. p18. UFMG/ Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. Minas Gerais. 2004.



DA SILVA, Larissa Aldrighi et al. Geotecnologias como instrumentos de políticas públicas para regularização fundiária das áreas de posse. 2019. **Anais do VI Congresso de Extensão e Cultura da UFPel. Meio Ambiente**. v.6, p. 25-28, Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2019.

FREITAS, C. M.; CARAVLHO, M. L. de; XIMENESES, E.;ARRAES, E. F. Vulnerabilidade socioambiental, redução de riscos de desastres e construção da resiliência: lições do terremoto no Haiti e das chuvas fortes na Região Serrana, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, p. 1577-1586, 2012.

GUIMARÃES, Raphael Mendonça et al. Construção e validação de um índice de vulnerabilidade socioambiental para a vigilância e gestão de desastres naturais no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, p. 4157-4165, 2014.

HOGAN, D. J. Crescimento populacional e desenvolvimento sustentável. Lua Nova: **Revista de cultura e política**, n.31, p. 57-78, São Paulo, 1993.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Resultados do Índice de Desenvolvimento Social (IDS): Análise para os municípios cearenses no período entre 2006 e 2009. Informe - nº 09. Junho. 2011. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/05/IDS_2009.pdf>. Acesso em: agosto/2021.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Mapeamento da vulnerabilidade social em nível de setores censitários: Estudo de caso para o município de Caucaia (CE). Informe - nº 107. Novembro. 2014. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD_107.pdf>. Acesso em: agosto/2021.

IPECE. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Índice de Desenvolvimento Social dos Municípios Cearenses: IDS 2012-2015. p. 74. 2017. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/IDS_2012_2015.pdf>. Acesso em: agosto/2021.


Lei nº 12.527/2011. Lei de Acesso à Informação no Brasil. Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/transparencia/arquivos/sobre/cartilha-lai/>>. Acesso em: agosto/2021.

MAIOR, M. S.; CÂNDIDO, G.. Avaliação das metodologias brasileiras de vulnerabilidade socioambiental como decorrência da problemática urbana no Brasil. **Caderno Metrôpole**, São Paulo, 16, n. 31, Junho 2014. 241-264.

MALTA, Fernanda Siqueira; COSTA, Eduarda Marques da; MAGRINI, Alessandra. Índice de vulnerabilidade socioambiental: uma proposta metodológica utilizando o caso do Rio de Janeiro, **Brasil.Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 12, p. 3933-3944, Dezembro 2017.

MARQUES, J. M. da R; LIMA, J. S. Q; SANTOS, J. O. Fragilidade ambiental, vulnerabilidade social e riscos de desastres no baixo curso do rio Maranguapinho, Fortaleza-Ceará-Brasil. **Territorium**, n. 27 (I), p. 25-35, 2020.

MEDEIROS, Cleyber Nascimento de; SOUZA, Marcos José Nogueira de. METODOLOGIA PARA MAPEAMENTO DA VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: CASO DO



MUNICÍPIO DE CAUCAIA, ESTADO DO CEARÁ. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 10, n. 1, 2016.

MEDEIROS, C. N.; SOUZA, M. J. N. Metodologia para mapeamento da vulnerabilidade socioambiental: Caso do município de Caucaia (CE). **Revista Eletrônica do PRODEMA**. v. 10, n. 1., p.54-73., jan./jun., 2016.

MENGATTO JUNIOR, E. A.; SILVA, J. dos S. V. da; OLIVEIRA, R. C. de. Geotecnologias no planejamento e ordenamento territorial. In: **Embrapa Informática Agropecuária-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 18., 2017, Santos. Anais... Santos: Inpe, 2017., 2017.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Política Nacional de Defesa Civil. Brasília, 2007. Disponível em: <<https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/publicacoes/pndc.pdf>>. Acessado em: ago. 2021.

OLIMPIO, J. L. S; ZANELLA, M. E. Emprego das geotecnologias na determinação das vulnerabilidades natural e ambiental do município de Fortaleza / CE. *Revista Brasileira de Cartografia*, nº 64, v. 1, p. 01-14. 2012.

PEREIRA, Gabriela Iamara Lupianhe; MANSANO, Sonia Regina Vargas. Sustentabilidade afetiva em situações de vulnerabilidade socioambiental: um problema para as cidades. **Revista Pesquisas e Práticas Psicossociais**, v. 1, n. 15, p. 1-17, 2020.

PORTO, Marcelo Firpo de Souza. Uma Ecologia Política dos Riscos: princípios para integramos o local e o global na promoção da saúde e da justiça ambiental. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2007. 248p.

QUEIROZ FILHO A. P. As definições de assentamentos precários e favelas e suas implicações nos dados populacionais: abordagem da análise de conteúdo. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.7, n.3, p.340-353, 2015.

ROCHA, Sonia. O programa Bolsa Família: evolução e efeitos sobre a pobreza. **Economia e sociedade**, v. 20, n. 1, p. 113-139, 2011.

SANTOS, J. O. Relações entre fragilidade ambiental e vulnerabilidade social na susceptibilidade aos riscos. **Revista Mercator**, v. 14, nº 2, p. 75-90. 2015.

SILVA, T. C. P. Da. Diagnóstico da fragilidade ambiental como subsídio ao Zoneamento Ambiental do município de Pains/MG. 2014. 34 f. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

SMITH, K. Environmental hazards: assessing risk and reducing disaster. 3ª ed. Londres: Routledge. 392 p. 2001.

SPETH, G.; PERES, L. E. DA S.; WOLLMANN, L.; DOMINGUES, Q. R.. Conflitos do uso de solo em Áreas de Preservação Permanente em Candelária (RS). **CIÊNCIA E NATURA**, v. 42, 2020.



TAVARES, Quezia Elaine da Silva et al. Identificação de locais de descarte irregular de resíduos de construção e demolição no bairro distrito industrial ii no município de Manaus-AM. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 6014-6024, 2020.

TOMINAGA. L. K. Análise e Mapeamento de Risco In: TOMINAGA. L. K; SANTORO, J; AMARAL, R. (Orgs.) Desastres Naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, p. 147-160. 2009.

VASCONCELOS, A. C. F.; LINS JUNIOR, P. R.; FREIRE, E. M. X.; CÂNDIDO, G. A.. Análise de correlação entre as regiões administrativas de Natal (RN) baseada em indicadores de vulnerabilidade socioambiental. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.11, n.2, p.445- 461, 2020.



CAPÍTULO 23

MONITORAMENTO E REMOÇÃO DE METAIS NO TRATAMENTO ANAERÓBIO DE EFLUENTES DA PRODUÇÃO DE ETANOL DE CANA-DE-AÇÚCAR¹

DOI: 10.47402/ed.ep.c202296623115

Lauren Nozomi Marques Yabuki
Marcelo Loureiro Garcia

RESUMO

A determinação dos teores de metais é importante para o monitoramento dos processos biológicos anaeróbios aplicados ao tratamento de diversos tipos de águas residuárias. Existem lacunas na avaliação da presença de metais na digestão anaeróbia da vinhaça de cana-de-açúcar, devido à sua complexidade. Diante desse contexto, a concentração total e dissolvida dos metais Co, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn e suas eficiências de remoção foram monitoradas em um reator de leito fixo estruturado (ASTBR) alimentado com vinhaça de cana-de-açúcar. As concentrações totais máximas detectadas nas amostras afluentes de vinhaça de cana-de-açúcar foram 0,05; 0,9; 12,7; 4,3; 0,14 e 1,5 mg. L⁻¹ para Co, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn, respectivamente. As eficiências médias de remoção dos metais, em ordem decrescente, foram: Mn (80 ± 25%), Zn (78 ± 23%), Cu (77 ± 22%), Ni (68 ± 32%), Fe (63 ± 19%) e Co (52 ± 22%). A partir das frações dissolvidas e particuladas dos metais analisados, Cu e Fe foram distribuídos principalmente como partículas ($f_{\text{particulado}} > 70\%$) na corrente afluente. Por outro lado, Co, Mn e Ni entraram no reator principalmente na forma dissolvida ($f_{\text{dissolvida}} > 60\%$). O zinco ocorreu com relativo equilíbrio em ambas as fases. Nas correntes de saída, os metais Co, Mn e Ni (e, em parte Zn) mantiveram-se na fração dissolvida e apresentaram altas afinidades com compostos solúveis em água (normalmente compostos de íons metálicos livres e pequenos metais complexados) e alto potencial de biodisponibilidade. Neste caso, processos mais complexos e caros, tais como adsorção/troca de íons ou modificação química, são necessários para a remoção efetiva desses metais. Deve-se ainda dar atenção especial ao manganês com concentrações dissolvidas na corrente de saída variando de 0,07 - 0,79 mg. L⁻¹, em contraste com o Co e Ni, que apresentavam concentrações em níveis traços. Todos os metais pesquisados foram removidos com eficiências acima de 50%, indicando a capacidade do reator na remoção de micronutrientes e macronutrientes. A análise das concentrações totais e dissolvidas apresentadas neste estudo é relevante e pode servir de base para estudos de impacto e monitoramento ambiental envolvendo a rota destes metais nas demais matrizes ambientais (por exemplo, solos, águas superficiais e subterrâneas) evitando impactos ambientais adversos. O tratamento biológico é uma das alternativas mais econômicas e eficientes para a degradação da matéria orgânica de efluentes e o presente estudo também avaliou a remoção de metais como uma vantagem promissora no tratamento biológico ao enquadrar o teor de metais dentro das legislações vigentes, principalmente no tratamento de águas residuárias de subprodutos da cana-de-açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Efluentes; Vinhaça; Digestão Anaeróbia; Metais.

INTRODUÇÃO

O etanol é um combustível renovável que representa promissora alternativa aos combustíveis fósseis atualmente utilizados. As emissões de gases em motores movidos a etanol são cada vez menores, quando comparados a motores movidos à gasolina e diesel (FAVA;




RIBAS, 2012). Segundo Benites-Lazaro et al. (2020), o Brasil lidera a produção de álcool a partir da cana-de-açúcar devido às suas condições climáticas e capacidade de expansão em face do extenso território brasileiro. Outros aspectos relacionados ao baixo custo de produção, balanço de energia e alta produtividade favorecem a produção de etanol brasileiro a partir da cana-de-açúcar quando comparado a outras matérias-primas como milho, beterraba e trigo (EL-ASSAD et al., 2016).

A promessa do bioetanol em substituição aos combustíveis fósseis será efetivamente sustentável ao levar em conta todo o processo produtivo com o devido aproveitamento dos subprodutos gerados. Um dos principais subprodutos gerados a partir do processamento industrial para a obtenção do etanol é a vinhaça, gerada a elevada temperatura (85 a 90°C) e cuja composição é variável em função da matéria-prima e processo produtivo adotado (WILKIE et al., 2000). A vinhaça geralmente apresenta pH ácido entre 4,0 e 4,5 e altas concentrações de matéria orgânica, sólidos suspensos, cálcio, potássio, nitrogênio e fósforo, entre outros nutrientes (FUESS; GARCIA, 2014).

Nas usinas sucroalcooleiras brasileiras, o volume de vinhaça produzida é estimado de 10 a 15 litros para cada litro de etanol (LOPES et al., 2016). O volume de produção de cana-de-açúcar na safra 2020/21 foi de 654,8 milhões de toneladas, com uma produção de 41,25 milhões de toneladas de açúcar e de 32,8 bilhões de litros de etanol. Desta forma, foram gerados bagaços da ordem de 143 milhões de toneladas, 23 milhões de toneladas de torta de filtro, 110 milhões de toneladas de palha, 6,3 milhões de toneladas de cinzas e 426 bilhões de litros de vinhaça. Para a safra de 2021/22 há uma previsão de decréscimo de 9,14% na produção de etanol e 5,71% na produção de açúcar em comparação à safra anterior (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2021).

Atualmente o principal, mais simples e barato destino dado à vinhaça é a aplicação no solo, na própria cultura de cana-de-açúcar devido aos nutrientes e ao seu alto teor de matéria orgânica (PRADO et al., 2013). A disposição de vinhaça em áreas agrícolas, especialmente em lavouras de cana-de-açúcar, pode vir a trazer benefícios indiscutíveis do ponto de vista agrônomo, econômico e social (OLIVEIRA et al., 2014). Entretanto, devido ao elevado volume gerado desse efluente, esta prática quando aplicada em excesso e por longos períodos pode causar uma série de problemas ambientais como a salinização/acidificação do solo, lixiviação e possível contaminação do lençol freático e corpos d'água vizinhos, entre outros (SOTO; BASSO; KIANG, 2017; FUESS, RODRIGUES; GARCIA, 2017).




A legislação ambiental brasileira através da Portaria n° 323/1978 do extinto Ministério do Interior, proíbe o lançamento direto ou indireto da vinhaça, em qualquer corpo hídrico (BRASIL, 1978). Atualmente, no estado de São Paulo, a disposição de vinhaça no solo agrícola foi regulamentada pela Norma Técnica P4.231/2005 da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) que estabelece critérios e procedimentos para o armazenamento, transporte e aplicação da vinhaça, gerada pela atividade sucroalcooleira no processamento de cana de açúcar (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2015).

Desde algumas décadas a biodigestão anaeróbia, é considerada uma alternativa vantajosa para o tratamento de uma ampla gama de águas residuárias por sua característica mais favorável em relação aos processos aeróbios, como baixo custo, menor demanda energética, menor volume de lodo produzido, tolerância a altas cargas orgânicas, entre outras (FRANKLIN, 2001; HOLM-NIELSEN et al., 2009). Portanto, uma alternativa viável para a redução do volume de vinhaça produzida, se encontra na digestão anaeróbia deste substrato, com a qual é possível gerar etanol e também produtos de valor agregado (biogás e/ou ácidos orgânicos) e obter um efluente final mais propício para a fertirrigação com menor risco de contaminação ambiental (FUESS; GARCIA, 2015). Com a utilização da vinhaça em biorreatores anaeróbios, a remoção de DQO pode alcançar valores entre 65 e 95% e após o aproveitamento do biogás, o efluente tratado ainda rico nutrientes e com uma carga orgânica reduzida, pode ser melhor disposto em solos (WILKIE et al., 2000).

Diversos autores tem destacado a importância de metais como cobalto, cobre, ferro, molibdênio, níquel, selênio, tungstênio e zinco, em níveis balanceados, ao influenciar positivamente o desenvolvimento de microorganismos e, conseqüentemente, o processo de biodigestão e de produção de biogás (ZANDVOORT et al., 2006; WORM et al., 2009; TAKASHIMA, SHIMADA; SPEECE, 2011; ZHANG et al., 2012; GLASS; ORPHAN, 2012; AQUINO et al., 2013; JANKE et al., 2016). No entanto, ainda existem dados limitados sobre a mobilidade dos metais e especiação química em sistemas de tratamento anaeróbio, onde a posterior remoção destes metais pode impactar em maior ou menor grau, dependendo de suas concentrações e formas químicas pode impactar solos e águas subterrâneas/superficiais (ZDEB et al., 2020).

Portanto, o monitoramento dos metais e sua possível remoção ao longo do processo de biodigestão anaeróbia é de fundamental importância, pois podem ajudar na elucidação dos fenômenos ambientais da biodigestão anaeróbia que ocorrem durante o tratamento de águas residuárias, além de prevenir eventuais lançamentos de efluentes com concentrações de metais



acima dos limites permitidos pela legislação, podendo representar um risco ambiental quando disposto em solos para a agricultura (fertilização) e sua possível percolação para as águas subterrâneas. Diante da problemática exposta acima, o presente estudo realizou o monitoramento dos metais Co, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn, considerando as frações total e dissolvida nas correntes de entrada e saída de um biorreator, alimentado com vinhaça de cana-de-açúcar, além de avaliar as eficiências de remoção dos metais citados após o tratamento anaeróbio.

METODOLOGIA

Configuração operacional/experimental

A operação, caracterização da vinhaça e o monitoramento do reator foi realizado no Laboratório de Processos Biológicos (LPB / EESC / USP), de acordo com estudos de Niz (2019). A vinhaça de cana-de-açúcar utilizada nos experimentos foi coletada no grupo sucroalcooleiro São Martinho (Pradópolis - SP/Brasil) nas safras de 2016 e 2017 e caracterizada quanto aos principais parâmetros físico-químicos e concentração total de metais (Tabela 1).

Tabela 1: Características físico-químicas e concentração total dos metais da vinhaça (média ± desvio, n = 3)

Parâmetros	
pH	8,0 ± 0,2
DQO _T (mg. L ⁻¹)	31114 ± 11142
DQOs (mg. L ⁻¹)	26452 ± 8915
Carbono orgânico total (mg. L ⁻¹)	9927 ± 2753
Sólidos suspensos totais (mg. L ⁻¹)	6334 ± 1980
Sólidos suspensos voláteis (mg. L ⁻¹)	5488 ± 1818
Sulfato (mg. L ⁻¹)	1613 ± 536
Metais	
Cobalto (mg. L ⁻¹)	<LD ^a
Cobre (mg. L ⁻¹)	0,3 ± 0,2
Ferro (mg. L ⁻¹)	7,7 ± 2,4
Manganês (mg. L ⁻¹)	3,0 ± 0,8
Níquel (mg. L ⁻¹)	<LD
Zinco (mg. L ⁻¹)	0,5 ± 0,1

*DQO_T, demanda química de oxigênio total; DQOs, demanda química de oxigênio solúvel.

^a Valores abaixo do limite de detecção

Fonte: Os autores

O reator utilizado para os experimentos foi o reator de leito fixo estruturado (ASTBR - Anaerobic Structured-Bed Reactor) preenchidos com espuma de poliuretano presas a hastes de aço inoxidável (CAMILOTI et al., 2013; MOCKAITIS et al., 2014), com volume útil de 2,4 L,



operado por 154 dias sob condições termofílicas extremas (70 °C) em sequência a um reator acidogênico (alimentado com a vinhaça bruta caracterizada da Tabela 1). Afim de manter a carga orgânica volumétrica estável (COV, 5 kg DQO. m⁻³. d⁻¹), devido a variações das concentrações de matéria orgânica provindas dos lotes de vinhaça, o tempo de detenção hidráulica (TDH) variou de 7 a 4 dias.

Análise dos metais

As concentrações totais e dissolvidas de Co, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn foram monitoradas nas correntes de entrada e saída do reator, onde foram recolhidas amostras coletadas semanalmente, colocadas em recipientes plásticos, acidificadas (HNO₃ 2% v/v) e armazenadas a 4°C até serem digeridas e analisadas. O preparo das amostras para posterior digestão e determinação elementar dos metais foi realizada no Centro de Estudos Ambientais (CEA/UNESP).

O procedimento de digestão ácida para a determinação da concentração total dos metais foi adaptado por Dimpe et al. (2014) e Krug et al. (2016) onde 10 mL de amostra de vinhaça bruta foram colocados em um tubo macro de borosilicato de vidro. Uma mistura ácida de água régia (HCl + HNO₃, 3:1) foi adicionada e deixada overnight à temperatura ambiente para uma prévia digestão. Em seguida, as amostras foram digeridas em um bloco aquecedor (Tecnal TE 40-05) até a temperatura de 150 ° C por 4 a 6 horas. Os tubos de digestão foram cobertos para reduzir a perda de analito devido à vaporização da amostra. Após arrefecimento à temperatura ambiente, a solução foi transferida para tubos de centrífuga de polipropileno e diluídas para 30 - 50 ml com água ultrapura. As amostras foram digeridas em duplicata e para fins de validação do método foram digeridas também amostras de branco do método (porção de água ultrapura processada exatamente como a amostra, incluindo exposição a todo equipamento, vidraria, procedimentos e reagentes), branco fortificado/spike (branco do método contendo todos os mesmos reagentes e preservativos como as amostras, no qual uma concentração conhecida dos analitos é adicionada) e amostra fortificada/spike (porção adicional de uma amostra na qual, antes do seu processamento, são adicionadas quantidades conhecidas dos analitos de interesse) (ZHANG, 2007; HARRIS, 2007).

Para a determinação das frações dissolvidas dos metais, as amostras (~30 mL) passaram por filtros estéreis de membrana hidrofílica de politetrafluoroetileno (PTFE) (0,45 µm) de acordo com o Standard Methods (APHA/AWWA/WPCF, 2005).

A posterior determinação das concentrações totais e dissolvidas dos metais foi analisada por meio da Espectroscopia de Emissão Ótica por Plasma Indutivamente Acoplado (ICP OES) (iCAP 6000 Series, ThermoScientific) de acordo com Método USEPA 6010 (UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2007). As condições operacionais do espectrômetro ICP OES foram: potência de rádio-frequência RF: 1150 W, configuração da tocha: vista axial/radial, vazão do gás de plasma: 10 L min⁻¹, vazão do gás auxiliar: 0,5 L min⁻¹, vazão do gás de nebulização: 0,75 L min⁻¹, vazão de aspiração da amostra: 35 rpm, câmara de nebulização: ciclônica, nebulizador: V-groove, replicata: três. Os metais analisados com seus respectivos comprimentos de onda foram os seguintes: Co 228,6 nm, Cu 324,7 nm, Fe 259,9 nm, Mn 257,6 nm, Ni 231,6 nm e Zn 213,8 nm. Os limites de detecção (LD) foram calculados como a média mais três vezes o desvio padrão dos valores do branco analítico de acordo com as recomendações da IUPAC/1995 (CURIE, 1995). Os valores calculados para os LDs foram 0,4; 2,0; 3,8; 1,6; 0,5 e 0,3 para Co, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn, respectivamente.

As frações dissolvida e particulada ($f_{dissolvida}$ e $f_{particulada}$, respectivamente) foram calculadas de acordo com as Equações (1) e (2) e expressas como a relação entre a concentração de metal dissolvido ($C_{dissolvida}$, mg. L⁻¹) e a concentração de metal total (C_{total} , mg. L⁻¹), respectivamente (US EPA, 1996):

$$f_{dissolvido} = \frac{C_{dissolvido}}{C_{total}} \times 100 \quad (1)$$

$$f_{particulado} = \frac{C_{total} - C_{dissolvido}}{C_{total}} \times 100 \quad (2)$$

O coeficiente de distribuição do metal (K_d , L. g⁻¹) é definido pelas Equações (3) e (4) (KUMAR; GOGOI; MUKHERJEE, 2020; ALISSON; ALISSON, 2005) e expresso como a relação entre a concentração do metal no material particulado em suspensão (SS) e a concentração do metal na fração dissolvida:

$$K_d(L/g) = \frac{\text{MetalsorvidoenSS (mg/g)}}{\text{Metaldissolvidona água (mg/L)}} \quad (3)$$

O metal sorvido em SS foi calculado a partir de:

$$\text{MetalemSS (mg/g)} = \frac{\text{Concentração total (mg/L)} - \text{Concentração dissolvida(mg/L)}}{\text{SS (g/L)}} \quad (4)$$

Foram realizados testes estatísticos de correlação de Pearson para identificar as relações entre os parâmetros físico-químicos (pH, DQO_T, SST e SSV) e as concentrações totais/dissolvidas dos metais analisados, conduzidos com um nível de significância $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação das concentrações totais e dissolvidas dos metais monitorados nas correntes de entrada e saída são apresentados na Tabela 2, juntamente com os valores máximos permitidos para lançamento de efluentes conforme legislações vigentes. As principais legislações e instrumentos normativos consultados foram: Resolução CONAMA 430/11, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes em corpos d'água (BRASIL, 2011) e, Resolução CONSEMA 357/2017, que estabelece critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no estado do Rio Grande do Sul (para as concentrações totais de cobalto, cobre, ferro e manganês que não são previstas na legislação nacional) (CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2017).

Tabela 2. Variações das concentrações totais e dissolvidas afluente e efluente de Co, Cu, Fe, Mn, Ni e Zn (mg. L⁻¹) e valores máximos permitidos para lançamento de efluentes seguindo legislações vigentes


	AFLUENTE	EFLUENTE	LEGISLAÇÃO
Concentração total	Co 0,012 - 0,045	0,002 - 0,027	0,5 ¹
	Cu 0,110 - 0,890	0,016 - 0,124	0,5 ¹
	Fe 3,077 - 12,725	0,90 - 5,95	10 ¹
	Mn 1,731 - 4,259	0,028 - 2,52	1 ¹
	Ni 0,046 - 0,143	0,004 - 0,06	1 ¹ ; 2 ²
	Zn 0,243 - 1,071	0,015 - 0,75	2 ¹ ; 5 ²
Concentração dissolvida	Co 0,009 - 0,025	0,007 - 0,026	-
	Cu 0,029 - 0,175	0,012 - 0,076	1 ³
	Fe 0,63 - 6,60	0,7 - 1,80	15 ³
	Mn 1,7 - 4,3	0,07 - 0,79	1 ³
	Ni 0,041 - 0,097	0,015 - 0,047	-
	Zn 0,45 - 1,029	0,036 - 0,193	-

¹Fração total para Resolução CONSEMA 355/2017 (CONSEMA, 2017); ²Fração total para Resolução CONAMA 430/2011 (BRASIL, 2011); ³Fração dissolvida para Resolução CONAMA 430/2011.

Fonte: Os autores

A maior variabilidade nas concentrações afluente do reator tratando vinhaça advém das diferenças na composição da vinhaça utilizados ao longo do tempo de operação do reator (quatro lotes coletados em diferentes períodos da safra de cana-de-açúcar entre os anos de 2016 e 2017, com variações de DQO de 19 a 44 g. L⁻¹).

A partir do monitoramento das concentrações de metais no efluente tratado das amostras de vinhaça observou-se que as concentrações de todos os metais apresentaram valores abaixo dos limites máximos permitidos após o tratamento anaeróbico em escala piloto realizado para o presente estudo.



As concentrações encontradas nas correntes de entrada do reator são providas de amostras coletadas na área de estudo que já passaram por todo o processamento de beneficiamento sucroalcooleiro e, posteriormente eram dispostas em lagoas de estabilização. As concentrações totais de cobre, ferro e manganês apresentaram valores acima do permitido para lançamento de efluentes segundo a Resolução CONSEMA 355/2017. Também é importante ressaltar que todas as concentrações de manganês apresentaram valores acima do permitido em lançamento de efluentes segundo a Resolução CONAMA 430/2011. Estas concentrações elevadas podem ser carregadas ao solo e assim, chegar as águas subterrâneas/superficiais. Tal fato deve servir de alerta para o controle e monitoramento anual quanto à utilização da vinhaça como prática de fertirrigação, além do cuidado principalmente com manganês por tratar-se de um metal com um dos menores potenciais de remoção em relação aos demais metais devido ao seu maior produto de solubilidade K_{PS} (SAHINKAYA et al., 2011).

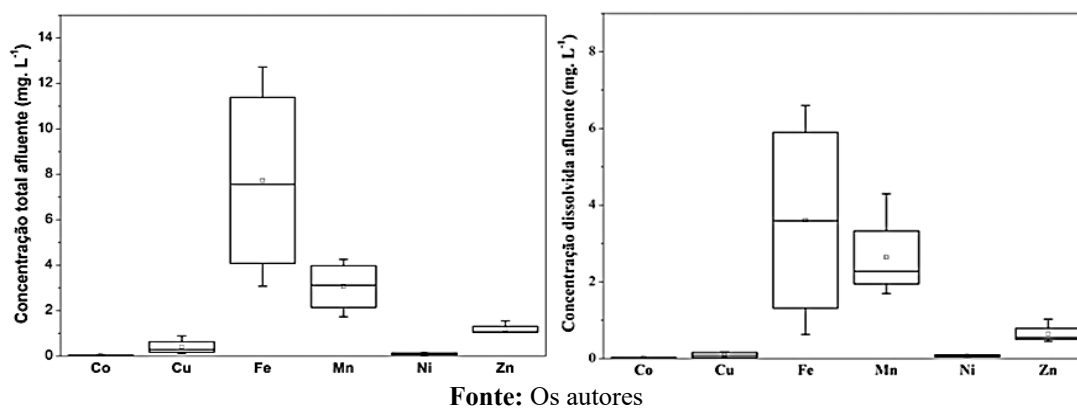
Fracionamento de metais nas correntes de entrada e saída

Os diagramas box-plot (Figura 1) apresentam as concentrações totais e dissolvidas na corrente de entrada do reator tratando vinhaça.

A partir da faixa interquartílica obtida das concentrações totais e dissolvidas para as amostras de vinhaça, duas classes de metais poderiam ser definidas: Co, Cu e Ni, presentes em baixas concentrações (até 1 mg. L^{-1}); e Fe, Mn e Zn em concentrações mais elevadas ($1-12 \text{ mg. L}^{-1}$). As concentrações máximas de Co, Cu, Fe, Ni, e Zn foram $0,045$; $0,175$; $12,7$; $0,143$ e $1,54 \text{ mg. L}^{-1}$, respectivamente. Valores similares para os níveis de concentração total de Co, Cu, Fe, Ni, e Zn foram relatados por Karvelas et al., 2003; Buzier et al., 2011 e Choubert et al., 2011.

Para cobalto, os valores de concentração encontrados neste estudo estiveram dentro das faixas de concentração relatadas como ótimas por alguns autores ($0,0006 - 1,82 \text{ mg. L}^{-1}$) durante o tratamento de diferentes tipos de águas residuais (resíduos sólidos orgânicos, sacarose sintética, silagem de grãos, efluente de destilaria e metanol) (ZHANG et al., 2003; ZANDVOORT et al., 2006; FERMOSE et al., 2008a; PATIDAR; TARE, 2008; UEMURA, 2009; GUSTAVSSON et al., 2013). Entretanto, as baixas concentrações afluentes de cobalto e níquel, próximas aos valores mínimos relatados na literatura para um desempenho estável e otimizado dos biorreatores, podem reduzir a eficiência da digestão anaeróbia, uma vez que tais metais podem desempenhar um papel crucial no processo anaeróbico (EVANOS; DEMIREL, 2015). Limitações de certos metais (em ordem de relevância aparente: $\text{Fe} > \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Co} > \text{Cu}$) foi relatada em muitos digestores anaeróbios, sugerindo que sua suplementação poderia ajudar

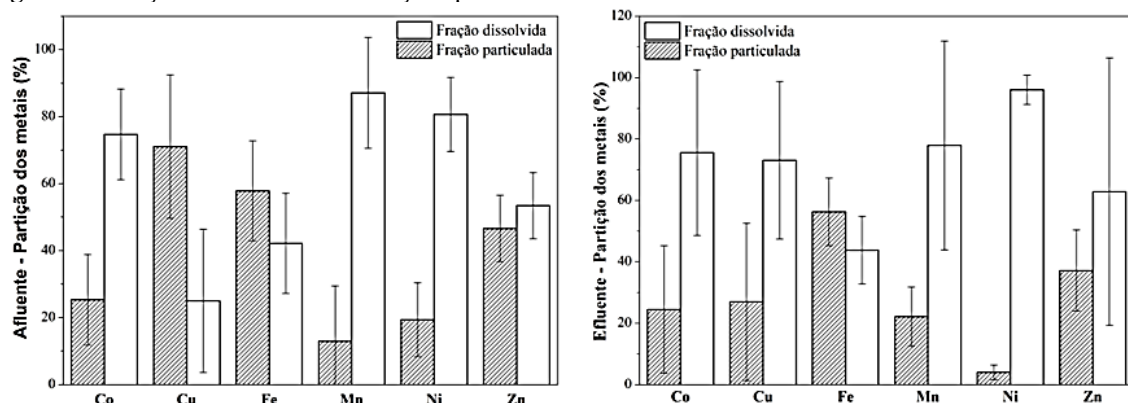
a melhorar o desempenho da biodigestão (FERMOSO et al., 2008b; LEBUHN et al., 2008; POBEHEIM et al., 2011; BANKS et al., 2012; GUSTAVSSON et al., 2013).



A distribuição dos dados estatísticos relacionados às concentrações afluentes de Cu, Fe, Mn e Zn indica uma grande amplitude (indicada pela extensa faixa interquartílica da Figura 1), sendo o ferro o analito com maior variação entre os dados apresentados. A dispersão dos dados afluentes do reator resulta de diferenças na composição da vinhaça (lotes coletados em diferentes períodos da safra de cana-de-açúcar) utilizados ao longo do tempo de operação do reator. As concentrações máximas de cobre, ferro e manganês encontradas nessas amostras de vinhaça de cana-de-açúcar foram muito maiores do que os valores de concentração apresentados no melaço de cana-de-açúcar (outro subproduto da cana-de-açúcar), segundo Yabuki et al. (2021). Portanto, a vinhaça requer mais atenção devido à sua complexidade e o impacto ambiental que consequentemente, pode ser maior.

A Figura 2 apresenta as distribuições de metais (como porcentagem das fases particuladas e dissolvidas) presentes nas águas residuárias de vinhaça, onde não foi observada dispersão estatisticamente significativa de dados entre as fases de operação deste reator anaeróbico (coeficiente de variação moderado, $CV < 0,60$).

Figura 2. Partição dos metais entre frações particulada e dissolvida nas correntes de entrada e saída do reator.




Fonte: Os autores

Os metais Cu e Fe encontraram-se distribuídos principalmente como partículas ($f_{particulada} > 70\%$) na corrente afluyente (Figura 2), corroborando com estudos de Windom et al. (1991), onde mais de 70% da concentração total de Cu estava ligada na fase particulada. A importância do ferro tem sido avaliada por vários autores devido ao seu papel na atividade dos micro-organismos metanogênicos, proporcionando uma maior remoção de matéria orgânica e melhores produções de biogás (LIN et al., 2006; DEMIREL; SCHERER, 2011; GUSTAVSSON et al., 2011; TAKASHIMA, SHIMADA, SPEECE, 2011; QIANG et al., 2013; SCHMIDT et al., 2014; CHOONG et al., 2016). Outro importante destaque referente ao fracionamento químico do ferro nos processos de biodigestão anaeróbia deve-se às características próprias deste metal que se liga ao sulfeto precipitado gerado no processo da biodigestão, contribuindo para a remoção do metal, mas também para o aumento do pH e remoção de sulfato durante o tratamento de águas residuárias complexas como a drenagem ácida de mina (NOGUEIRA et al., 2021).

Por outro lado, os metais Co, Mn e Ni entram nos reatores principalmente na forma dissolvida ($f_{dissolvida} > 60\%$). O zinco ocorreu com relativo equilíbrio entre ambas as fases. Os metais Cu e Fe que têm maior afinidade com a fração particulada, são geralmente associados a matéria orgânica/sulfeto e/ou às frações de óxidos/hidróxidos, e podem ser removidos através de simples separação física por precipitação (TANDUKAR et al., 2006; CHOUBERT et al. 2011; MATSUURA et al. 2015; HARGREAVES et al. 2017).

Os metais Co, Mn e Ni permanecem em suas frações dissolvidas na corrente de saída. O teor elevado de Ni, na forma dissolvida (74%) também foi obtido por de la Varga et al. (2013). Co, Mn e Ni (e, em parte Zn) são dominados pela fração dissolvida e, conseqüentemente, têm altas afinidades com compostos solúveis em água (normalmente compostos de íons metálicos livres e pequenos metais complexados) e alto potencial de



biodisponibilidade (SCHIJE; ZOLL, 2011; WORMS et al., 2010). Neste caso, processos mais complexos e caros, tais como adsorção/troca de íons ou modificação química, são necessários para a remoção efetiva destes metais (ŠČANČAR et al., 2000; KARVELAS et al., 2003; KHAN; MALIK, 2014). Assim, no presente estudo, deve-se dar atenção especial ao manganês com concentrações dissolvidas na corrente de saída variando de 0,07 - 0,79 mg. L⁻¹, em contraste com o Co e Ni, que apresentavam concentrações em níveis traços.

Outro ponto a ser considerado é a influência do pH na solubilidade, transporte e biodisponibilidade dos metais em soluções aquosas (SALOMONS, 1995; WIŚNIEWSKA et al., 2018). Para valores de pH neutro a alcalino, Cu e Zn estão geralmente ligados à fase particulada (MARCATO-ROMAIN et al., 2009). Weiner (2013) também relatou que em águas residuárias de vinhaça, a solubilidade do metal ligado a hidróxidos (MeOH) aumenta com a diminuição do pH.

Coefficientes de distribuição de metais (K_D)

Os coeficientes de distribuição foram calculados de acordo com as Equações. (3) e (4) para estimar as afinidades do metal com as partículas. A Tabela 3 apresenta os coeficientes de partição no reator anaeróbio que tratou a vinhaça.

Tabela 3. Variação dos coeficientes de distribuição ($\log K_d$) no biorreator tratando vinhaça.

Parâmetro	Coefficientes de distribuição ($\log K_d$)
Co	1.4 – 2.1
Cu	2.0 – 3.2
Fe	2.2 – 2.8
Mn	0.5 – 1.9
Ni	1.2 – 1.9
Zn	1.9 – 2.3

Fonte: Os autores

Os valores K_d calculados obedeceram a seguinte ordem decrescente: Fe > Cu > Zn > Ni ≥ Mn ≥ Co. A robusta dependência das concentrações totais de metais pelo teor de sólidos em suspensão reflete a importância da fase particulada, particularmente para metais como Cu, Fe, e Zn que possuem altos valores de K_d . A maior sorção de Cu, Fe e Zn pode ser atribuída à alta afinidade desses metais com partículas e substâncias húmicas complexas, enquanto a baixa associação de partículas de Co e Ni permite que elas permaneçam em uma fase dissolvida (ONODERA et al. 2016; KUMAR; GODOI; MUKHERJEE, 2020). Valores semelhantes de K_d para Cu, Fe, Mn e Zn também foram detectados em águas superficiais e efluentes (ALISSON;

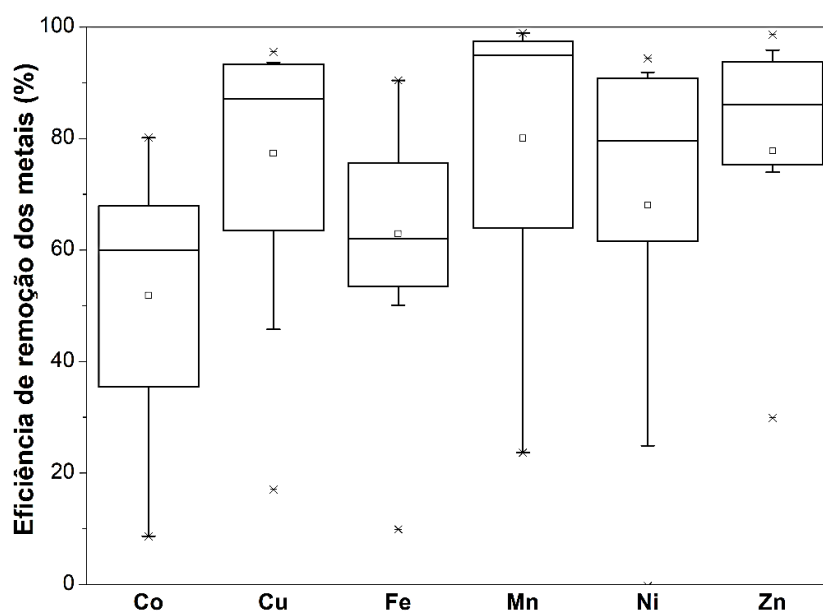
ALISSON, 2005) nas áreas úmidas de Kolkata, Índia (KUMAR et al., 2010) e em um rio tropical impactado por resíduos municipais (DUC et al. 2013).

Os coeficientes de distribuição (Kd) dos metais estudados tiveram valores tipicamente baixos e estáveis, o que é uma consideração significativa para a saúde humana e ambiental. Entretanto, deve-se dar maior atenção em estudos futuros aos detalhes dos ligantes bióticos em termos de biodisponibilidade/toxicidade e especiação dos metais durante o tratamento anaeróbio.

Remoção de metais após tratamento anaeróbio da vinhaça

Segundo os gráficos da Figura 3, as eficiências médias de remoção dos metais alcançaram valores de 80 ± 25 ; 78 ± 23 ; 77 ± 22 ; 68 ± 32 ; 63 ± 19 ; 52 ± 22 % para Mn, Zn, Cu, Ni, Fe e Co, respectivamente.


Figura 3. Eficiência de remoção dos metais (referente à concentração total) do biorreator tratando vinhaça



Fonte: Os autores

Destaca-se a alta eficiência de remoção de manganês, o que não é comum em processos ambientais, principalmente em soluções com concentrações de Fe acima de 1 mg L^{-1} , como alguns autores afirmam (MOUCHET, 1992). Os dados da literatura indicam que esse metal é difícil de ser removido devido à sua complexa interação química e a seu alto valor de produto de solubilidade em comparação com outros metais analisados (BEKMEZCI et al., 2011).

As eficiências de remoção dos metais também podem estar relacionadas ao pH, devido ao aumento na formação de precipitados relacionado ao aumento do pH (BEKMEZCI et al., 2011). Durante o período de operação do reator em que o pH efluente diminuiu (de 8,0 para



5,6,), a eficiência de remoção de cobalto, manganês e níquel foi inferior a 60%. Posteriormente, à medida que o pH retornou à valores mais altos (em torno de 8,0) foram obtidas eficiências maiores, por exemplo 90% para o manganês. Uma outra possível explicação para períodos de eficiência de remoção de metais altamente variáveis também pode estar relacionada à precipitação de metais por íons sulfeto (S^{2-}), carbonatos (CO_3^{2-}) e fosfatos (PO_4^{3-}), sua deposição como lodo de reator e ressuspensão e / ou dissolução no tempo de operação subsequente do reator (KRÖPFELOVÁ et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2007; ÜSTÜN, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar da alternativa amplamente válida e sustentável para a produção de combustíveis renováveis frente ao uso dos combustíveis derivados do petróleo, a produção de açúcar, álcool e energia, a partir da cana-de-açúcar desponta no Estado de São Paulo (responsável por 60% de toda a produção nacional). Devido à esta demanda, a expressiva produtividade da cana acaba refletindo no aumento dos impactos ambientais gerados por tal cultura agrícola. Por isso, o setor sucroalcooleiro necessita de maciços investimentos e rígido controle/monitoramento a fim de assegurar a sustentabilidade ambiental frente à cadeia produtiva.

A contribuição pode ser estendida, perante à sociedade e economia como um todo, ao indicar uma importante vantagem do tratamento anaeróbio de efluentes (além das já conhecidas pela literatura) acerca da exploração fundamental do reúso da água. Com isso, a indústria deixa de consumir água tratada pelas companhias de saneamento e utiliza a água que seria descartada e que não atende os mínimos parâmetros necessários para o consumo humano, mas que pode ser reutilizada para diversas aplicações como por exemplo, lavagem de reatores, torres de resfriamento, caldeiras e maquinários, entre outros.

Este estudo mostra que o conhecimento sobre a ocorrência, distribuição de fases e remoção de metais na digestão anaeróbia de vinhaça pode ser essencial para uma gestão eficaz de subprodutos da cana-de-açúcar. O tratamento biológico é uma das alternativas mais econômicas e eficientes para a degradação da matéria orgânica de efluentes e o presente estudo também avaliou a remoção de metais como uma vantagem promissora no tratamento biológico ao transformar os metais incorporados em espécies mais estáveis, tais como óxidos de Fe-Mn e sulfetos orgânicos, o que pode reduzir significativamente a biodisponibilidade e toxicidade dos metais lançados no meio ambiente. Também já pode servir de base para futuros estudos que analisem todos os possíveis compartimentos quanto à concentração dos metais a fim de haver uma compreensão globalizada sobre os impactos ambientais que a cultura da cana-de-açúcar



pode ocasionar.

REFERÊNCIAS

ALLISON, J.D.; ALLISON T. L. Partition coefficients for metals in surface water, soil, and waste. EPA/600/R-05/074 technical report. U.S. Environmental Protection Agency, Washington D.C., 2005.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. APHA, AWWA, WPCF, 21st ed., Washington D.C., 2005.

AQUINO, S. F.; BRANDT, E. M. F.; CHERNICHARO, C. A. L. Remoção de fármacos e desreguladores endócrinos em estações de tratamento de esgoto: revisão da literatura. Engenharia Sanitária Ambiental, v. 18, n. 3, p. 187-204, 2013.

BANKS, C. J.; ZHANG, Y.; JIANG, Y.; HEAVEN, S. Trace element requirements for stable food waste digestion at elevated ammonia concentrations. Bioresource Technology, v. 104, 127-135, 2012.

BEKMEZCI, O. K.; UCAR, D.; KAKSONEN, A. H.; SAHINKAYA, E. Sulfidogenic biotreatment of synthetic acid mine drainage and sulfide oxidation in anaerobic baffled reactor. Journal of Hazardous Materials, v. 189, n. 3, p. 670–676, 2011.

BENITES-LAZARO, L. L.; GIATTI, L. L.; SOUSA JUNIOR, W. C.; GIAROLLA, A. Land-water-food nexus of biofuels: Discourse and policy debates in Brazil. Environmental Development, v. 33, 100491, 2020.


BRASIL. MINISTÉRIO DO INTERIOR. Portaria nº 323, de 29 de novembro de 1978. [Proíbe o lançamento de vinhoto em coleções de água]. (Publicada no D.O.U do dia 29/11/1978, seção 1, p. 19456).

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357/2005.

BUZIER, R.; TUSSEAU-VUILLEMIN, M. H.; KEIRSBULCK, M.; MOUCHEL, J. M. Inputs of total and labile trace metals from wastewater treatment plants effluents to the Seine River. Phys. Chem. Earth, v. 36, p. 500–505, 2011.

CAMILOTI, P. R.; MOCKAITIS, G.; RODRIGUES, J. A. D.; DAMIANOVIC, M. H. R. Z.; FORESTI, E.; ZAIAT, M. Innovative anaerobic bioreactor with fixed-structured bed (ABFSB) for simultaneous sulfate reduction and organic matter removal. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, v. 89, n. 7, p. 1044–1050, 2013.

CHOONG, Y. Y.; NORLI, I.; ABDULLAH, A. Z.; YHAYA, M. F. Impacts of trace element supplementation on the performance of anaerobic digestion process: A critical review. Bioresource Technology, v. 209, p. 369–379, 2016.



CHOURBERT, J. M.; POMIÈS, M.; RUEL, S. M.; COQUERY, M. Influent concentrations and removal performances of metals through municipal wastewater treatment processes. *Water Sci. Technol.*, v. 63, n. 9, p. 1967–1973, 2011.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 355 de 19 de julho de 2017. Critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201707/19110149-355-2017-criterios-e-padroes-de-emissao-de-efluentes-liquidos.pdf>. Acesso em: 09 out. 2020.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Norma Técnica: P4.231: Vinhaça - Critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola. 3. ed. 2. versão. São Paulo: CETESB, fev. 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: cana-de-açúcar, Brasília, DF, v. 7, n. 4, p. 1-62, mai. 2021. Safra 2020/21. Quarto levantamento. Disponível em:

https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/cana/boletim-da-safra-de-cana-de-acucar/item/download/37136_b3e7df44d7d5e801238498af6b39d254. Acesso 10 jun. 2021.

CURRIE, L. A. Nomenclature in evaluation of analytical methods including detection and quantification capabilities (IUPAC Recommendations 1995). *Pure and Applied Chemistry*, v. 67, n. 10, p. 1699–1723, 1995.

DEMIREL, B.; SCHERER, P. Trace element requirements of agricultural biogas digesters during biological conversion of renewable biomass to methane. *Biomass and Bioenergy*, v. 35, n. 3, p. 992–998, 2011.

DIMPE, K. M.; NGILA, J. C.; MABUBA, N.; NOMGONGO, P. N. Evaluation of sample preparation methods for the detection of total metal content using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) in wastewater and sludge. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, v. 76–78, p. 42–48, 2014.


DUC, T. A.; LOI, V. D.; THAO, T. T. Partition of heavy metals in a tropical river system impacted by municipal waste. *Environ. Monit. Assess.*, v. 185, p. 1907–1925, 2013.

EL-ASSAD, A. B.; VAN-DAL, E. S.; LOPES, M. S. G.; de ANDRADE COUTINHO, P. L.; do CARMO, R. W.; JACONIS, S.B. Technologies, Products and Economic Viability of a Sugarcane Biorefinery in Brazil, In: CAVANI, F.; ALBONETTI, S.; BASILE, F.; GANDINI, A. (Eds.) *Chemical and Fuels from Bio-Based Building Blocks*. Weinheim: Wiley-VCH Verlag, 2016, p. 569-602.

EVRAÑOS, B.; DEMIREL, B. The impact of Ni, Co and Mo supplementation on methane yield from anaerobic mono-digestion of maize silage. *Environmental Technology*, v. 36, n. 12, p. 1556–1562, 2015.

FAVA, M.; RIBAS, F. The benefits of sugarcane chain development in Africa. *Management Review*, v. 15, n. 1, p. 159–166, 2012.

FERMOSO, F. G.; BARTACEK, J.; CHING CHUNG, L.; LENS, P. N. Supplementation of cobalt to UASB reactors by pulse dosing: CoCl₂ versus CoEDTA₂ pulses. *Biochemical*



Engineering Journal, v. 42, n. 2, p. 111–119, 2008a.

FERMOSO, F. G.; COLLINS, G.; BARTACEK, J.; OFLAHERTY, V.; LENS, P. N. Role of nickel in high rate methanol degradation in anaerobic granular sludge bioreactors. *Biodegradation*, v. 19, p. 725–737, 2008b.

FONTANETTI, C. S.; BUENO, O. C. (org.). *Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica*. Bauru: Canal 6, 2017. p. 103-124.

FUESS, L. T.; GARCIA, M. L. Implications of stillage land disposal: a critical review on the impacts of fertigation. *Journal of Environmental Management*, v. 145, p. 210–229, 2014.

FUESS, L. T.; GARCIA, M. L. Bioenergy from stillage anaerobic digestion to enhance the energy balance ratio of ethanol production. *Journal of Environmental Management*, v. 162, p. 102–114, 2015.

FUESS, L. T.; RODRIGUES, I. J.; GARCIA, M. L. Fertirrigation with sugarcane vinasse: Foreseeing potential impacts on soil and water resources through vinasse characterization. *Journal of Environmental Science and Health, New York*, v. 52, n. 11, p. 1063-1072, 2017.

FRANKLIN, R. J. Full-scale experiences with anaerobic treatment of industrial wastewater. *Water Science and Technology*, v. 44, n. 8, p. 1–6, 2001.

GLASS, J. B.; ORPHAN, V. Trace Metal Requirements for Microbial Enzymes Involved in the Production and Consumption of Methane and Nitrous Oxide. *Frontiers in Microbiology*, v. 3, n. 61, p. 1–20, 2012.

GUSTAVSSON, J.; SVENSSON, B. H.; KARLSSON, A. The feasibility of trace element supplementation for stable operation of wheat stillage-fed biogas tank reactors. *Water Science and Technology*, v. 64, n. 2, p. 320–325, 2011.

GUSTAVSSON, J.; YEKTA, S. S.; SUNDBERG, C.; KARLSSON, A.; EJLERTSSON, J.; SKYLLBERG, U.; SVENSSON, B. H. Bioavailability of cobalt and nickel during anaerobic digestion of sulfur-rich stillage for biogas formation. *Applied Energy*, v. 112, n. SI, p. 473–477, 2013.

HARGREAVES, A. J.; VALE, P.; WHELAN, J.; CONSTANTINO, C.; DOTRO, G.; CAMPO, P.; CARTMELL, E. Distribution of trace metals (Cu, Pb, Ni, Zn) between particulate, colloidal and truly dissolved fractions in wastewater treatment. *Chemosphere*, v. 175, p. 239–246, 2017.

HARRIS, D. C. *Quantitative Chemical Analysis*. 7 ed. New York: W.H. Freeman and Company, 2007.

HOLM-NIELSEN, J. P.; SEADI, T.; OLESKOWICZ-POPIEL, P. The future of anaerobic digestion and biogas utilization. *Bioresource Technology*, v. 100, n. 22, p. 5478–84, 2009

JANKE, L.; LEITE, A. F.; BATISTA, K.; SILVA, W.; NIKOLAUSZ, M.; NELLES, M.; STINNER, W. Enhancing biogas production from vinasse in sugarcane biorefineries: Effects of urea and trace elements supplementation on process performance and stability. *Bioresource Technology*, v. 217, p. 10–20, 2016.

KARVELAS, M.; KATSOYIANNIS, A.; SAMARA, C. Occurrence and fate of heavy metals



in the wastewater treatment process. *Chemosphere*, v. 53, n. 10, p. 1201–10, 2003.

KHAN, S.; MALIK, A. Environmental and health effects of textile industry wastewater. *Environmental Deterioration and Human Health*. Springer: Dordrecht, pp 55–71, 2014.

KRÖPFELOVÁ, L.; VYMAZAL, J.; SVEHLA, J.; STÍCHOVÁ, J. Removal of trace elements in three horizontal sub-surface flow constructed wetlands in the Czech Republic. *Environmental Pollution*, v. 157, p. 1186–1194, 2009.

KRUG, F. J; ROCHA, F. R. P. Métodos de preparo de amostras para análise elementar. 1. ed. São Paulo: EditSBQ, 2016.

KUMAR, B.; KUMAR, K. S.; PRIYA, M.; MUKHOPADHYAY, D.; SHAH, R. Distribution, partitioning, bioaccumulation of trace elements in water, sediment and fish from sewage fed fish ponds in eastern Kolkata. *India Toxicol. Environ. Chem.*, v. 92, n. 2, p. 243–260, 2010.

KUMAR, M.; GOGOI, A.; MUKHERJEE, S. Metal removal, partitioning and phase distributions in the wastewater and sludge: Performance evaluation of conventional, upflow anaerobic sludge blanket and downflow hanging sponge treatment systems. *Journal of Cleaner Production*, v. 249, 119426, 2020.

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119426>

LEBUHN, M.; LIU, F.; HEUWINKEL, H.; GRONAUER, A. Biogas production from mono-digestion of maize silage-long term process stability and requirements. *Water Science & Technology*, v. 58, p. 1645–1651, 2008.

LIN, D.; KAKIZONO, T.; NISHIO, N.; NAGAI, S. Enhanced cytochrome formation and stimulate methanogenesis rate by the increased ferrous concentrations in *Methanosarcina barkeri* culture. *FEMS Microbiology Letters*, v. 68, p. 89–92, 2006.


LOPES, M. L.; PAULILLO, S. C. L.; GODOY, A.; CHERUBIN, R. A.; LORENZI, M. S.; GIOMETTI, F. H. C.; BERNARDINO, C. D.; AMORIM NETO, H. B.; AMORIM, H. V. Ethanol production in Brazil: a bridge between science and industry. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 47, n. 1, p. 64–76, 2016.

MARCATO-ROMAIN, C. E.; PINELLI, E.; CECCHI, M.; WINTERTON, P.; GUIRESSE, M. Bioavailability of Cu and Zn in raw and anaerobically digested pig slurry. *Ecotox. Environ. Safe*, v. 72, p. 1538–1544, 2009.

MATSUURA N, HATAMOTO M, SUMINO H, SYUTSUBO K, YAMAGUCHI T, OHASHI A. Recovery and biological oxidation of dissolved methane in effluent from UASB treatment of municipal sewage using a two-stage closed downflow hanging sponge system. *J. Environ. Manag.*, v. 151, p. 200–209, 2015.

MOCKAITIS, G.; PANTOJA, J. L. R.; RODRIGUES, J. A. D.; FORESTI, E.; ZAIAT, M. Continuous anaerobic bioreactor with a fixed-structure bed (ABFSB) for wastewater treatment with low solids and low applied organic loading content. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, v. 37, n. 7, p. 1361–1368, 2014.

MOUCHET, P. From conventional to biological removal of iron and manganese in France. *Journal of the American Water Works Association*, v. 84, n. 4, p. 158- 167, 1992.



MUNKSGAARD, N. C.; PARRY, D. L. Trace metals, arsenic and lead isotopes in dissolved and particulate phases of north Australian coastal and estuarine seawater. *Mar. Chem.*, v. 75, p. 165–184, 2001.

NIZ, M. Y. K. Produção biológica de hidrogênio e metano a partir de vinhaça de cana-de-açúcar em termofilia extrema. 2019. Tese (Doutorado em Ciências, Programa de Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

NOGUEIRA, E. W.; GODOI, L. A. G.; YABUKI, L. N. M.; BRUCHA, G.; DAMIANOVIC, M. H. R. Z. Sulfate and metal removal from acid mine drainage using sugarcane vinasse as electron donor: Performance and microbial community of the down-flow structured-bed bioreactor. *Bioresource Technology*, v. 330, 124968, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2021.124968>

NGUYEN, H.L.; LEERMAKERS, M.; ELSKENS, M.; RIDDER, F. D.; DOAN, T. H.; BAEYENS, W. Correlations, partitioning and bioaccumulation of heavy metals between different compartments of Lake Balaton. *Sci. Total Environ.*, v. 341, p. 211–226, 2005.

OLIVEIRA, A. S.; BOCIO, A.; TREVILATO, T. M.; TAKAYANAGUI, A. M.; DOMINGO, J. L.; SEGURA-MUÑOZ, S. I. Heavy metals in untreated/treated urban effluent and sludge from a biological wastewater treatment plant. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 14, n. 7, p. 483–489, 2007.

OLIVEIRA, W. S.; BRITO, M. E. B.; ALVES, R. A. B.; SOUZA, A. S.; SILVA, E. G. Cultivo da cana-de-açúcar sob fertirrigação com vinhaça e adubação mineral Sugarcane crop under vinasse fertirrigation and mineral fertilization. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Mossoró, v. 9, n. 1, p. 1-5, jan./mar. 2014. Disponível em:

<https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2587/1993>. Acesso em: 13 jun. 2021.


ONODERA, T.; OKUBO, T.; UEMURA, S.; YAMAGUCHI, T.; OHASHI, A.; HARADA, H. Longterm performance evaluation of down-flow hanging sponge reactor regarding nitrification in a full-scale experiment in India. *Bioresour. Technol.*, v. 204, p. 177–184, 2016.

PATIDAR, S. K.; TARE, V. Soluble microbial products formation and their effect on trace metal availability during anaerobic degradation of sulfate laden organics. *Water Science & Technology*, v. 58, p. 749–755, 2008.

POBEHEIM, H.; MUNK, B.; LINDORFER, H.; GUEBITZ, G. M. Impact of nickel and cobalt on biogas production and process stability during semi-continuous anaerobic fermentation of a model substrate for maize silage. *Water Research*, v. 45, p. 781–787, 2011.

PRADO, R. M.; CAIONE, G.; CAMPOS, C. N. S. Filter Cake and Vinasse as Fertilizers Contributing to Conservation Agriculture. *Applied and Environmental Soil Science*, v. 2013, p. 1–8, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/581984>.

QIANG, H.; NIU, Q.; CHI, Y.; LI, Y. Trace metals requirements for continuous thermophilic methane fermentation of high-solid food waste. *Chemical Engineering Journal*, v. 222, p. 330–336, 2013.



SAHINKAYA, E. Microbial sulfate reduction at low (8 °C) temperature using waste sludge as a carbon and seed source. *Int. Biodeterior. Biodegrad.*, v. 63, p. 245–251, 2009.

SALOMONS, W. Environmental impact of metals derived from mining activities: processes, predictions, prevention. *J. Geochem. Explor.*, v. 52, p. 5–23, 1995.

SCHIIF, J.; ZOLL, A. M. When dissolved is not truly dissolved: the importance of colloids in studies of metal sorption on organic matter. *J. Colloid Interface Sci.*, v. 361, p. 137–147, 2011.

ŠČANČAR, J.; MILAČIČ, R.; STRAŽAR, M.; BURICA, O. Total metal concentrations and partitioning of Cd, Cr, Cu, Fe, Ni and Zn in sewage sludge. *Sci Total Environ.*, v. 250, n. 1–3, p. 9–19, 2000.

SCHMIDT, T.; NELLES, M.; SCHOLWIN, F.; PRÖTER, J. Trace element supplementation in the biogas production from wheat stillage - Optimization of metal dosing. *Bioresource Technology*, v. 168, p. 80–85, 2014.

SOTO, M. A.; BASSO, J. B.; KIANG, C. H. Impacto da fertirrigação da cana-de-açúcar por vinhaça nas propriedades físicas, químicas e hidráulicas do solo. In: FONTANETTI, C. S.; BUENO, O. C. (org.). *Cana-de-açúcar e seus impactos: uma visão acadêmica*. Bauru: Canal 6, 2017. p. 103-124.

TAKASHIMA, M.; SHIMADA, K.; SPEECE, R. E. Minimum requirements for trace metals (iron, nickel, cobalt, and zinc) in thermophilic and mesophilic methane fermentation from glucose. *Water Environment Research*, v. 83, p. 339–346, 2011.

TANDUKAR M, MACHDAR I, UEMURA S, OHASHI A, HARADA H. Potential of a combination of UASB and DHS reactor as a novel sewage treatment system for developing countries: long-term evaluation. *J. Environ. Eng.*, v. 132, n. 2, p. 166–172, 2006.

UEMURA, S. Mineral requirements for mesophilic and thermophilic anaerobic digestion of organic solid waste. *International Journal of Environmental Research*, v. 4, p. 33–40, 2009.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. USEPA 823-B-96–007. The metals translator: guidance for calculating a total recoverable permit limit from a dissolved criterion, Washington, D.C.: USEPA, 1996.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. USEPA SW-846 Method 6010: Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry. Test methods for evaluating solid waste, physical/chemical methods. Washington, D.C.: USEPA, 2007.

WEINER, E. R. *Applications of Environmental Aquatic Chemistry: A practical guide*, 3rd ed. Taylor: Boca Raton, 2013.

WILKIE, A. C.; RIEDESEL, K. J.; OWENS, J. M. Stillage characterization and anaerobic treatment of ethanol stillage from conventional and cellulosic feedstocks. *Biomass Bioenergy*, v. 19, p. 63–102, 2000.

WINDOM HL, BYRD JT, SMITH RG JR, HUAN F (1991) Inadequacy of NASQAN data for assessing metal trends in the nation's rivers. *Environ Sci Technol* 25:1137–1142

WIŚNIEWSKA, A.; SAEID, A.; CHOJNACKA, K. Trace Elements in Agricultural and



Industrial Wastes. In: Chojnacka, K.; Saeid, A. (eds). *Recent Advances in Trace Elements*. Wiley: Chichester, 2018.

WORM, P.; FERMOSO, F. G.; LENS, P. N.; PLUGGE, C. M. Decreased activity of a propionate degrading community in a UASB reactor fed with synthetic medium without molybdenum, tungsten and selenium. *Enzyme and Microbial Technology*, v. 45, p. 139–145, 2009.

WORMS, I. A.; SZIGETI, Z. A. G.; DUBASCOUX, S.; LESPE, G.; TRABER, J.; SIGG, L.; SLAVEYKOVA, V. I. Colloidal organic matter from wastewater treatment plant effluents: characterization and role in metal distribution. *Water Res.*, v. 44, p. 340–350, 2010.

YABUKI, L. N. M.; QUELUZ, J. G. T.; GARCIA, M. L. Assessment of phase distribution and removal of metals in anaerobic digesters. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2021. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03166-9>

ZANDVOORT, M. H.; VAN HULLEBUSCH, E. D.; GOLUBNIC, S.; GIETELING, J.; LENS, P. N. Induction of cobalt limitation in methanol-fed UASB reactors. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, v. 81, n. 9, p. 1486–1495, 2006.

ZDEB, M.; PAWŁOWSKA, M.; PACAN, J. The influence of anaerobic digestion on selected heavy metals fractionation in sewage sludge. *J. Ecol. Eng.*, v. 21, n. 3, p. 27–35, 2020.

ZHANG, Y.; ZHANG, Z.; SUZUKI, K.; MAEKAWA, T. Uptake and mass balance of trace materials for methane producing bacteria. *Biomass Bioenergy*, v. 25, p. 427–433, 2003.

ZHANG, C. *Fundamentals of Environmental Sampling and Analysis*. New Jersey: Wiley & Sons, 2007.

ZHANG, L.; OUYANG, W.; LI, A. Essential role of trace elements in continuous anaerobic



CAPÍTULO 24

PRINCIPAIS TEMAS RELACIONADOS A GESTÃO AMBIENTAL E O REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

DOI: 10.47402/ed.ep.c202296724115

Jaqueline Fernandes Tonetto
Verônica Schmidt

RESUMO

Agroindustrialização gera volume significativo de biomassas residuais, portanto se faz necessário implementar estratégias de gestão bioeconômicas. A implementação Sistema de Gestão Ambiental (SGA) baseado na norma ISO 14001 visa o planejamento das atividades operacionais e administrativas de uma empresa para gerir os seus aspectos e processos ambientais, e muitos estudos sugerem que a Produção Mais Limpa (P+L) é uma estratégia importante para maximizar a eficiência dos recursos ambientais. O objetivo do presente estudo foi delinear um panorama sobre a produção científica e as contribuições em formato de revisão que vise estabelecer os valores por parte do SGA, a norma ISO 14001 e a P+L no processo produtivo agroindustrial ao longo dos últimos anos. Através de estudo bibliométrico, utilizou-se o banco de dados Web of Science como ferramenta de busca, com as seguintes palavras chaves divididas em dois grupos: A - (Waste; Agroindustry; *Environmental Management*) e B - (Environmental Management System, ISO 14001 e Cleaner Production). As palavras chaves do Grupo A, foram encontrados um total de 3.831 artigos de 1997 a 2017 associados as palavras chaves, destes, apenas 357 artigos que foram considerados mais semelhantes ao tema pesquisado. Do período referente aos 16 anos pesquisados no presente trabalho encontrou-se um total de 329.761 publicações relacionadas SGA, 1.822 publicações referentes a norma ISO 14001 e 1.798 publicações sobre P+L. Ambos os termos apresentaram aumento significativa relação ao número de publicações nos anos mais recentes. Contudo, conclui-se que há um crescente interesse por parte dos gestores pesquisadores em aprofundar seus trabalhos em questões voltadas a sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Gestão Ambiental, Produção Mais Limpa, ISO 14001, Web of Science.

INTRODUÇÃO

As pressões sobre o setor industrial e agropecuário, provocadas pelo crescimento populacional, induziram a uma intensa produção para atender à crescente demanda de alimentos. No entanto, é difícil dissociar esse desenvolvimento dos problemas ambientais gerados em virtude das grandes quantidades de resíduos orgânicos que, muitas vezes, são direcionados de forma equivocada no ambiente, ocasionando poluição na água, no solo e na atmosfera (Rosa et al., 2011).

A possibilidade de reconciliação entre crescimento econômico e qualidade ambiental foi antecipada por vários relatos influentes na última década. A base potencial para a reconciliação reside no desencadeamento do crescimento econômico.



A cadeia de produção de frangos é uma das mais expressivas no Agronegócio brasileiro. O Brasil já ocupa o terceiro lugar no Ranking mundial de produção de carne de frango (12,69 milhões de toneladas), estando apenas atrás da China (13 milhões de toneladas) e dos EUA (17,254 milhões Toneladas). No entanto, ocupa a primeira posição na exportação mundial (4,099 milhões de toneladas em 2014) (ABPA, 2015). Nesse cenário, o estado do Paraná surge como o principal produtor brasileiro de carne de frango, representando 32,46% do abate, em 2015, e 35,7% das exportações no mesmo ano (ABPA, 2016).


A cadeia produtiva do frango de corte gera resíduos produzidos do processamento de grãos utilizados na alimentação das aves, resíduos da incubação dos ovos, excreta e cama do aviário, lodo de flutuação nos abatedouros frigoríficos, além de uma quantidade significativa de efluentes líquidos (Costa et al., 2016).

Os resíduos da agroindústria de processamento de produtos de origem vegetal e animal apresentam diferentes compostos orgânicos que, quando integrados à adoção de tecnologias, pesquisas e desenvolvimento viabilizam a agregação de valor a estes rejeitos (Rosa et al., 2011). Tal fato, tem instigado muitos gestores à melhorar os resultados positivos, buscando a rentabilidade com a sustentabilidade do sistema, estabelecidas com planejamento e implementação de estratégias bioeconômicas ([Acreman et al., 2014](#); [Richter, 2014](#); [Poff et al., 2015](#)).

Integrar as questões ambientais e econômicas tem grande influencia na tomada de decisões, especialmente no setor privado ([Shapiro, 2001](#)) e de certa forma, a preocupação com a sustentabilidade torna o gerenciamento mais complexo, especialmente quanto as decisões financeiras, os impactos sobre o meio ambiente e a sociedade, bem como as obrigações legais que devem ser cumpridas.

Segundo [Berns et al. \(2009\)](#), existem muitas razões pelas quais as empresas têm dificuldades em abordar a sustentabilidade de forma mais decisiva. Os autores apontam três causas principais: i) empresas que não têm as informações suficientes para basear decisões; ii) as empresas visam agregar valor; e iii) em muitos casos, sua execução é falha.

As empresas que apoiam as questões ambientais tendem a obter uma integração de políticas de sustentabilidade estabelecidas, assim como experiência com indicadores de sustentabilidade, disponibilidade de dados nos sistemas de informação e envolvimento com planejamento e controle da sustentabilidade (Garcia et al, 2016). A diversificação e disponibilidade das fontes de informação implica na sua democratização para apoio à decisão




dos gestores ([Buytaert et al., 2016](#)), de modo que se faz necessário um projeto orientado como sistema de apoio à decisão para a gestão policêntrica dos recursos ambientais.

Há uma necessidade crescente de melhorar a compreensão científica sobre as causas e consequências das questões ambientais portanto abordagens transdisciplinares, associadas aos processos de resiliência, têm se desenvolvido com o intuito de informar e melhorar o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) ([PCAST, 2011](#); [NSTC, 2014](#)).

Por outro lado, os instrumentos de apoio para programar estratégias e gerenciar as atividades para promover a sustentabilidade corporativa ainda são raros ([Burritt; Schaltegger, 2010](#); [Hansen; Schaltegger, 2012](#)) e, para uma gestão sustentável, se faz necessário integrar a essência da sustentabilidade no cotidiano ([Elkington, 1999](#); [Schaltegger et al., 2003](#)). Além disso, com o objetivo de reduzir as barreiras comerciais e os efeitos competitivos de regulamentos ambientais, surgiu a necessidade de normatizar uma gestão ambiental comum entre os países e, desenvolvida por uma organização independente do Organização Internacional para Normalização (ISO), surgiu a ISO 14000, em 1996 (Gifford, 1997). A segunda versão desta norma, a ISO 14001, visa o planejamento das atividades operacionais e administrativas de uma empresa para gerir os seus aspectos e processos ambientais ([Oliveira, 2013](#)), com influência positiva e direta sobre as operações de negócios e uma melhoria ambiental de seus processos ([Hilson; Nayee, 2002](#); [Thoumy; Vachon, 2012](#)).

A norma ISO 14001, que tem o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) como requisito para certificação, tem uma abordagem geral e foi pensada de forma a integrar a gestão de negócios como um todo, incluindo sua integração com a Produção Mais Limpa (P+L). Muitos estudos indicam a P+L como uma ferramenta eficiente que, quando seguida de forma sistemática pela ISO 14001, melhora o desempenho em SGA ([Shi et al., 2010](#)). Porém, a falta de cultura ecológica ainda cria uma barreira para a aplicação da P+L em organizações ([Vieira; Amaral, 2016](#)). Nawrocka et al (2009) apontam que o sucesso de projetos ambientais também depende das habilidades dos fornecedores para lidar com os desafios ambientais e, quando a empresa fornecedora já está certificada de acordo com a norma ISO 14001, o processo de aplicação de P+L é simplificado. Portanto, antes de qualquer projeto se sugere, primeiramente, identificar os principais intervenientes em relação ao recurso ambiental em questão ([Reed et al., 2009](#)) e as instituições e práticas de gestão em que estão envolvidos.

Em sua maioria, as abordagens convencionais para a gestão ambiental seguem as linhas disciplinares para enfrentar os desafios e lidar com tais complexidades em múltiplas escalas



(Virapongse et al., 2016), podendo ser facilitada de forma holística quando complementada com fontes científicas (Penny et al., 2016).

Dessa forma, o presente estudo tem sua importância pautada na busca de contribuições em formato de revisão que vise estabelecer os valores por parte do SGA, a norma ISO 14001 e a P+L no processo produtivo agroindustrial ao longo dos últimos anos.

METODOLOGIA

Para a elaboração do presente estudo exploratório, utilizou-se de revisão bibliométrica como método de pesquisa através da qual, por ordem de relevância, buscaram-se os artigos publicados no banco de dados *Web of Science*.

A metodologia do estudo foi dividida em cinco etapas:

1) Refinamento da pesquisa utilizando as palavras chaves em inglês, divididas em dois grupos, abrangendo os anos de 2000 a 2017:

- *A) Waste* - resíduos; *Agroindustry* – agroindústria; *Environmental Management* - gestão ambiental;

- *B) Environmental Management System* - Sistema de Gestão Ambiental (SGA), ISO 14001 e *Cleaner Production* - Produção Mais Limpa (P+L).

2) Leitura dos temas e objetivos dos artigos encontrados;

3) Seleção dos artigos que apresentavam os temas mais associados às decisões dos gestores ambientais em relação aos resíduos gerados pelo processo produtivo agroindustrial;

4) Avaliação da frequência de publicação de artigos relacionados às palavras-chaves e a frequência das palavras presentes nos títulos dos artigos.

5) Análise qualitativa das palavras-chave a partir da base de dados:

- Grupo A: utilizou o NVivo, um software que suporta métodos qualitativos e variados de pesquisa;

- Grupo B: utilizou Correlação de Pearson com índice de significância entre os termos pesquisados e o número publicações, ao longo do tempo de 2000 a 2017.

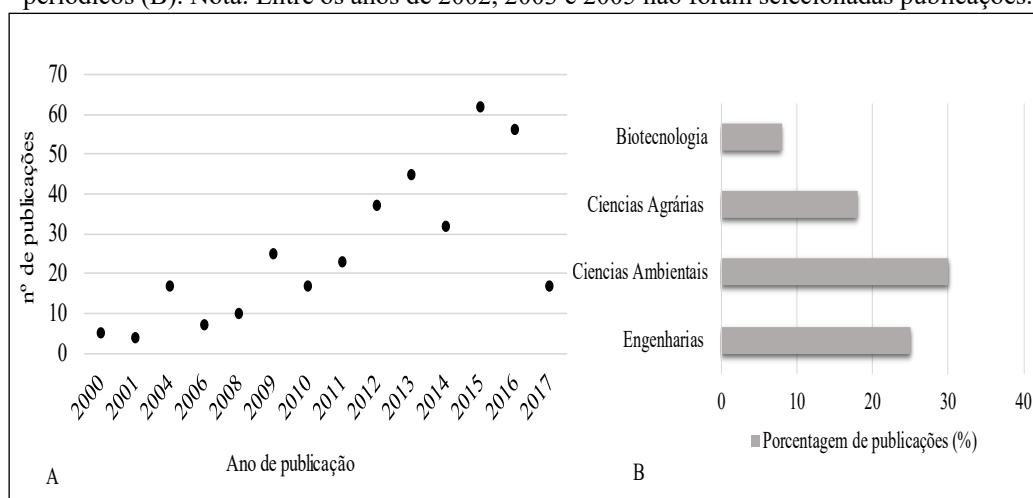
RESULTADOS

De modo a aliar em quais situações os estudos sobre resíduos estão sendo desenvolvidos no contexto agroindustrial, com base nos procedimentos metodológicos e nas palavras chaves

do Grupo A, foram encontrados 3.831 artigos, associados às palavras chaves e destes, apenas 357 artigos foram considerados quanto ao tema pesquisado.

Considerando o crescimento do número de estudos a partir de 2009 (Figura 1A), pode-se inferir que a sustentabilidade tem ganhado relevância ao longo do tempo e, de certa forma, contribuindo positivamente para o processo de criação de valor à sustentabilidade, por parte das empresas. Verificou-se que o maior número de publicações ocorreu em 2015. Tal fato, pode estar diretamente relacionada às exigências legais ocorridas neste período.

Figura 2 - Número de artigos publicados (A) e porcentagem de publicações de acordo com as áreas dos periódicos (B). Nota: Entre os anos de 2002, 2003 e 2005 não foram selecionadas publicações.



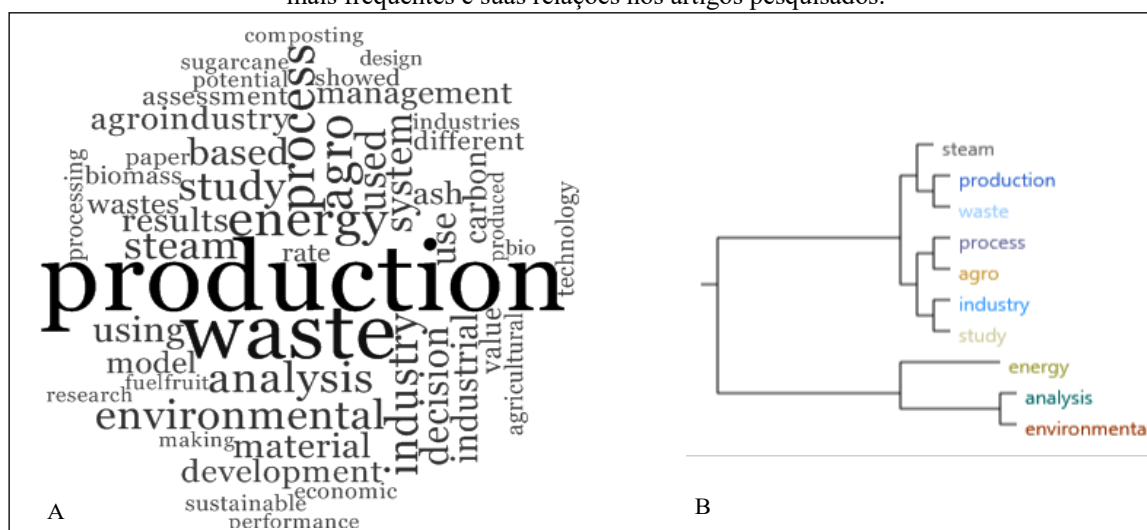
Fonte: Autores

Além disso, observou-se que as publicações relacionadas ao interesse pela ciclagem de resíduos agroindustriais, concentram-se nas áreas de Ciências Ambientais, Engenharias, Ciências Agrárias e Biotecnologia (figura 1 B); as quais desenvolvem modelos e estruturas conceituais baseados nas relações de interdependência e transdisciplinaridade.

A partir das palavras que constituem os títulos e o conteúdo dos artigos, identificaram-se aquelas mais frequentes (Figura 2 A), sendo que as palavras mais frequentes nos títulos são *production* (1,13%), *waste* (0,89%) e *energy* (0,54%).

A partir das palavras chaves pesquisadas e das palavras mais frequentes nos títulos, elaborou-se um dendograma de similaridade (Figura 2 B) buscando-se uma relação entre estas.

Figura 3 - Frequência das palavras dos artigos selecionados (A) e dendograma de similaridade das 10 palavras mais frequentes e suas relações nos artigos pesquisados.



Fonte: Autores

Com base no dendograma de similaridade, ressalta-se que os termos mais citados como *production* e *waste* fazem parte de um mesmo grupo, antecidos pelo termo *steam*, sinônimo de energia. Paralelos aos termos *Process* e *agro*; *industry* e *study*. O termo *energy* é o que se apresenta de forma mais direta e está associado a *analysis* e *environmental*. De modo geral, os temas relacionados à gestão dos resíduos agroindustriais, percorrem vários campos nas temáticas que possuem relação direta com a produção agroindustrial.

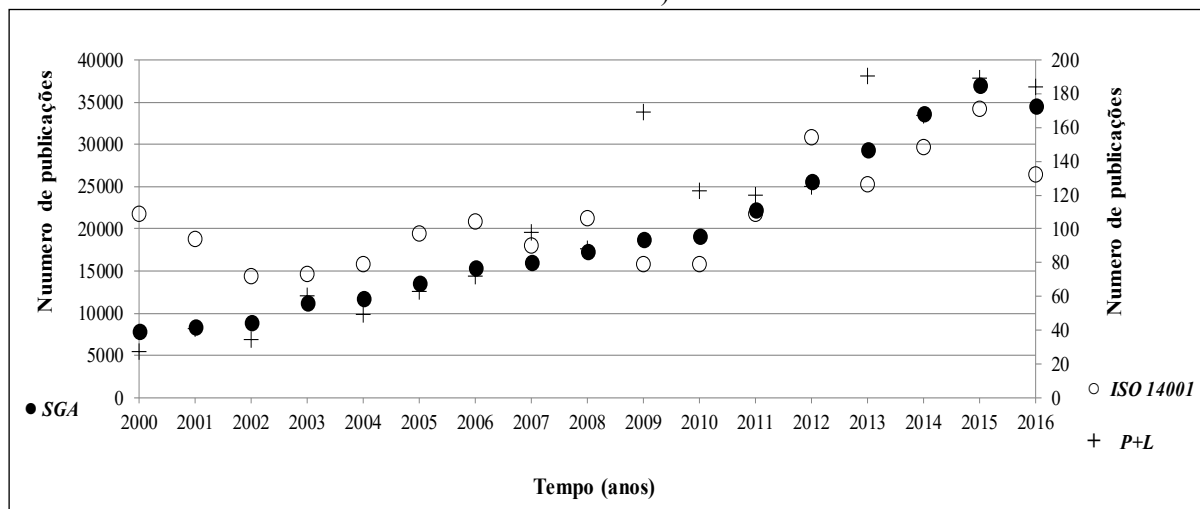
Quanto as palavras chaves do Grupo B, no período estudado, encontraram-se 329.761 publicações relacionadas ao SGA, 1.822 publicações referentes à norma ISO 14001 e 1.798 publicações sobre P+L (Figura 3).

Verificou-se um número crescente de estudos sobre SGA, o que indica que a sustentabilidade tem ganho relevância ao longo do tempo, contribuindo positivamente para o processo de criação de valor. Em relação à norma ISO 14001, também se observou crescimento no número de publicações ao longo dos anos pesquisados, sendo que o maior número de publicações ocorreu em 2015 (Figura 3).

De modo semelhante, o número de publicações referentes a P+L também apresentou aumento crescente sendo em 2013 o maior número anual de publicações (>180). Tal fato possivelmente seja decorrente de mudanças nas regulamentações de certificação. Segundo (OLIVEIRA et al, 2016), o estabelecimento de metas e objetivos para a P+L pode ser diretamente influenciada pelo processo de replanejamento da ISO 14001.



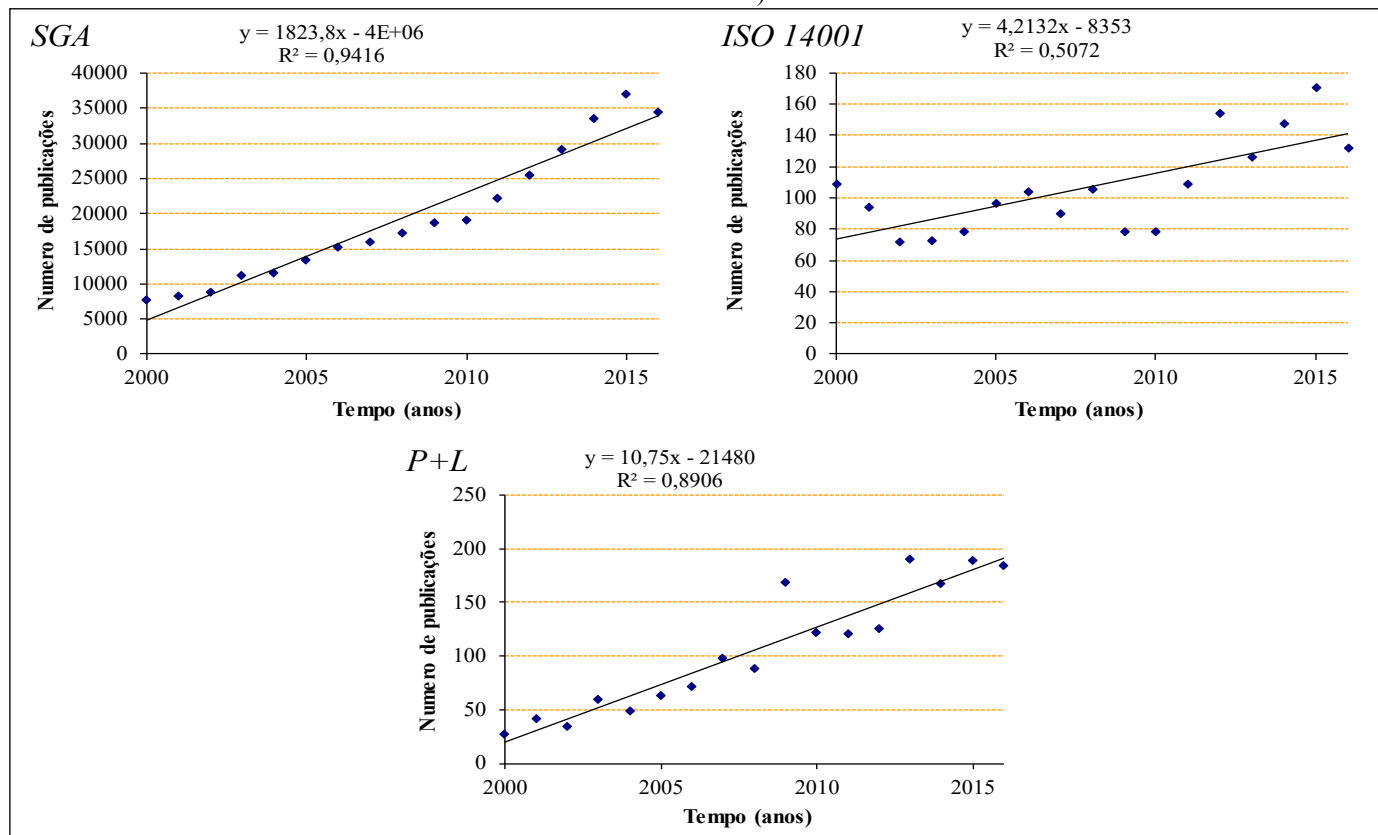
Figura 4 - Número de publicações acerca de trabalhos realizados a partir pesquisados pelos seguintes termos: Sistema de gestão ambiental (Environmental Management System), ISO 14000 e produção mais limpa (Cleaner Production).




Fonte: Autores

A Correlação entre os termos pesquisados no Grupo B e o número publicações ao longo do tempo, no período estudado, é apresentado na Figura 4.

Figura 5 - Correlação de Pearson entre o número publicações e tempo (em anos), de 2000 a 2016. *SGA: Sistema de gestão ambiental (Environmental Management System); P+L: produção mais limpa (Cleaner Production).



Fonte: Autores



O termo SGA foi o que apresentou maior correlação positiva ao longo dos anos ($R^2=0,9416$ $p=0,0001$), seguido de P+L ($R^2=0,8906$; $p=0,0001$) e da norma ISO 14001 ($R^2=0,5072$ %; $p=0,0013$).

Explorando as bases teóricas, estes dados corroboram os estudos de realizados por Campos et al., (2015) e Oliveira et al. (2016), os quais desenvolveram modelos e estruturas conceituais baseados em tais relações de interdependência e transdisciplinaridade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O maior número de publicações, no estudo realizado, referentes aos termos apresentadas pelo Grupo A foi em 2015. Tal fato pode estar, diretamente, relacionado aos processos de mudanças e regulamentações da norma ISO 14001, no ano de 2004, seguindo o estabelecimento de metas e objetivos para a P+L.


Verificou-se que os componentes abordados a tendem interagir dentro de uma estrutura dinâmica de interdependência numa escala temporal. Há uma tendência exponencial de estudos voltados para a temática e, portanto, um campo propício a novos estudos que busquem avanços e fundamentos teóricos para a aplicação prática em sistema de gestão ambiental na agroindústria. Analisando as áreas do conhecimento dos periódicos encontrados, evidencia-se a interdisciplinaridade dos artigos, assim como a interdisciplinaridade de estudos voltados ao processo decisório e à gestão ambiental.

A implementação de sistema de gestão ambiental, baseado na norma ISO 14001, visa o planejamento das atividades operacionais e administrativas de uma empresa para gerir os seus aspectos e processos ambientais, sendo que muitos estudos sugerem que esta é uma estratégia importante para minimizar a produção de resíduos agroindustriais e maximizar a eficiência dos recursos ambientais. Desta forma, as exigências da ISO 14001 associada à instruções de trabalho e formação continuada dos servidores da empresa, estimula o desenvolvimento de medidas de reutilização de resíduos na produção.

REFERÊNCIAS

ACREMAN, M. et al. Environmental flows for natural, hybrid, and novel riverine ecosystems in a changing world. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v.12, n.8, p.466-473, 2014.

BERNS, M. et al. **The Business of Sustainability: Imperatives, Advantages, and Actions**. Boston: Consulting Group, 2009. 36p. Disponível em: <<https://image->



src.bcg.com/Images/BCG_The_Business_of_Sustainability_Sep_09_tcm9-170158.pdf.
Acesso em: out. 2021.

BURRITT, R.L.; SCHALTEGGER, S. Sustainability accounting and reporting: fad or trend? **Accounting Auditing & Accountability Journal**, v.23, n.7, 829-846, 2010.

BUYTAERT, W. et al. Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. **Frontiers in Earth Science**, v.2, art.26, p.11-21, 2014.

CAMPOS, L.M.S. et al. Environmental performance indicators: a study on ISO 14001 certified companies. **Journal of Cleaner Production**, v.99, p.286-296, 2015.

ELKINGTON, J. Triple bottom line revolution: reporting for the third millennium. **Australian CPA**, v.69, n.11, p.75-76, 1999.

GARCIA, S. et al. Corporate sustainability management: a proposed multi-criteria model to support balanced decision-making. **Journal of Cleaner Production**, v.136, p.181-196, 2016.

GIFFORD, D. The value of going green. **Harvard Business Review**, v.75, n.5, p.11-12, 1997.

HANSEN, E.G., SCHALTEGGER, S. **Pursuing Sustainability with the Balanced Scorecard: between Shareholder Value and Multiple Goal Optimisation**. Lüneburg: Centre for Sustainability Management, 2012.

HILSON, G.; NAYEE, V. Environmental management system implementation in the mining industry: a key to achieving cleaner production. **International Journal of Mineral Processing**, v.64, n.1, p.19-41, 2002.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. Aproveitamento de dejetos animais para geração de biogás. **Revista de Política Agrícola**. Ano XV, n. 3, 2006.

NAWROCKA, D. et al. ISO 14001 in environmental supply chain practices. **Journal of Cleaner Production**, v.17, p.1435–1443, 2009.


NSTC - NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL. **National Plan for Civil Earth Observations**. Washington: Office of Science and Technology Policy, 2014.71p.

OLIVEIRA, J. A. et al. Environmental Management System ISO 14001 factors for promoting the adoption of Cleaner Production practices. **Journal of Cleaner Production**, v.133, p.1384-1394, 2016.

OLIVEIRA, O. J. Guidelines for the integration of certifiable management systems in industrial companies. **Journal of Cleaner Production**, v.58, p.124-133, 2013.

PCAST - PRESIDENT'S COUNCIL OF ADVISORS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY, **Sustaining environmental capital: protecting society and the environment**. Washington: Executive office of the President of USA, 2011. 145p.

PENNY, D. et al. 'Here be dragons': Integrating scientific data and place-based observation for environmental management. **Applied Geography**, v.73, p.38-46, 2016.



POFF, N. L. et al. Sustainable water management under future uncertainty with eco-engineering decision scaling. **Nature Climate Change** (Advance online publication), 2015.

REED, M. S. et al. Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. **Journal of Environmental Management**, v.90, n.5, p.1933-1949, 2009.

RICHTER, B. D. **Chasing Water: a Guide for Moving from Scarcity to Sustainability**. Washington, Islandpress, 466-473, 2014.

ROSA, M. F. et al. Valorização de resíduos da agroindústria. In: SIGERA, 2, Foz do Iguaçu/PR, 2011. v.1, (palestras)

SHAPIRO, K.G. Incorporating costs in LCA. **International Journal of Life Cycle Assess**, v.6, n.2, p.121-123, 2001.

SHI, H. et al. Developing country experience with ecoindustrial parks: a case study of the Tianjin economic-technological development area in China. **Journal of Cleaner Production**, v.18, n.3, p.191-199, 2010.

THOUMY, M.; VACHON, S. Environmental projects and financial performance: exploring the impact of project characteristics. **International Journal of Production Economics**, v.140, n.1, p28-34, 2012

VIEIRA, L.C., AMARAL, F.G. Barriers and strategies applying cleaner production: a systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v.113, p.5-16, 2016.

VIRAPONGSE, A. et al. A social-ecological systems approach for environmental management. **Journal of Environmental Management**, v.178, p.83-91, 2016.



CAPÍTULO 25

SAÚDE AMBIENTAL, ECOLOGIA DAS DOENÇAS E ECLOSÃO DOS CORONAVÍRUS ENTRE OS HUMANOS

André Aparecido Medeiros

RESUMO

Com base na prevenção de doenças e na criação de ambientes favoráveis à saúde e à qualidade de vida, a saúde ambiental abrange fatores ambientais que podem afetar a saúde. Os distintos riscos ambientais podem repercutir em agravos à saúde, como acidentes, doenças crônicas e doenças infecciosas, cuja relação com as transformações ambientais se inserem no estudo da ecologia das doenças, evidenciando que a existência de cada espécie no tempo e no espaço se relaciona com as interações estabelecidas no ecossistema. Não escapando desse mecanismo, o trânsito dos coronavírus entre espécies se situa em um contexto amplo de degradação ambiental, que, sobretudo nas últimas décadas, se mostra como inimiga da saúde, constituindo uma ação nociva promovida por humanos que repercute sobre a própria espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Meio ambiente; Saúde ambiental; Saúde pública; Ecologia das doenças; Coronavírus.

INTRODUÇÃO

Segundo o Diretor Geral da Organização Mundial da Saúde (OMS), Tedros Adhanom Ghebreyesus, a pandemia funciona como um lembrete da relação íntima e delicada entre as pessoas e o planeta (em OMS, 2020). Embora a natureza seja necessária e deva ser integrada ao pensamento do desenvolvimento, muitas ações humanas apontam o contrário; elas demonstraram que a natureza se tornou uma espécie de obstáculo ao desenvolvimento, ou pelo menos algo menos importante do que os benefícios econômicos. Isto afeta diferentes fatores da experiência humana, incluindo a saúde.

Assim, esse estudo procura analisar a presença dos coronavírus em humanos à luz da saúde ambiental e da ecologia das enfermidades, considerando, portanto, a relação da sociedade com a natureza. Trata-se de uma revisão bibliográfica, relacionando os conceitos principais com o cenário contemporâneo e introduzindo a chegada da pandemia de Covid-19.

SAÚDE AMBIENTAL

Embora *ambiente*, *meio ambiente*, e *meio* sejam palavras com numerosos significados, para fins específicos de saúde ambiental podem ser consideradas sinônimas (ORDÓÑEZ, 2000, p. 137). Com a presença do ser humano na Terra, surgem interações e a necessidade de administrar e resolver vários problemas ambientais. Ordóñez (2000, p. 138) menciona duas



abordagens estreitamente relacionadas, muito visíveis na segunda metade do século XX: a vertente verde, preocupado com os efeitos da atividade humana sobre o ambiente natural; a vertente azul, geralmente chamada de saúde ambiental, preocupada com os efeitos do ambiente sobre a saúde e o bem-estar.

A saúde ambiental é um segmento da saúde pública que tem diferentes definições e características. Com base na prevenção de doenças e na criação de ambientes favoráveis à saúde e à qualidade de vida, a saúde ambiental, segundo a OMS, relaciona-se com os fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e psicológicos externos a uma pessoa, abrangendo assim fatores ambientais que podem afetar a saúde (OMS, 2021; FUNASA, 2020). Existe uma divergência entre a literatura sobre a inclusão dos aspectos sociais e psicológicos, no entanto, é difícil traçar uma linha, pois eles estão intimamente ligados. Nesse sentido, Colombia (2021) compreende o cofator social, junto com o físico, químico e biológico, presente no ambiente que o grupo humano habita, modulado, além disso, pela estrutura social.

Como proposto pela OMS, o conceito também se refere à teoria e à prática de avaliar, corrigir, prevenir ou controlar os fatores de risco que poderiam prejudicar a saúde das gerações atuais e futuras (FUNASA, 2020; ORDÓÑEZ, 2000, p. 139). Assim, a saúde ambiental se dedica a, por um lado, avaliar os riscos e danos à saúde resultantes da degradação e poluição ambiental, e, por outro, avaliar e propor programas para sua redução (RIOJAS-RODRÍGUEZ; SCHILMANN; LÓPEZ-CARRILLO; FINKELMAN, 2013, p. 639). Ordóñez aponta denominações equivalentes, que podem significar basicamente o mesmo ou diferir de acordo com a entidade ou país: higiene ambiental, proteção e desenvolvimento ambiental, saúde e meio ambiente, e meio ambiente e saúde. Alguns deles podem até abranger vertente verde (danos ambientais causados pelo homem), além da vertente azul (efeitos do meio ambiente sobre a saúde) (ORDÓÑEZ, 2000, p. 138).

Para Simas e Butter (2002), a saúde ambiental compreende e controla o impacto exercido pelas pessoas sobre seu meio ambiente, assim como seu impacto sobre elas. Da mesma forma, Colombia (2021) admite ambos os aspectos, interpretando a exploração da área no sentido do uso, manipulação, apropriação e exploração dos componentes do meio ambiente e seus efeitos sobre a saúde humana. AET (1995) mantém a linha azul, definindo o conceito em termos de saúde humana e sua influência pelo meio ambiente, incluindo meios técnicos e administrativos para melhorar o meio ambiente do ponto de vista da saúde. Radicchi e Lemos (2009, p. 8), por sua vez, entendem que deve incorporar a identificação de situações de risco




encontradas na vida cotidiana e a identificação de ações destinadas à promoção e prevenção da saúde, mas seu discurso também se baseia no impacto humano sobre o meio ambiente.

Observa-se que, independentemente da extensão que se dê à estrutura de saúde ambiental, aceita-se que as ações dos seres humanos no meio ambiente tenham um impacto sobre sua saúde. Concordando com Radicchi e Lemos (2009, p. 43), o ambiente contém espaço físico, seres biológicos e espaço social. Da mesma forma, a saúde ambiental está relacionada ao meio ambiente habitado pelo homem e depende da interação desenvolvida (LIMA, 2018).

Lima (2018) especifica diferentes problemas que podem ocorrer quando se leva em conta a interação produzida na zona rural ou urbana. No meio rural, um problema citado pela autora é o uso inadequado de agrotóxicos, que causa um grande impacto na fauna, flora, água e solo e, conseqüentemente, na saúde dos seres humanos, estando também relacionado a muitos suicídios entre os trabalhadores rurais. No ambiente urbano, uma das questões mais estudadas seria a poluição do ar, que causa milhares de hospitalizações e mortes anualmente, relacionadas a doenças respiratórias e cardíacas e vários tipos de câncer. As doenças relacionadas com o não tratamento da água persistem em ambientes rurais e urbanos, permitindo um ambiente adequado para parasitas, vírus, bactérias, minerais e vários elementos químicos (LIMA, 2018). Outro fator destacado por Lima é a relação da saúde ambiental com a mudança climática, resultando em um ambiente com altas temperaturas e baixa umidade do ar, o que influencia problemas psicológicos, mudanças no sistema imunológico, sobrecarga renal e problemas cardíacos.

Além das doenças causadas pelas condições ambientais, os acidentes estão entre os principais eventos de saúde ambiental (RADICCHI; LEMOS, 2009, p. 45). De acordo com as ligações entre o planeta e a saúde, o Relatório da Comissão da OMS sobre Saúde e Meio Ambiente (OMS, 1994) certificou que os agentes ambientais anualmente causavam ou contribuía para a doença ou incapacidade de centenas de milhões de pessoas, e a morte prematura de milhões de outras. Identificou um grau de prioridade inadequado nos planos de desenvolvimento, o que é grave, pois estratégias de desenvolvimento em vários setores, desligadas do compromisso ecológico, podem ter conseqüências prejudiciais para a saúde e o meio ambiente (OMS, 1994).

A partir da noção de proteção ambiental e desenvolvimento, a OPS (1994, p. 23) menciona a existência de compromissos ambientais globais ligados ao bem-estar da população e que não permitem que o desenvolvimento comprometa o futuro. Em linha com esta ideia de saúde ambiental, Colombia (2021), por exemplo, preconiza que as práticas de desempenho



ambiental devem satisfazer as necessidades das gerações atuais, sem minar as possibilidades das gerações futuras. Neste sentido, a OMS (1994) revisa várias políticas setoriais e afirma a necessidade de princípios de acesso equitativo aos recursos (dentro dos países e entre eles) e de participação pública na formulação, implementação e avaliação de planos. A aplicação destes princípios é considerada essencial para uma base sustentável de saúde, envolvendo projetos que promovam a saúde e conscientizem indivíduos e organizações de sua responsabilidade pela saúde e sua base ambiental (OMS, 1994).

O escopo da questão da saúde ambiental é extremamente amplo, incorporando questões sérias como aquecimento global, destruição da camada de ozônio, desastres naturais, proliferação de vetores como insetos e roedores, condições habitacionais e de trabalho e saneamento básico (RADICCHI; LEMOS, 2009, p. 8). A OPS (1994, p. 23) enfatiza a importância de abordar problemas relacionados ao ambiente em geral, ao ambiente de trabalho e de vida, com especial atenção aos grupos mais necessitados e aos problemas mais urgentes. Da mesma forma, ao destacar como o meio ambiente influencia nossa saúde, a OMS (2013) indica que os fatores de risco estão em casa, no local de trabalho e na comunidade. Eles são influenciados por: poluição do ar interno e externo; água, saneamento e higiene deficientes; agentes químicos e biológicos; radiação ultravioleta e ionizante; ruído ambiental; riscos ocupacionais; práticas agrícolas, uso de pesticidas e reutilização de águas residuais; ambientes construídos, habitações e estradas; mudança climática (OMS, 2013).

A exposição a pesticidas e ações e estruturas de saneamento básico precárias ou inexistentes também são apontadas por Radicchi e Lemos (2009, p. 46-48) como situações de risco comumente encontradas na vida cotidiana. Alguns dos problemas ambientais que estão direta ou indiretamente relacionados à saúde humana, citados pelos autores, são: efeito estufa; resíduos; poluição ambiental; crise energética; crise de água e alimentos; destruição da Camada de Ozônio; perda de biodiversidade (2009, p. 21-24).

Viver ou trabalhar em ambientes insalubres, com risco ambiental de vários fatores, contribuiu para mais de 100 doenças ou lesões e causou a morte de aproximadamente 12,6 milhões de pessoas em 2012 (23% das mortes do ano), a maioria delas devido a doenças não transmissíveis, tais como derrames, cânceres e doenças pulmonares crônicas (OMS, 2016; OMS, 2013). Margaret Chan, Diretora Geral da OMS na época, observa que um ambiente saudável é a base da saúde da população, portanto, a adoção de medidas sanitárias nos ambientes em que as pessoas vivem e trabalham é necessária para evitar que milhões a mais de pessoas adoçam e morram prematuramente (em OMS, 2016). Para María Neira, o



investimento urgente em estratégias que diminuam os riscos ambientais pode reduzir significativamente a crescente carga global de doenças cardiovasculares e pulmonares, lesões e cânceres, de modo a aplacar os custos de saúde (citada pela OMS, 2016).

O maior índice de doenças relacionadas ao meio ambiente em 2012 foi nas regiões do Sudeste Asiático e do Pacífico Ocidental, seguida pela região africana, na qual a maior concentração se deu nos países de baixa e média renda, levando em conta todos os tipos de doenças e lesões; entretanto, para doenças cardiovasculares, cânceres e outras doenças não transmissíveis, a morbidade per capita pode ser relativamente alta também em alguns países de alta renda (OMS, 2016). Das mais de 100 categorias de doenças e lesões relacionadas ao meio ambiente, aquelas com as mais altas taxas anuais de morte, da primeira à décima, foram: derrames; doenças isquêmicas do coração; lesões não intencionais (como mortes por acidente de trânsito); câncer; doenças pulmonares crônicas; doenças diarreicas; infecções respiratórias; condições neonatais; malária; lesões intencionais (por exemplo, suicídios) (OMS, 2016).

Os crimes ambientais causam danos à saúde humana e podem ser realizados por indústrias que impactam o solo, o ar ou a água através do descarte inadequado de resíduos, da não utilização adequada de filtros em chaminés e da liberação de produtos em esgotos, córregos ou rios sem tratamento adequado (LIMA, 2018). Os governos de todos os países devem capacitar pessoas qualificadas para estudar e realizar ações que minimizem os impactos ambientais, bem como desenvolver políticas e leis públicas que abordem mais adequadamente os problemas de saúde ambiental (LIMA, 2018).

Algumas das estratégias que melhoram o meio ambiente e previnem doenças são: o uso de combustíveis limpos para preparação de alimentos, aquecimento e iluminação (o que reduz infecções respiratórias agudas, doenças pulmonares crônicas, doenças cardiovasculares e queimaduras); redução de doenças diarreicas, melhorando o acesso à água potável segura, saneamento adequado e promovendo a higiene das mãos; proibir o fumo em determinados lugares, o que reduz as doenças cardiovasculares e as infecções respiratórias ao reduzir a exposição ao fumo passivo; melhorar o trânsito e o planejamento urbano, construir moradias mais eficientes em termos energéticos, reduzir a poluição do ar e incentivar a atividade física (OMS, 2016).

Com isso, a OMS (2016) conclui que é possível analisar como as doenças são afetadas por riscos ambientais, bem como examinar seu impacto sobre a saúde e especificar as regiões e populações mais vulneráveis à morte, doenças e lesões relacionadas ao meio ambiente.



Fatores como consumo inseguro de água, falta de saneamento, poluição do ar e o uso de lenha ou carvão vegetal em residências são mais conhecidos, enquanto a mudança climática e o ambiente construído são menos conhecidos (OMS, 2016). Dito isso, a OMS concorda que muitas melhorias podem ocorrer com o aumento dos investimentos e pesquisas relacionadas a diferentes fatores de risco ambiental.

ECOLOGIA DAS DOENÇAS

A partir da ecologia é possível perceber que vírus, bactérias, parasitas, ratos e humanos nada mais são do que matéria viva competindo com matéria viva e com matéria inerte por sua multiplicação e sobrevivência como indivíduos e espécie (ABAD GÓMEZ, 2012, p. 71). Em relação à sobrevivência da espécie humana, colecionamos sucessos históricos contra os predadores biológicos que nos afetam e estamos até começando a refletir sobre o perigo de converter a vitória sobre nosso ambiente biológico em uma derrota para a espécie, considerando a deterioração do ambiente físico e de alguns ambientes sociais (ABAD GÓMEZ, 2012, p. 71).

Todas as partes da natureza, as atividades humanas e nosso meio ambiente influenciam nosso ser no mundo, o que pode ser visto em inúmeros exemplos, incluindo as consequências da degradação que geramos. A destruição da natureza, para Lambertini (2020, 1), está tendo impactos catastróficos sobre as populações de vida selvagem e sobre a saúde humana e todos os aspectos de nossas vidas. Como o autor aponta, a natureza está diminuindo a um ritmo sem precedentes em milhões de anos, chegando aos seus limites, o que se relaciona à forma como produzimos e consumimos alimentos e energia, e ao desprezo pelo meio ambiente arraigado em nosso modelo econômico atual (LAMBERTINI, 2020, p. 1).

A Comissão de Obesidade *The Lancet* (2019) argumenta que, com as consequências da mudança climática, os ganhos em saúde obtidos nos últimos 50 anos de desenvolvimento econômico global podem ser revertidos nos próximos 50 anos. Ela considera a mudança climática como uma pandemia (epidemia global) por causa de seu rápido crescimento e pelos grandes danos que causa à saúde do planeta, de modo que, num futuro próximo, os efeitos da mudança climática sobre a saúde agravarão consideravelmente os problemas (2019, p. 6). Os outros custos não-monetários observados na publicação, tais como perda de potencial humano, desigualdades sociais, desestruturação social, danos ambientais e perda de biodiversidade, são suficientemente grandes para diminuir os custos econômicos (2009, p. 5). Como é possível observar, os danos já estão ocorrendo.




Altamirano Rua menciona o desenvolvimento das empresas de petróleo, gás e mineração que afeta e afetará a qualidade da água e do ar, atingindo, por sua vez, a saúde da população (2014, p. 55). Da mesma forma: desnutrição como consequência da escassez de alimentos; diminuição da qualidade e quantidade de água devido à deterioração ambiental; doenças pulmonares, respiratórias e oculares como resultado de mudanças bruscas no clima ou nas condições de vida (como a falta de ventilação e o uso de lenha para cozinhar). Essas condições afetam a qualidade de vida e a morbidade e mortalidade, especialmente entre as crianças mais pobres, como quando a disponibilidade de água leva ao início ou à piora da diarreia. Essas condições são agravadas pela falta de serviços de saúde, que, embora não sejam ambientais, também têm influência (ALTAMIRANO RUA, 2014, p. 53).

Ainda sobre a mudança climática, devido ao aquecimento global, as partes mais baixas do mundo começam a aumentar em temperatura média, de modo que as bactérias e micróbios que produzem doenças aumentam e aparecem novas doenças. Altamirano Rua (2014, p. 53-54) explica que isso acontece nos trópicos equatoriais, onde o vírus da dengue se move das partes mais quentes para as partes médias, uma vez que estas passam a ter temperaturas adequadas para sua propagação (ALTAMIRANO RUA, 2014, p. 53-54). Pela mesma razão, doenças típicas das zonas médias começam a se espalhar para áreas de altitude mais alta, assim como roedores (como ratos), e parasitas hematófagos (como pulgas e piolhos), que antes eram abundantes nas partes baixas e agora são evidentes nas partes médias e altas (ALTAMIRANO RUA, 2014, p. 54).

Além do trânsito de patologias e vetores entre regiões geográficas, é essencial observar a migração de vírus para novas espécies. Biólogos e infectologistas, como aponta Marzochi (2020), podem explicar como tantas doenças virais graves, inicialmente zoonoses, afetam periodicamente as populações humanas: o vírus Hendra, originário de morcegos, transmitido pelos cavalos às pessoas na Austrália; Hantavírus e Lassa, que causam febres hemorrágicas e surgiram de roedores; o vírus da febre amarela, que tinha macacos como reservatório; o vírus da influenza, que foi transmitido de aves selvagens para aves domésticas e depois para humanos (gripe aviária), algumas vezes após transformação na passagem de porcos (gripe suína); a hipótese de que o sarampo surgiu de ovinos e caprinos, e o HIV-1 de chimpanzés; um novo vírus, relatado em junho de 2020, da cepa do vírus Influenza, com potencial pandêmico, entre os trabalhadores do matadouro e da indústria suína na China.

Da mesma forma, David Quammen, citado por Sanahuja (2020, p. 32), enfatiza que as zoonoses não são eventos isolados. Elas podem ser vistas como parte de uma sequência ou




padrão de doença que se caracteriza pelo aumento da frequência e do perigo potencial. Dos 1.415 patógenos humanos conhecidos, mais de 60% são de origem zoonótica, uma proporção ainda maior em doenças que surgiram nas últimas décadas. Baseando-se em casos mais antigos, a peste bubônica e a gripe de 1918 - esta última do mesmo grupo (H1N1) que a gripe suína de 2009 - o autor mostra que algumas zoonoses se originam de interações humano-pecuárias, enquanto outras são cada vez mais transferidas da vida selvagem.

Em seguida, a partir de uma saga narrada por Quammen, considerando os casos mais destacados, Sanahuja (2020, p. 32) nomeia: Vírus Machupo na Bolívia (1953-63); vírus Marburg (1967); Lassa (1969); Ebola (1976); HIV-1 (1981) e HIV-2 (1986); Sem Nome (SNV) (1993); Hendra (1994); influenza aviária (1997); Nipah (1998); vírus do Nilo Ocidental (1999); Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS) (2003); gripe suína (H1N1) (2009); síndrome respiratória do Oriente Médio - coronavírus causador da síndrome (MERS-Cov) (2012). Trata-se de um padrão ou sequência que evidencia a importância da interação humana com os animais e, portanto, com seus ecossistemas, convergindo, segundo Quammen, em duas crises: a ecológica e a médico-sanitária (citado por SANAHUJA, 2020, p. 32).

Portanto, a transmissão zoonótica também é assumida como sendo o caso dos coronavírus. Especificamente, de alguns deles; sabe-se, por exemplo, que o SARS-CoV foi transmitido de civets para humanos na China, em 2002, e o MERS-CoV de dromedários para humanos na Arábia Saudita, em 2012, mas há outros coronavírus conhecidos que circulam entre animais que ainda não infectaram humanos (OPAS, 2021). Os morcegos, que também abrigam variações do coronavírus, seriam o reservatório privilegiado para uma grande fração de outros vírus transmissores de doenças, tais como Marburg, Raiva, Ebola, Nipah, Tioman, Melaka, Sars (pneumonia asiática ou Síndrome Respiratória Aguda, já transmitida por Sars-CoV-1) e possivelmente Sars-CoV-2, causador da Covid-19 e sua SARS, embora seja provável que tenha passado para humanos através de outro animal, talvez o pangolim (MARZOCHI, 2020).

Os coronavírus que infectam os animais podem evoluir, fazer as pessoas adoecerem e se tornarem um novo coronavírus humano, como no caso destes três exemplos recentes: SARS-CoV-2, SARS-CoV, e MERS-CoV (CDC, 2020). Ainda não há evidências definitivas para isto, mas as hipóteses da presença do SARS-CoV-2 em humanos apontam para a presença de morcegos e pangolins em algum lugar da cadeia de transmissão (ROJAS ÁNGEL, 2021; ROBERTS, 2021). São parte de um grupo de doenças altamente contagiosas, como explica Marzochi (2020), pois encontram os seres humanos livres de anticorpos.



Em geral, o ambiente de contato de patógenos e populações humanas é influenciado por três fatores causais: a) a desintegração acelerada dos ecossistemas devido à atividade humana; b) a gigantesca esfera de vírus de patógenos parasíticos; c) a crescente tendência desses organismos parasíticos de procurar humanos como hospedeiros, dado seu número e onipresença (SANAHUJA, 2020, p. 32). Delineando essas relações, as diferentes zoonoses são detalhadas por Marzochi (2020) como resultado de: produção e consumo de carne em grande escala; confinamento de grande número de animais em espaços pequenos; consumo excessivo e inadequado ou abordagem de animais selvagens; globalização econômica; invasão humana em territórios onde as espécies animais estão concentradas, incluindo desmatamento e urbanização; crescimento populacional e outras formas de relações abusivas com outras espécies. Da mesma forma, Daszak (citado pelo IPBES, 2020) ilustra o caminho para as pandemias, explicando que as mudanças na forma como usamos o solo, a expansão e intensificação da agricultura, aliados ao comércio, à produção e ao consumo insustentáveis perturbam a natureza e aumentam o contato entre a vida selvagem, a pecuária, os agentes patogênicos e as pessoas.

Portanto, é importante destacar neste contexto as causas da passagem destes vírus para os seres humanos: embora a Covid-19 tenha origem em micróbios transportados por animais, seu aparecimento foi impulsionado inteiramente pelas atividades humanas, sendo, segundo Peter Daszak, as mesmas atividades que impulsionam a mudança climática e a perda de biodiversidade (em IPBES, 2020). Assim, considerando a profunda interconexão entre a saúde das pessoas e o planeta, também a presença do coronavírus na humanidade é um reflexo do impacto de nossas ações sobre a Terra, uma manifestação clara de nossa relação rompida com a natureza (LAMBERTINI, 2020, p. 1).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os seres humanos por vezes se veem como partes separadas da natureza, contudo possuem a natureza representada em si, além de estarem incluídos em um cenário maior. O atual momento histórico e o contexto sociocultural permitem um certo número de intervenções sem precedentes no meio ambiente, que não estão apartadas das consequências, portanto estas intervenções devem ser consideradas com responsabilidade e respeito.

Admitindo que somos parte integrante de um espaço comum, é válido refletir sobre a dimensão ambiental da saúde, implicando aspectos significativos para a sobrevivência e qualidade de vida, tais como proteção, abrigo, saneamento, condições de bem-estar e características naturais. Entretanto, nem sempre são atendidas as necessidades dos diferentes



grupos humanos e gerações futuras, e a relação entre os seres humanos e o meio ambiente continua a gerar consequências para a saúde.

Graças aos avanços relacionados à saúde ambiental, há algumas décadas, reflexões e práticas têm se concentrado em fatores de ameaça ambiental, buscando o bem-estar humano e o desenvolvimento em harmonia com a natureza. O agravamento destes fatores tem consequências cujos impactos, diante do capital e dos avanços científicos e tecnológicos, são frequentemente ignorados ou minimizados por muitas autoridades, por empresários e pela população em geral, repercutindo, dentre outras maneiras, no avanço de patógenos.

Neste sentido, um fator determinante no surgimento de zoonoses (incluindo as que evoluem para surtos, epidemias e pandemias) é a exploração dos animais e do meio ambiente em geral. As doenças decorrentes dos coronavírus, como exemplos de zoonoses, refletem a vulnerabilidade do meio ambiente e o avanço inconsistente da espécie humana sobre os ecossistemas. Estamos sujeitando a natureza a um conjunto de violações que causam danos a várias formas de vida e, conseqüentemente, às populações humanas atuais e futuras, especialmente as mais vulneráveis. Em casos como o da Covid-19, as respostas humanas às causas e conseqüências devastadoras de um vírus nem sempre foram rápidas e eficazes para garantir a saúde, a qualidade de vida e a própria vida de inúmeras pessoas.


Além do especismo e das formas problemáticas de lidar com o solo, a água e o ar, outro fator que precisa de atenção é a desigualdade de oportunidades entre os seres humanos e outras formas de violência perpetradas contra certos grupos. Eles se apresentam como uma ameaça direta imposta pela espécie humana sobre si mesma, produzem diferentes complicações sociais e ecológicas e incorrem em uma via de mão dupla com o enfrentamento do coronavírus, sendo esse um tema para novas publicações.

REFERÊNCIAS

ABAD GÓMEZ, Héctor. **Fundamentos éticos de la salud pública**. Medellín: Universidad de Antioquia, 2012.

AET, Asociación Española de Toxicología. **Glosario de términos toxicológicos**. (Versión española ampliada por M. Repetto y P. Sanz). Sevilla: AET, 1995.

ALTAMIRANO RUA, Teófilo. **Refugiados Ambientales** – Cambio climático y migración forzada. Lima: Fondo Editorial PUCP, 2014.



CDC, Centers For Disease Control and Prevention. Coronavirus – Human Coronavirus Types. In: **Centers for Disease Control and Prevention**. Atlanta, 15 fev. 2020. Disponível em: is.gd/DizNOH. Acesso em: 25 out. 2021.

COLOMBIA. Salud Ambiental. **Ministerio de Salud y Protección Social**. Bogotá, 2021. Disponível em: is.gd/TWYc1x. Acesso em: 25 out. 2021.

COMISSÃO de Obesidade *The Lancet*. **A Sindemia Global da Obesidade, Desnutrição e Mudanças Climáticas** – relatório da Comissão *The Lancet*. São Paulo: Alimentando Políticas, 2019.

FUNASA, Fundação Nacional de Saúde. Saúde Ambiental para Redução dos Riscos à Saúde Humana. **Fundação Nacional de Saúde**, Ministério da Saúde: Brasília, 8 nov. 2020. Disponível em: is.gd/FxlKTt. Acesso em: 24 out. 2021.

IPBES, Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas. **Escapando la “era de las pandemias”**: expertos advierten que se avecinan peores crisis y ofrecen opciones para reducir el riesgo. Bonn: IPBES, 29 oct. 2020, Comunicado de Prensa. Disponível em: is.gd/Dr3VnO. Acesso em: 23 out. 2021.

LAMBERTINI, Marco. Ocho mil millones de razones para proteger la naturaleza. In: **Informe planeta vivo 2020**: Revertir la curva de la pérdida de biodiversidad. Resumen. WWF, eds. R. E. A. Almond, M. Grooten y T. Petersen. Gland: WWF, 2020.

LIMA, Ana Marina Martins de. Definição de Saúde Ambiental. **Ambiente do Meio**, 2018. Disponível em: is.gd/ypNKBH. Acesso em: 25 out. 2021.

MARZOCHI, Samira Feldman. A velha sociologia pós-pandêmica. **Boletim Coletividades** – Sociologia na Pandemia, 13. São Carlos: PPGS – UFSCar, 10 jul. 2020. Disponível em: is.gd/Myvagx. Acesso em: 27 out. 2021.


OMS, Organización Mundial de la Salud. Informe de la Comisión de Salud y Medio Ambiente de la OMS. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 148, 1994. Disponível em: is.gd/mKEXs6. Acesso em: 25 out. 2021.

OMS, Organización Mundial de la Salud. Impacto del Medio Ambiente en la Salud ¿Cuál es el Panorama General?. **Organización Mundial de la Salud**, #EnvironmentalHealth, Ginebra, 2013. Disponível em: is.gd/Roh3Xv. Acesso em: 27 out. 2021.

OMS, Organización Mundial de la Salud. Cada año mueren 12,6 millones de personas a causa de la insalubridad del medio ambiente. **Organización Mundial de la Salud**, Ginebra, 15 mar. 2016, Comunicado de prensa. Disponível em: is.gd/COi72O. Acesso em: 28 out. 2021.

OMS, Organización Mundial de la Salud. Manifiesto de la OMS a favor de una recuperación saludable de la COVID-19 – Recomendaciones para una recuperación de la COVID-19 saludable y respetuosa con el medio ambiente. **Organización Mundial de la Salud**, Ginebra, 26 maio 2020. Disponível em: is.gd/2U3tG4. Acesso em: 25 out. 2021.

OMS, Organización Mundial de la Salud. Salud ambiental. **Organización Mundial de la Salud**, Ginebra, 2021. Disponível em: is.gd/79zN8x. Acesso em: 29 out. 2021.



OPAS, Organização Pan-Americana da Saúde. Folha informativa COVID-19 – Escritório da OPAS e da OMS no Brasil. **OPAS/OMS** | Organização Pan-Americana da Saúde, Washington D.C., 12 fev. 2021. Disponível em: www.paho.org/pt/covid19. Acesso em: 28 out. 2021.

OPS, Organización Panamericana de la Salud. Orientaciones estratégicas y prioridades programáticas para la organización panamericana de la salud en los cuatrienios 1991-1994 y 1995-1998. **Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud**, Washington D.C., 27 jun./1 jul. 1994. Disponível em is.gd/FmHFU1. Acesso em: 27 out. 2021.

ORDÓÑEZ, Gonzalo A. Salud ambiental: conceptos y actividades. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 7, n. 3, p. 137-147, 2000. Disponível em: is.gd/Yde4yW. Acesso em: 28 out. 2021.

RADICCHI, Antônio Leite Alves; LEMOS, Alysson Feliciano. **Saúde ambiental**. Belo Horizonte: Nescon/UFMG, Coopmed, 2009. Disponível em: is.gd/ppK0yo. Acesso em: 26 out. 2021.

RIOJAS-RODRÍGUEZ, Horacio; SCHILMANN, Astrid; LÓPEZ-CARRILLO, Lizbeth; FINKELMAN, Jacobo. La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras. **Salud Pública de México**, v. 55, n. 6, p. 638-649, 2013. Disponível em: is.gd/RNFKdQ. Acesso em: 24 out. 2021.

ROBERTS, Michelle. Tarea complicada. In: Coronavirus en China: 4 datos sobre el origen de la pandemia revelados por la OMS tras su misión en Wuhan, **BBC News Mundo**, Londres, 9 fev. 2021. Disponível em: is.gd/izQJJ1. Acesso em: 28 out. 2021.

ROJAS ÁNGEL, César. Equipo de la OMS presenta conclusioness en Wuhan: no hay claridad sobre el origen del brote. **France 24**, Issy-les-Moulineaux / Bogotá, 9 fev. 2021. Disponível em: is.gd/XYNFRn. Acesso em: 28 out. 2021.

SANAHUJA, José Antonio. COVID-19: riesgo, pandemia y crisis de gobernanza global. In: MESA, Manuela (coord.). **Riesgos globales y multilateralismo: el impacto de la COVID-19**. Madrid: CEIPAZ, 2020. Disponível em: is.gd/GNTgfl. Acesso em 24 out. 2021.

SIMAS, J.; BUTTER, M. **Equidad de género y salud ambiental**. Cambridge: Organización Panamericana de la Salud / Harvard Center for Population and Development Studies, 2002.



CAPÍTULO 26

AVALIAÇÃO DA REPRODUÇÃO DA ESPÉCIE *EISENIA FÉTIDA* (SAVIGNY, 1826) NO PROCESSO DE VERMICOMPOSTAGEM

Liciane Oliveira da Rosa
Karine Fonseca de Souza
Carolina da Silva Gonçalves
Tiffany Manolela de Souza
Zilda Diani da Rosa Leal
Rubiane Buchweitz Fick
Luciara Bilhalva Corrêa
Érico Kunde Corrêa


RESUMO

A geração excessiva de resíduos sólidos urbanos, em destaque os de origem orgânica, produz uma série de impactos ambientais negativos, quando dispostos de maneira inadequada. Sendo assim, a vermicompostagem surge como uma alternativa para a destinação e o reaproveitamento correto desse material. A vermicompostagem tem como subproduto gerado o vermicomposto, um ótimo adubo natural oriundo da degradação de matéria orgânica, proveniente da ação de anelídeos que potencializam a geração do húmus. O presente trabalho buscou avaliar a reprodução das minhocas da espécie *Eisenia Fétida* em um laboratório de resíduos sólidos de uma Instituição de Ensino Superior - IES, com a finalidade de utilizá-las como indicativa de toxicidade de um adubo orgânico resultante do processo de vermicompostagem de resíduos orgânicos domésticos. Para a realização do estudo, foram utilizadas duas vermicomposteiras de 10 litros, preenchidas com resíduos de frutas, legumes e adubo maturado. Em seguida, foram adicionadas 40 minhocas da espécie *Eisenia Fétida* adultas e cliteladas em cada vermicomposteira, onde foi realizado o monitoramento do procedimento e mensurada a temperatura interna do meio. Depois de um período de 60 dias, as temperaturas, durante o processo, foram analisadas e os resultados obtidos foram satisfatórios. O número de minhocas obteve um crescimento exponencial ao longo dos dias e a temperatura ficou dentro da média para o processo de vermicompostagem: na faixa de 24°C a 28°C. Em síntese, verificou-se que o composto utilizado propiciou condições favoráveis para o aumento da densidade de minhocas e não indicou possíveis riscos ambientais ou poluentes aos organismos, um indicativo de que o material pode ser utilizado como uma alternativa prática e sustentável para a adubagem e o reaproveitamento de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Vermicompostagem; Resíduos; Minhocas.

INTRODUÇÃO

Toda ação humana gera resíduos, por isso a existência deles é algo que caminha em paralelo com as atividades de diversos setores. A variabilidade dos resíduos produzidos em todas as atividades das sociedades pode ser classificada de acordo com sua origem: doméstica, comercial e rural (LAGO; ELIS; GIACHETI, 2006). Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos



(ABRELPE, 2020), entre os anos de 2010 e 2019, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil registrou um grande aumento, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas anualmente, enquanto a geração per capita aumentou de 348 kg/ano para 379 kg/ano.

De acordo com o Panorama da ABRELPE (2018), mais de 50% dos resíduos gerados nos municípios brasileiros são de origem orgânica. Essa geração está associada com o aumento do consumo, da urbanização e do desenvolvimento econômico. Os resíduos, quando dispostos de forma errônea, acabam causando todo tipo de poluição; do solo, da água e do ar (GHINEA et al., 2018). Em um espaço de tempo de uma década, a quantidade de resíduos que segue para unidades inadequadas, como lixões e aterros, passou de 25 milhões de toneladas por ano para pouco mais de 29 milhões de toneladas por ano (ABRELPE).

Diante dessa realidade, foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) instituída pela lei 12.305/2010, que apresenta como um de seus objetivos a seguinte ordem de prioridade: “Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010).

Em complemento, a referida lei traz em seu art. 3º inciso VIII que só podem ser enviados para o aterro sanitário os rejeitos. De acordo com o inciso XV da mesma política, são os “resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada” (BRASIL, 2010).

Uma das alternativas para o tratamento dos resíduos orgânicos prevista pela PNRS é a implantação de um sistema de compostagem e posterior articulação com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido (BRASIL, 2010). A compostagem é um tratamento que ocorre de forma aeróbica e transforma a Matéria Orgânica (MO) através da ação de microorganismos decompositores, enquanto a vermicompostagem usa animais anelídeos para converter a MO em húmus. Ambas as alternativas permitem o enriquecimento do composto transformando em adubo de origem natural, aumentando a disponibilização de nutrientes de forma economicamente viável e ambientalmente sustentável (COTTA et al., 2015).

A vermicompostagem ainda pode ser descrita como um processo microbiológico de degradação da matéria orgânica, por meio da ação de minhocas e microorganismos aeróbios que potencializam a geração do húmus ricos em nutrientes (SOUZA; CARVALHO; ROCHA, 2020).



A minhoca da espécie *Eisenia fetida* é a mais utilizada no Brasil no processo de vermicompostagem, reciclando todo o tipo de matéria orgânica, vegetal e dejetos. Quando adulta, mede entre 2,3 e 13 cm de comprimento, tem cerca de 1,5g de peso, e 50 a 55 dias após a saída do casulo está apta a se reproduzir (FADAEE, 2012). Além disso, essa espécie se destaca pela alta taxa de reprodução e por se alimentar de uma ampla variedade de matéria orgânica.

Por serem animais hermafroditas incompletos, precisam do respectivo parceiro para o acasalamento. Após a cópula, que ocorre geralmente à noite e à superfície do solo ou dos resíduos, deposita um casulo a cada 2-3 dias que, 46 dias após a eclosão, pode originar 2 a 3 minhocas recém-nascidas. Assim, a população de minhocas pode duplicar a cada 90 dias (LOURENÇO; COELHO, 2012).

A vermicompostagem tem como subproduto gerado o vermicomposto, um adubo natural de excelente qualidade. O vermicomposto, formado a partir de excrementos das minhocas junto com a matéria orgânica não ingerida, atua como fertilizante, substrato e corretivo orgânico para ser aplicado no solo para plantações e em vasos. O vermicomposto possui pH neutro ou perto da neutralidade, possui alta porosidade e capacidade de retenção de água que contém muitos nutrientes em formas que são rapidamente absorvidos pelas plantas (DOMÍNGUEZ, 2004).

As minhocas têm uma grande importância para o meio ambiente e podem ser utilizadas como bioindicadores na realização de testes ecotoxicológicos, por isso a presença e reprodução delas no ambiente pode auxiliar na determinação das concentrações de poluentes em organismos como bioindicadores-sentinelas, fornecendo informações sobre a biodisponibilidade dos poluentes e o padrão de contaminação (BEEBY, 2001, NICHOLSON; LAM, 2005).

Ademais, o potencial bioindicativo de organismos dos níveis tróficos mais baixos, como as minhocas, têm sido crescentemente analisados a fim de avaliar os possíveis perigos ambientais associados com a transferência e biomagnificação dos poluentes ao longo dos diferentes níveis alimentares (VASSEUR; COSSU-LEGUILLE, 2006).

Segundo a ISO (1993), as minhocas são os organismos mais adequados para avaliação de risco no solo, através dos bioensaios. A *Eisenia fetida* é uma espécie recomendada pelas normas ISO, OECD, ABNT entre outras, devido a sua utilização nos testes padronizados pelas mesmas, e, além disso, pode ser facilmente cultivada em laboratório, o que facilita a sua utilização e a implantação dos testes de ecotoxicidade (CHINI, 2014).



O objetivo do trabalho foi avaliar a reprodução das minhocas da espécie *eisenia fetida* como indicativa de toxicidade de um adubo orgânico oriundo do processo de vermicompostagem de resíduos orgânicos domésticos.

METODOLOGIA

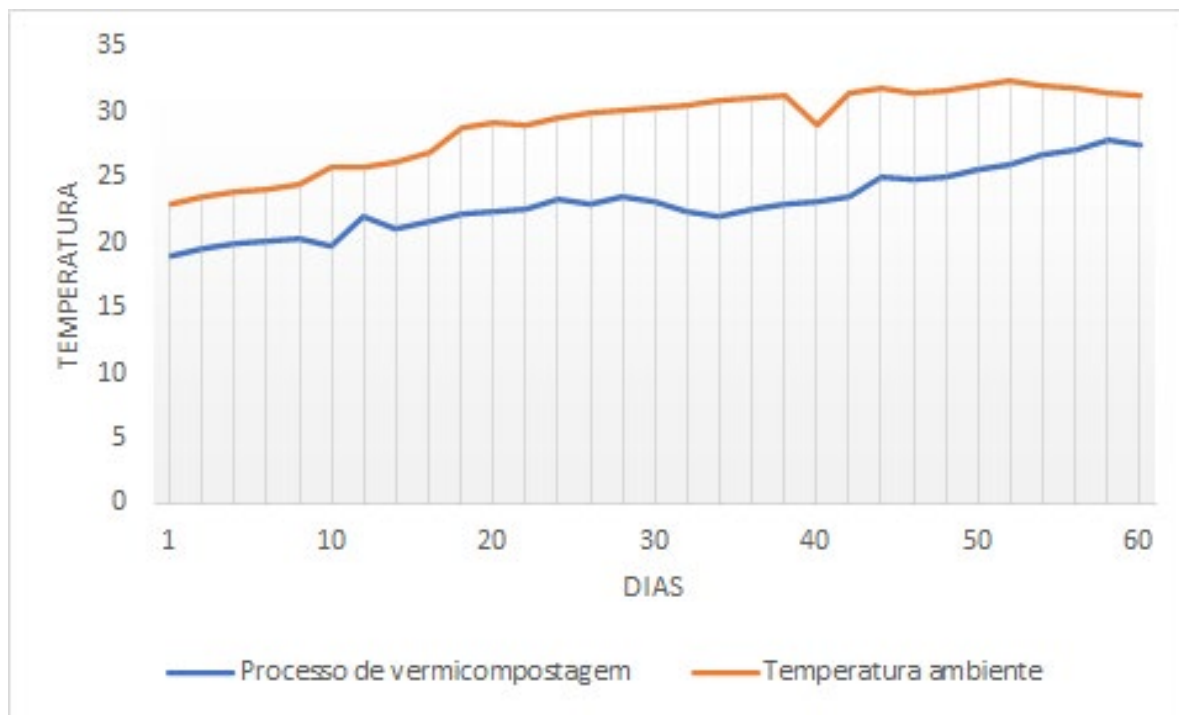
O estudo foi realizado em um laboratório de resíduos sólidos de uma Instituição de Ensino Superior - IES. Para confecção das vermicomposteiras utilizou-se duas caixas plásticas de 15L. Uma camada de adubo orgânico com cerca de 5 cm de espessura (1kg) foi depositada no fundo de cada vermicomposteira e depois coberta com 8 kg de resíduos orgânicos (legumes e frutas) cortados em fragmentos menores, cerca de 5 cm para reduzir seu tamanho. E, por fim, mais uma camada de 5 cm de espessura (1kg) de adubo orgânico. Após o preenchimento das vermicomposteiras com os resíduos, foram adicionadas 40 minhocas em cada vermicomposteira da espécie *Eisenia Fétida* adultas e cliteladas (LOURENÇO, 2014).

Posteriormente à fase de montagem das vermicomposteiras, foi realizado o monitoramento do processo. A temperatura interna foi mensurada através de um termômetro digital em três pontos de cada vermicomposteira. Depois de decorrido o tempo de execução do experimento, foi realizada a contagem da reprodução das minhocas existentes em bandeja plástica. As minhocas foram separadas manualmente, classificando as mesmas em duas populações, correspondentes à categoria de indivíduos jovens e adultos (FARIAS, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Temperatura

Ao longo dos 60 dias, a temperatura ficou dentro da média para o processo de vermicompostagem (Figura 1) sendo o dia 59 com a maior registrada de 27,9°C. Resultado similar com a pesquisa de Silva et al., (2019), que utilizou os resíduos orgânicos gerados em residências na cidade de Goiânia - GO, neste trabalho as temperaturas ficaram na faixa de 24°C a 28°C.

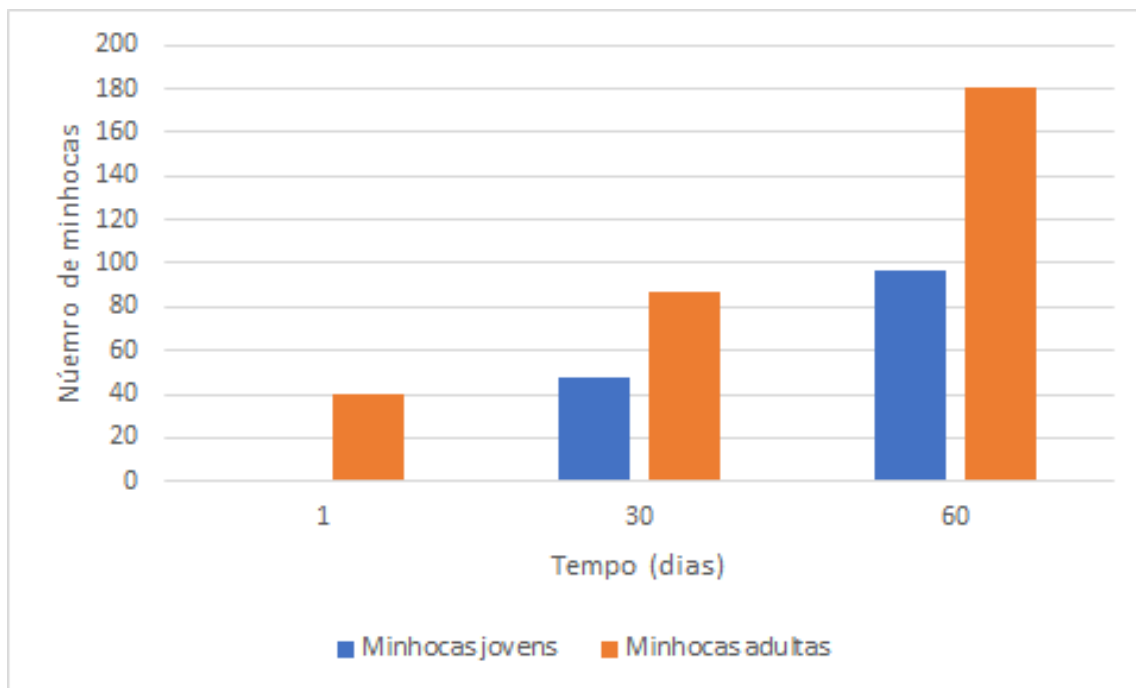


Fonte: autores

A eficiência do processo está associada a diversos parâmetros, sendo a temperatura um dos principais fatores de acompanhamento do desenvolvimento da vermicompostagem (REIS, 2005). Na vermicompostagem é fundamental que a temperatura não ultrapasse a quantidade de 35°C, pois em ambiente natural as minhocas vivem em uma estreita camada abaixo da superfície, com temperaturas amenas. Assim, temperaturas acima desse valor podem gerar um ambiente hostil para as minhocas interferindo no seu desenvolvimento e podendo causar morte de indivíduos (DOMÍNGUEZ, 2004).

Reprodução das minhocas

Ao longo dos 60 dias, o número de minhocas na vermicomposteira, que era inicialmente de 40 indivíduos em idade adulta, teve alteração se elevando em função do processo de reprodução, como é possível observar através da figura 2.



Fonte: autores

A reprodução dos indivíduos inseridos na vermicomposteira apresentou um crescimento exponencial ao longo dos dias. Inicialmente, no primeiro dia, havia 40 minhocas, passando para mais que o dobro de indivíduos adultos, apresentando também indivíduos jovens, aos 30 dias de processo. Ao final, chegou-se aos 60 dias de tratamento com 180 indivíduos adultos e 95 jovens. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Reinecke e Kriel (1981), os quais também avaliaram a influência da temperatura na reprodução de minhocas *Eisenia Fétida*.

Estima-se que a espécie *Eisenia Fétida*, em idade adulta, é capaz de gerar um casulo a cada 5 dias, esses casulos posteriormente vão dar origem de 3 a 6 indivíduos, apresentando, portanto, uma alta taxa de reprodução (QUINTELA, 2014). Na natureza, a produção de casulos por *Eisenia Fétida* parece continuar ao longo do ano, porém, a sua magnitude difere de temporada para temporada e é altamente dependente das condições ambientais (REINECKE; KRIEL, 1981).

De acordo com os experimentos-piloto realizados durante o estudo de Reinecke e Kriel (1981), a produção de casulos não é visivelmente afetada por mudança nas condições de umidade do solo dentro de limites bastante amplos. No entanto, a temperatura parece desempenhar um papel muito mais importante nessa produção.

Os autores observaram uma diferença altamente significativa na produção de casulos entre uma temperatura constante de 20°C e uma temperatura média de 20°C que oscilou



diurnamente entre 12 e 28 °C. Já a produção máxima de casulos foi obtida a 25°C com cada verme produzindo um casulo a cada dois dias. A investigação também mostrou que a temperatura influencia o número de filhotes por casulo. A uma temperatura de 25 °C, menos vermes eclodiram por casulo do que a 20 °C (REINECKE; KRIEL, 1981).

Em um experimento semelhante ao realizado neste trabalho, Vodounnou et al. (2016) avaliaram os efeitos de resíduos de animais e compostos vegetais no crescimento e produção de minhocas *Eisenia Fétida* e chegaram a conclusão de que esses dois fatores dependem também da qualidade bioquímica dos substratos, além da disponibilidade e facilidade para usar os seus nutrientes.

Por sua vez, o experimento realizado por Biabani et al. (2018) para avaliar a eficiência de reprodução de *Eisenia Fétida* durante a vermicompostagem de materiais orgânicos, revelou resultados significativamente diferentes dependendo do substrato utilizado, indo de acordo com o proposto por Vodounnou et al. (2016).

Através dos atributos biológicos, os substratos obtidos como produtos da vermicompostagem têm atuado de forma eficiente no crescimento e reprodução de minhocas e, conseqüentemente, na biomassa microbiana (MORAIS, 2019). Para a reprodução das minhocas, além do tempo, o resíduo a que são expostas possui efeito sobre o total de indivíduos, quando não há morte ou fuga dos mesmos, é um indicativo de que o material é benéfico à espécie (SANTOS et al., 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da reprodução das minhocas da espécie *Eisenia Fétida* como indicativa de toxicidade do vermicomposto proveniente de resíduos sólidos domésticos é alternativa viável para a consideração da fitotoxicidade da matéria orgânica, não havendo morte ou redução do número de minhocas no período de estudo. O composto apresentou maior quantidade total de minhocas adultas ao final de 60 dias de tratamento e não houve elevação da temperatura acima da média estabelecida na literatura, fator que desempenha um papel importante na produção de casulos.

Considerando os resultados positivos em relação à reprodução da espécie em estudo, verificou-se que os resíduos orgânicos domésticos utilizados propiciaram condições favoráveis para o aumento da densidade de minhocas e não evidenciaram possíveis riscos ambientais ou poluentes aos organismos, um indicativo de que o material pode ser utilizado como uma alternativa prática e sustentável para a adubagem e o reaproveitamento de resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduo Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018**. São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/download-panorama-2018-2019/>> Acesso em: 11 ago 2021.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduo Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. São Paulo, 2020. Disponível em: <<https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>> Acesso em: 11 ago 2021.

BRASIL, **Lei N. 12.305/2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. Brasília: 2010. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm> Acesso em: 11 ago 2021.

BEEBY, A. What do sentinels stand for? **Environmental Pollution**. v.112, p.285-298. 2001.

BIABANI, A.; CARPENTE, L., GHOLIZADEH, A., VAFAIE-TABAR, M., OMARA, M. O. Reproduction efficiency of *Eisenia foetida* and substrate changes during vermicomposting of organic materials. **Compost. Science & Utilization**, v. 26, n. 3, p. 209-215, 2018.

CHINI, Priscila. **Uso de minhocas da espécie *Eisenia fetida*, como bioindicadoras em solos contaminados com agrotóxicos**. 2014. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2014.

COTTA, J. A. O.; CARVALHO. N. L. C.; BRUM, T. S.; REZENDE. M. O. O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**. Rio de Janeiro. v.20, n.1, jan/mar. 2015.

DOMÍNGUEZ, J. State-of-the-Art and New Perspectives on Vermicomposting Research. **Earthworm Ecology**, [S.L.], p. 401-424, 29 mar. 2004.


FARIAS, José Ray Martins. **Reprodução de minhocas em diferentes substratos orgânicos e a percepção de agricultores familiares sobre a minhocultura**. 2017. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2017.

GHINEA, C; APOSTOL, L. C.; PRISACARU, A. E.; LEAHU, A. Development of a model for food waste composting. **Environmental Science And Pollution Research**, v. 26, n. 4, p. 4056-4069, 15 dez. 2018.

ISO. International organization for standardization. **Soil quality – Effects of pollutants on earthworms (*Eisenia fetida*) – Part 1: determination of acute toxicity using artificial soil substrate**. ISO 11268-1. Geneva,1993.

LAGO, A. L.; ELIS, V. R.; GIACHETI, H. L. Aplicação Integrada de Métodos Geofísicos em uma Área de Disposição de Resíduos Sólidos Urbanos em Bauru-SP. **Revista Brasileira de Geofísica**, v. 24, n.3, 2006.

LOURENÇO, N.M. Manual de Vermicompostagem e Vermicultura para a Agricultura Orgânica. São Paulo: Publindústria, p. 219, 2014. **Ministério do Meio Ambiente. Cepagro**.



Sesc/SC. Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos. 2017 Disponível em: <https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem-ManualOrientacao_MMA_2017-06-20.pdf> . Acesso em: 18 fev 2020.

LOURENÇO, N.; COELHO, I. **Vermicompostagem nas escolas**: manual prático do professor. 1. ed. Lisboa (POR): Sítio do Livro, 2012.

MORAIS, F.; M.; S. **REPRODUÇÃO E CRESCIMENTO DE MINHOCAS E BIOMASSA MICROBIANA EM SUBSTRATOS**. 2019. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019.

NICHOLSON, S.; LAM, P. K. S. Pollution monitoring in Southeast Asia using biomarkers in the mytilid mussel *Perna viridis* (Mytilidae: Bivalvia). **Environment International**. v.31, p.212-132. 2005.

OLIVEIRA, E.M.; COSTA, F. X.; COSTA, C. C. **Reprodução de minhoca (*Eisenia foetida*) em diferentes substratos**. Caatinga (Mossoró,Brasil), v.21 n.5 (Número Especial), p.146-150, dezembro de 2008.

QUINTELA, L. S. **Avaliação do processo de vermicompostagem doméstica para tratamento da parcela orgânica dos resíduos sólidos domiciliares**. 2014. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

REINECKE, A. J.; KRIEL, J. R. Influence of temperature on the reproduction of the earthworm *Eisenia foetida* (Oligochaeta). **African Zoology**, v. 16, n. 2, p. 96-100, 1981.

REIS, Mariza Fernanda Power. **Avaliação do processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos**. 2005. 239 f. Tese (Doutorado) - Curso de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

SANTOS, L. S.; SOUZA, M. A.; SOUZA, A. I. A. F.; RODRIGUES, M.; CRUZ, W. P. Reprodução e sobrevivência de *Eisenia andrei* sob diferentes resíduos agroindustriais. **Revista de Ciências Agrárias**. v. 62. 2019.

SOUZA, J. N.; CARVALHO, B. A. F.; ROCHA, A.M. Uso dos resíduos orgânicos domésticos em vermicompostagem. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 15, n. 2, p. 160-167, 1 abr. 2020.

VASSEUR, P.; COSSU-LEGUILLE, C. Linking molecular interactions to consequent effects of persistent organic pollutants (POPs) upon populations. **Chemosphere**. v.62, p.1033-1042. 2006.

VODOUNNOU, D. S. J. V., KPOGUE, D. N. S., TOSSAVI, C. E., MENNSAH, G. A., FIOGBE, E. D. Effect of animal waste and vegetable compost on production and growth of earthworm (*Eisenia fetida*) during vermiculture. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 87-92, 2016.



CAPÍTULO 27

AVALIAÇÃO DA GERAÇÃO FOTOVOLTAICA FLUTUANTE EM RESERVATÓRIOS DE USINAS HIDRELÉTRICAS

DOI: 10.47402/ed.ep.c202296827115

Victor Antonio Maciel
Raimundo Celeste Ghizoni Teive

RESUMO

A redução dos níveis de precipitação pluviométrica cada vez mais intensa no País, aliada ao crescimento da carga do sistema, nos obriga, enquanto pesquisadores, a buscar soluções eficientes para a matriz energética nacional, procurando encontrar soluções viáveis de complementaridade para a energia hidrelétrica, que responde atualmente por 63,1% da capacidade instalada do sistema brasileiro. O objetivo deste estudo então foi avaliar a implementação de um sistema fotovoltaico flutuante em um reservatório de usina hidrelétrica. A estratégia é combinar uma fonte intermitente solar com uma usina hidrelétrica, afim de estabilizar flutuações de geração, além de aproveitar a rede de transmissão e subestação já existentes. Deste modo, o sistema fotovoltaico irá trabalhar como uma fonte complementar à usina hidrelétrica, operando de forma híbrida, resultando em uma estabilidade maior na cota do reservatório e uma maior segurança energética. Nos períodos ensolarados é priorizado a geração solar, enquanto que nos outros períodos a geração hidrelétrica é acionada. O estudo de caso foi feito com dados da usina hidrelétrica de Salto Santiago. O software escolhido para as simulações do projeto foi o PVsyst, o qual foi utilizado para o projeto fotovoltaico. Neste projeto, foram utilizados dados reais de operação da usina, valores comerciais do sistema fotovoltaico e dados estimados de irradiação solar do local onde a usina está instalada. Resultados preliminares apontam que a geração solar flutuante, operando de forma conjunta com a usina hidrelétrica, é tecnicamente viável, além de apresentar um *payback* inferior a 10 anos, sendo que a operação da usina seria de pelo menos 25 anos. No caso estudado, com valores reais de operação da usina de Salto Santiago, de julho a dezembro de 2020, observou-se que esta solução poderia apresentar ao final do ano um aumento de 3,9 metros do nível do reservatório, ocupando pouco mais de 5,6% da área do reservatório.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema solar flutuante. Geração híbrida. Fonte de energia renovável.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as regiões Sudeste e Centro-Oeste vêm sofrendo com o baixo nível de água nos reservatórios. Em particular, o ano de 2021 tem sido o mais crítico com relação à baixa precipitação pluviométrica. Segundo especialistas o país atravessa a pior crise hidrológica dos últimos 90 anos (ONS, 2021).

Algumas ações estão sendo elaboradas pelo governo federal e por órgãos do setor, para minimizar os efeitos da falta de água para produção de energia hidrelétrica. Entre as ações, destacam-se o aumento da geração térmica, a importação de energia da Argentina e do Uruguai,



além de campanha de uso consciente da energia (ONS, 2021). Entretanto, o racionamento de energia elétrica não está descartado, tendo uma grande probabilidade de ocorrer.

Além das ações de curto prazo para compensar a redução atual da produção de energia proveniente das hidrelétricas, é importante que se pense ações de médio e longo prazo, para que no futuro o Brasil não passe por uma crise energética como esta. Neste sentido, a implantação de usinas solar flutuante nos reservatórios das hidrelétricas surge como uma alternativa viável para otimizar o uso dos recursos hídricos. A geração de energia solar flutuante irá funcionar de forma complementar à usina hidrelétrica, utilizando toda a sua infraestrutura elétrica de conexão à rede, subestação e linha de transmissão; economizando a água do reservatório durante o dia.


Analisando alguns trabalhos já realizados na área de usina solar flutuante, é possível identificar outras vantagens destes sistemas:

- Como as placas solares ficam próximas ou até mesmo em contato com a água, o sistema fotovoltaico flutuante possui o benefício de resfriamento dos módulos utilizados nestas instalações, levando assim a uma melhora da sua eficiência (SACRAMENTO, 2015).
- A possibilidade de redução da evaporação, deixando mais água no reservatório, permitindo assim uma maior geração de energia pela usina hidrelétrica (BAHAIDARAH, 2013).
- A redução no crescimento de algas devido à diminuição de penetração da luz na água, que conseqüentemente impossibilita a fotossíntese desse tipo de vegetação (TRAPANI; SANTAFÉ, 2014).

Como descrito anteriormente, o sistema fotovoltaico flutuante apresenta inúmeras vantagens quando utilizado em reservatórios de hidrelétricas. Porém, os ganhos energético e econômico deste tipo de arranjo precisam ser quantificados e analisados para que esta alternativa possa ser considerada como viável. Neste sentido, este artigo apresenta um estudo realístico de implantação da geração solar flutuante no reservatório de uma usina hidrelétrica, focando-se nos aspectos técnicos e econômicos de sua implantação. O estudo de caso será feito com dados da usina de Salto Santiago.

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A geração de energia elétrica por meio de placas fotovoltaicas é de forma direta, onde as células fotovoltaicas transformam a energia solar em elétrica, em corrente contínua, sem emitir gases poluentes. O módulo fotovoltaico é formado por células fotovoltaicas, associadas



eletricamente e instaladas em uma estrutura, sendo este é modelo disponível comercialmente que produz energia de forma independente (UCZAI, 2012).

Quando se trata de fonte renovável e de baixo impacto ambiental, a energia solar fotovoltaica é uma das fontes de maior expansão no mundo. No Brasil este crescimento da energia solar fotovoltaica também tem sido expressivo nos últimos anos. Para o ano de 2021 a Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) efetuou uma projeção de acréscimo de 4,9 GW em potência instalada de energia solar fotovoltaica no país, um aumento de 68% em relação ao acumulado até o fim de 2020 (ABSOLAR, 2021).

Entretanto, se levarmos em consideração que o Brasil possui uma localização geográfica privilegiada, próxima a linha do Equador, permitindo uma incidência verticalizada dos raios solares, colocando o país em um grande potencial de aproveitamento solar (AHLERT, 2017); a utilização da energia fotovoltaica deveria ser muito mais intensa. Outro fator potencializador do uso deste tipo de geração são as reservas de quartzo do País, as quais poderiam ser destinadas a produção de silício, matéria prima de células fotovoltaicas (NASCIMENTO, 2017). Ou seja, o Brasil tem um potencial inexplorado para a geração solar fotovoltaica.

Sistema solar ON-GRID

O sistema *on-grid* é um sistema de geração de energia fotovoltaica interligada na rede pública. Este sistema é caracterizado por não possuir um dispositivo de armazenagem de energia, pois a energia gerada tem dois possíveis destinos: a geração vai para a carga que está diretamente conectada na placa, ou será inserida na rede de distribuição.

No Brasil é definido um sistema de compensação tarifário através da resolução ANEEL nº 687/2015, conhecido como *Net Metering*. A resolução da ANEEL rege que quando a energia gerada é superior ao consumo, o excedente é injetado na rede elétrica da concessionária e são gerados créditos (ANEEL, 2015) para o consumidor. Caso o consumo seja maior do que a energia gerada, o relógio bidirecional irá registrar apenas a diferença ou se utilizará dos créditos acumulados. Dessa forma, o sistema *on-grid* se apresenta como uma fonte complementar ao sistema elétrico da concessionária (CALDAS; MOISÉS, 2016).

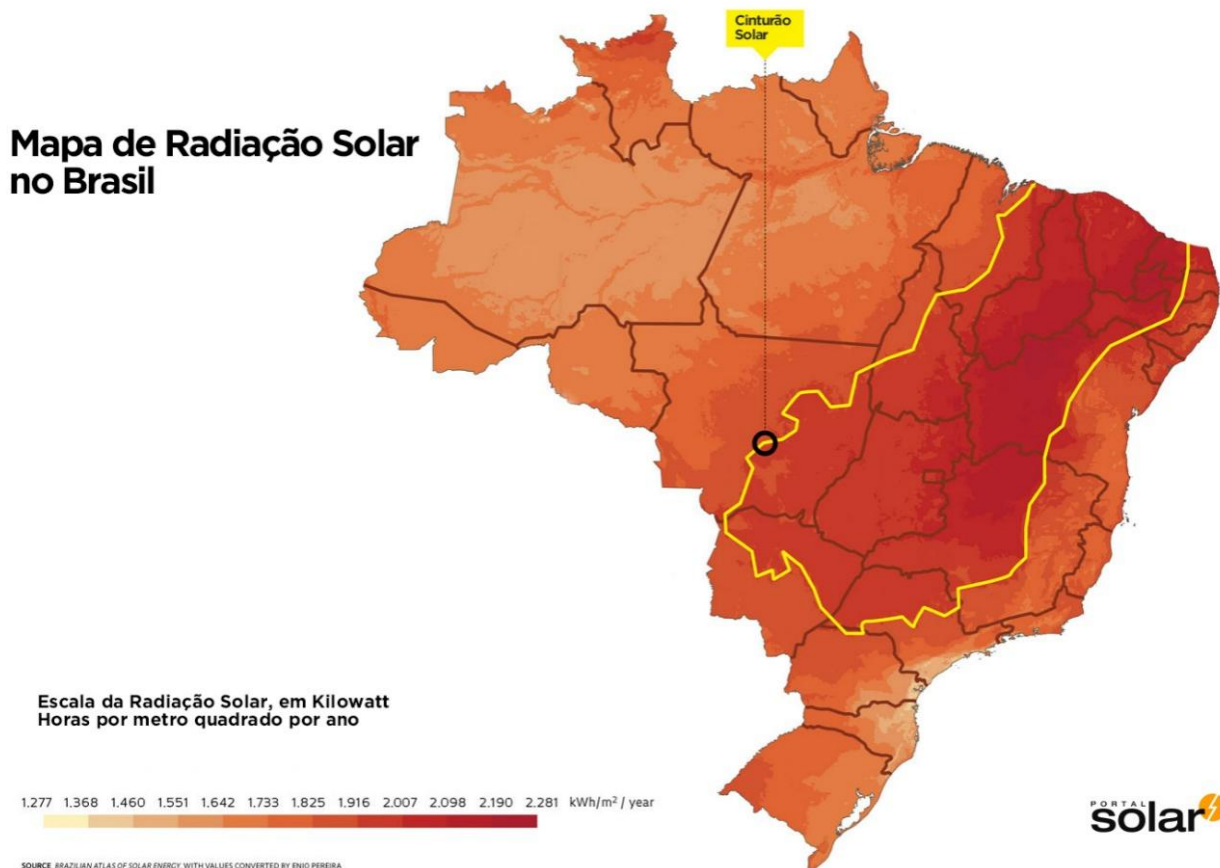
Mapa de radiação solar no brasil

O Brasil possui um enorme potencial energético no setor solar, pois está localizado em uma posição geográfica privilegiada, tendo uma alta incidência de raio solares, especialmente na parte norte e nordeste do país.



A Figura 1 mostra o mapa da radiação média solar em território brasileiro. As áreas mais escuras apontam as regiões com maiores índices de irradiação solar, já as regiões mais claras denotam os piores índices, os valores são obtidos através da relação entre a maior média e menor variabilidade.

FIGURA 1 - MAPA DA RADIAÇÃO SOLAR NO BRASIL




A média anual de irradiação solar no Brasil possui uma boa uniformidade, com índices de irradiação muito maiores que países que utilizam energia solar em grande escala, como a Alemanha, por exemplo (INPE, 2017).

Nos últimos anos o setor solar vem crescendo muito, isso se deve aos incentivos feito em todo o mundo para a instalação de sistemas fotovoltaicos, tendo um crescimento significativo nesse mercado. Porém, considerando a grande quantidade de irradiação solar na Terra, a sua captação para a geração de energia ainda é pouco aproveitada.

Sistema solar flutuante

O sistema solar flutuante é um arranjo fotovoltaico instalado sobre a superfície de um espelho d'água, como lagos, lagoas, reservatórios, canais, barragens e oceanos. Por se tratar de



uma tecnologia recente, ainda está em desenvolvimento e estudo, não existindo uma definição final sobre os formatos a ser implantado.

A diferença dos custos de investimento em relação ao sistema fotovoltaico convencional em solo está na estrutura flutuante, na amarração e ancoragem e cabos elétricos. Os módulos utilizados nos dois tipos de sistema não diferem.

A usina solar flutuante surge como uma **alternativa para a matriz energética Brasileira, pois possui benefícios** em relação a usina terrestre, mas que ainda é pouco explorada. Por se tratar de uma tecnologia recente os arranjos fotovoltaicos flutuantes ainda estão em desenvolvimento e estudo.

Portanto, “não existe uma definição final sobre os formatos, configurações ou materiais mais apropriados para os flutuadores, bem como qual o melhor arranjo dos painéis, os quais operarão sobre oscilações constantes [...]” (JUCÁ, 2017, p. 13).

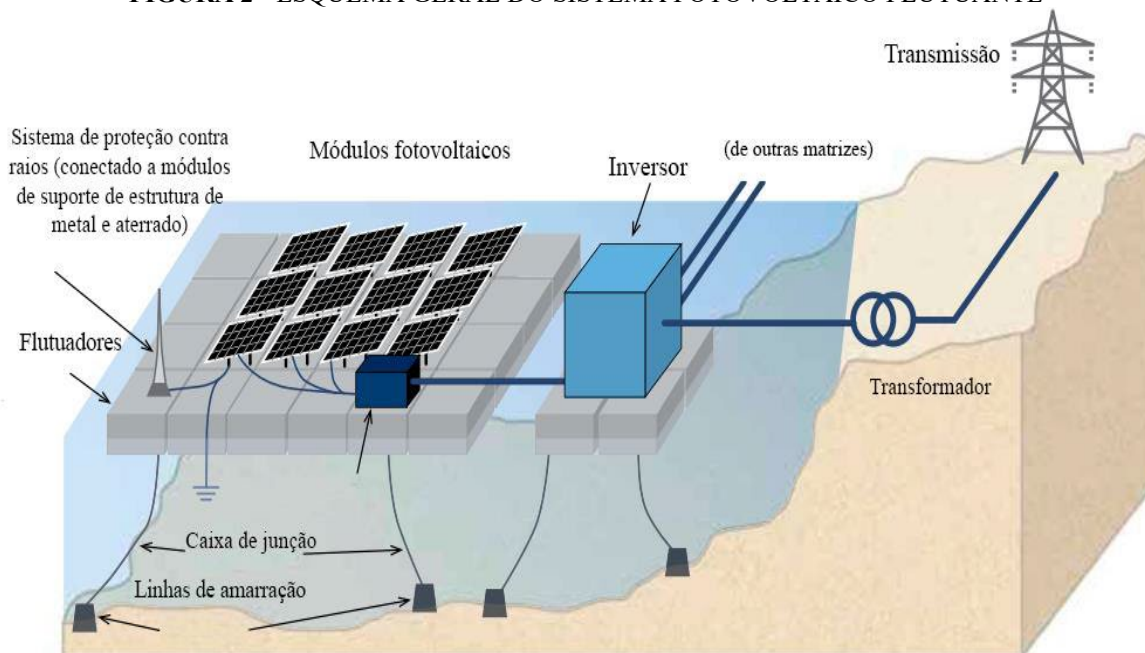
A implantação da usina solar flutuante, irá funcionar de maneira complementar à usina hidrelétrica, portanto, irá reduzir a probabilidade da usina hidrelétrica ficar com cota (nível da água) muito baixa. Este sistema poderá reduzir o uso de energia de usinas térmicas, que possui um custo energético maior, além de poluir a natureza, sendo uma energia não renovável.

Componentes de um sistema solar flutuante

Uma usina fotovoltaica flutuante é constituída basicamente dos componentes apresentados na Figura 2, os quais serão descritos a seguir.

- Plataformas Flutuantes: estrutura de suporte para a instalação de módulos fotovoltaicos. Junto a elas também está acoplado passarelas para a manutenção do sistema.
- Estrutura para amarração e ancoragem: responsável pela fixação da plataforma nas margens ou fundo do corpo d’água.
- Módulos Fotovoltaicos: captam a irradiação solar e convertem em energia elétrica (CC) e Cabos Elétricos.
- Inversor: convertem a tensão em corrente contínua para corrente alternada.

FIGURA 2 - ESQUEMA GERAL DO SISTEMA FOTOVOLTAICO FLUTUANTE



Fonte: CHOI (2014).

Os módulos utilizados no sistema solar flutuante não possuem diferença dos utilizados em instalações terrestres. Todavia, com o crescimento do mercado solar flutuante se vê a necessidade de alterações nos módulos, principalmente na sua estrutura de alumínio, efetuando uma troca por um material não corrosivo, com objetivo de aumentar sua vida útil (SAHU; YADAV; SUDHAKAR, 2016).

Plataformas flutuantes

As plataformas flutuantes são componentes que garante a flutuabilidade e estabilidade do sistema de geração sobre a superfície da água, contendo passarelas entre cada fileira de módulos, permitindo manutenção e limpeza do sistema (AMAYA, 2018).

A estrutura flutuante para o suporte de painel fotovoltaico tem que ser escolhida de acordo com o projeto/local de instalação. A escolha tem que se basear na capacidade de peso e tamanho dos painéis FV, ângulo de inclinação, mas que geralmente possui opção de ajuste angular, e velocidade do vento local.

Existem dois tipos de plataformas flutuantes em uso no mundo atualmente, sendo o mais utilizado as plataformas flutuantes puras, o qual é uma estrutura feita com plástico de média ou alta densidade, e fibra de vidro, são comercializadas em peças unitárias que se encaixam uma na outra formando um arranjo, como mostrado na Figura 3.

FIGURA 3 - ARRANJO UTILIZANDO FLUTUADORES PUROS



Fonte: F2B (2020).

Na maior parte dos casos é utilizado o modelo de flutuadores puros, que são feitos de polietileno de média ou alta densidade, por ser um material resistente à radiação ultravioleta e não absorve tanto calor como o metal. Todavia os dois tipos de estrutura têm como objetivo manter as placas fotovoltaicas no ângulo de inclinação ideal para a captação da radiação solar.

Por mais que seja uma tecnologia nova e em estudo/desenvolvimento, já existe uma empresa do ramo fotovoltaico que domina esse tipo de mercado, é a companhia francesa *Ciel et Terre*, com sua linha denominada *Hydrelia© Technology*.

Sistema de amarração e ancoragem

O sistema de amarração e ancoragem tem como objetivo evitar que os arranjos fotovoltaicos se movam ou flutuem para longe. Basicamente, são ligas de cabos de aço ou de nylon atracadas nas margens e/ou no fundo do corpo d'água (SAHU; YADAV; SUDHAKAR, 2016).

A definição e instalação do sistema de ancoragem é desafiadora e cara, mas de suma importância para garantir a segurança na fixação do arranjo fotovoltaico. A estrutura deve ser capaz de resistir aos esforços causados pela variação do nível d'água e força do vento.

As cordas/amarrações são utilizadas para amarrar o arranjo na ancoragem, podendo utilizar várias possibilidades. A escolha do sistema de ancoragem a ser aplicado deve ser feito através de uma análise do local/região. Entre os pontos a serem analisados estão: tipografia, profundidade e nível do espelho d'água (MELLO; SILVA; SIQUEIRA, 2020).



Cabos e conectores

Os módulos de um arranjo estão todos conectados em série e/ou paralelo por cabos elétricos, a conexão é feita na caixa de junção de cada painel fotovoltaico. Os cabos de alimentação inseridos na caixa de junção levam a corrente contínua gerada no arranjo diretamente ao inversor, que por sua vez efetua a conversão para corrente alternada. (AHLERT, 2017).

USINA HIDRELÉTRICA DE SALTO SANTIAGO

O estudo de caso da implantação de uma usina solar flutuante foi feito com os dados da usina hidrelétrica de Salto Santiago. Esta usina está localizada no Rio Iguaçu, município de Saudade do Iguaçu (Paraná), tendo iniciado sua operação no ano de 1980, sendo um empreendimento estatal da Eletrosul, no entanto, no ano de 1997 a usina foi privatizada (ENGIE, 2021).

A hidrelétrica possui quatro turbinas geradoras verticais do tipo Francis com potência de 355 MW cada, totalizando uma capacidade instalada de 1420 MW. A usina conta com um reservatório de acumulação com extensão de 208 km², sendo capaz de armazenar um volume hídrico total de 4.094 hm³ (ENGIE, 2021).

Levantamento dos dados

Os dados referentes ao reservatório e geração foram cedidos diretamente pela ENGIE, referentes ao ano de 2020. No site do ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico) também é possível obter alguns desses dados de maneira, no espaço SAR (Sistema de Acompanhamento de Reservatórios).

Os dados considerados são: Nível Reservatório (m), Volume Útil (%), Nível C. Fuga (m), Queda Bruta (m), Vazão Turbinada (m³/s), Vazão Vertida (m³/s), Vazão Defluente (m³/s), Variação Volume (m³/s), Vazão Afluente (m³/s) e Geração (MW). Os dados estão apresentados com intervalos de uma hora, durante o ano de 2020 completo. Entretanto, para esta simulação, consideramos valores médios mensais de julho até dezembro, conforme apresentado na Tabela 1. Para este período, a geração total de energia foi de 2.426,5 GWh.

TABELA 1 - DADOS DA MÉDIA MENSAL DA HIDRELÉTRICA SALTO SANTIAGO NO ANO DE 2020

Mês	Média Nível Reserv. (m)	Média Volume Útil (%)	Média Vazão Turbinada (m³/s)	Média Vazão Afluente (m³/s)	Produção mês (GWh)
Jul.	492,1	38,01	402	631,14	302,1
Ago.	492,1	38,01	623	725	396,4
Set.	494,945	49,35	1093,5	992,07	639,8
Out.	493,11	41,96	792	681,33	468,2
Nov.	490,54	32,07	358,5	182,945	244,2
Dez.	488,23	23,645	685	711,09	375,8

Fonte: Quadro do autor.

O local onde fica instalado a Usina Hidrelétrica de Salto Santiago possui as seguintes coordenadas: **latitude:** 25,617778° S, **longitude:** 52,613333° O. O software PVsyst, o qual foi utilizado para a realização do projeto fotovoltaico, possui algumas fontes de banco de dados como extensão de busca automática, sendo necessário apenas inserir as localidades geográficas do local e opção de fonte. Foi optado pelo banco de dados meteorológicos Meteonorm 8.0, NASA-SSE, PVGIS TMY, NREL / NSRDB TMY e Solcast TMY, os dados utilizados estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2 - DADOS METEOROLÓGICOS DO LOCAL

Mês	Irradiação Horizontal Total (KWh/m²/dia)	Irradiação Difusa Horizontal (KWh/m²/dia)	Temperatura (°C)	Velocidade do Vento (m/s)	Turvação de Linke	Humidade Relativa (%)
Jul.	3,65	1,17	15,7	3,01	3,020	79,2
Ago.	4,63	1,38	18,4	3,39	3,813	70,4
Set.	4,90	2,08	19,7	3,39	4,815	70,8
Out.	6,44	2,30	22,4	3,30	3,800	72,3
Nov.	6,48	2,68	23,2	3,20	3,338	72,5
Dez.	6,50	2,88	24,9	2,89	3,290	72,9

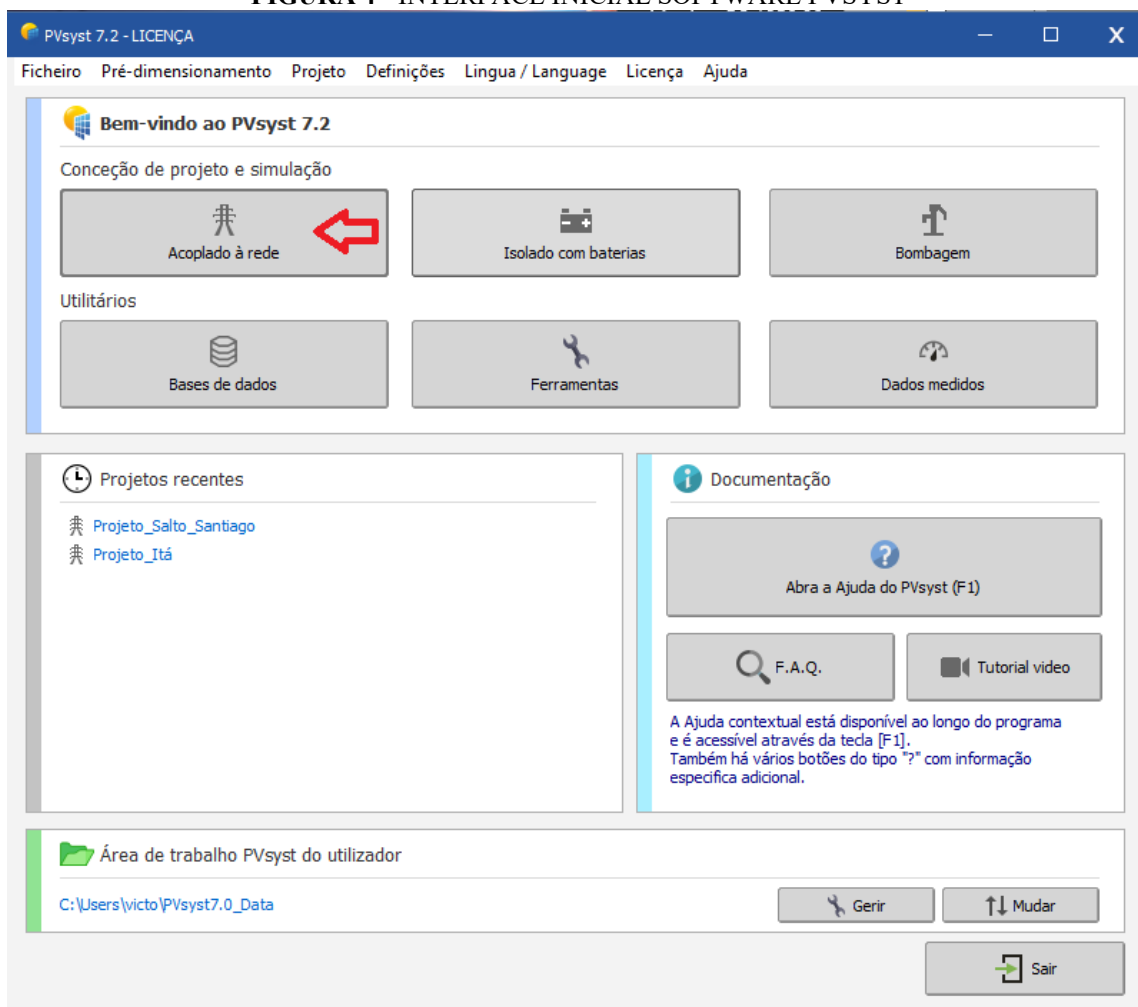
Fonte: Quadro do autor.

SOFTWARE PVSYST

A versão utilizada do software PVsyst é a 7.2. Esta versão possui o idioma português e figuras representando cada opção, tornando o processo mais intuitivo. A interface inicial do software está apresentada na Figura 4, nela é cedido três modelos/opções de montagem do arranjo/projeto: Acoplado à rede, isolado com baterias e de bombagem. A opção a ser

selecionada é o modelo acoplado à rede, pois a energia gerada nesse arranjo irá ser conectada a linhas de transmissão, sendo destinado ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

FIGURA 4 - INTERFACE INICIAL SOFTWARE PVSYSY

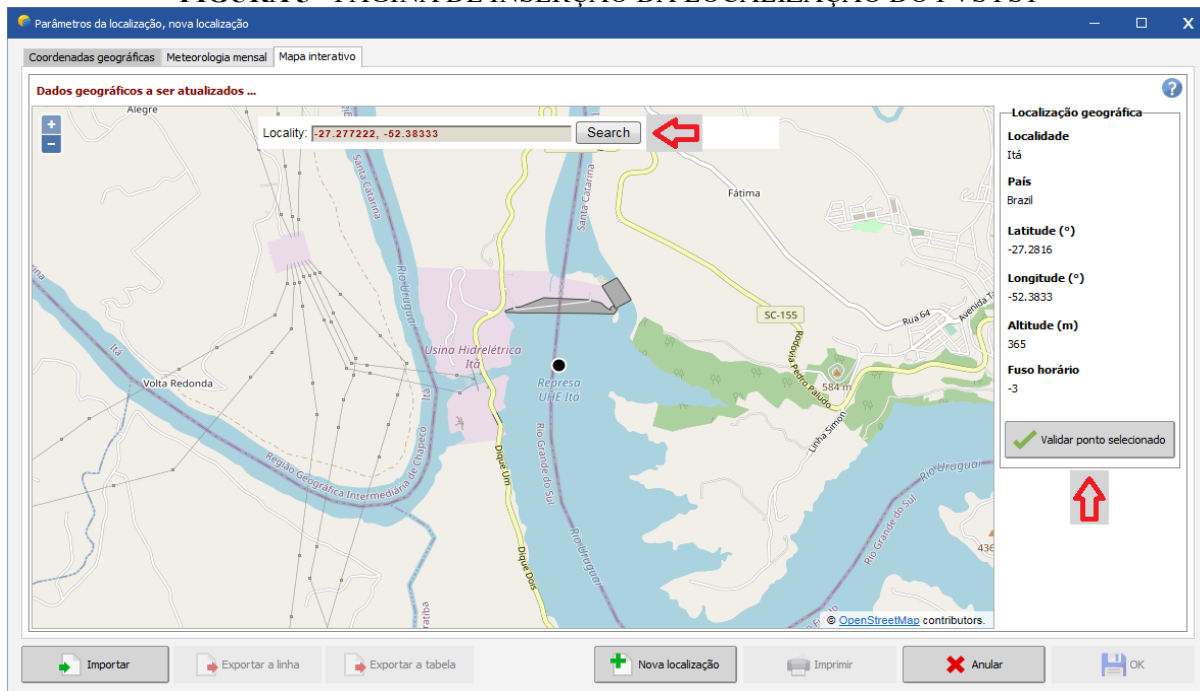


Fonte: Elaboração própria a partir do Software PVsyst.

O projeto é dividido em duas partes. A primeira parte é caracterizada pela seleção/definição do local, dados meteorológicos e variáveis do sistema. A segunda parte se refere à construção/seleção do arranjo. Dentro da primeira parte da simulação do sistema, possui 4 etapas: definição do nome do projeto; definição do local do projeto; seleção do arquivo de dados meteorológicos; e definição das configurações do projeto.

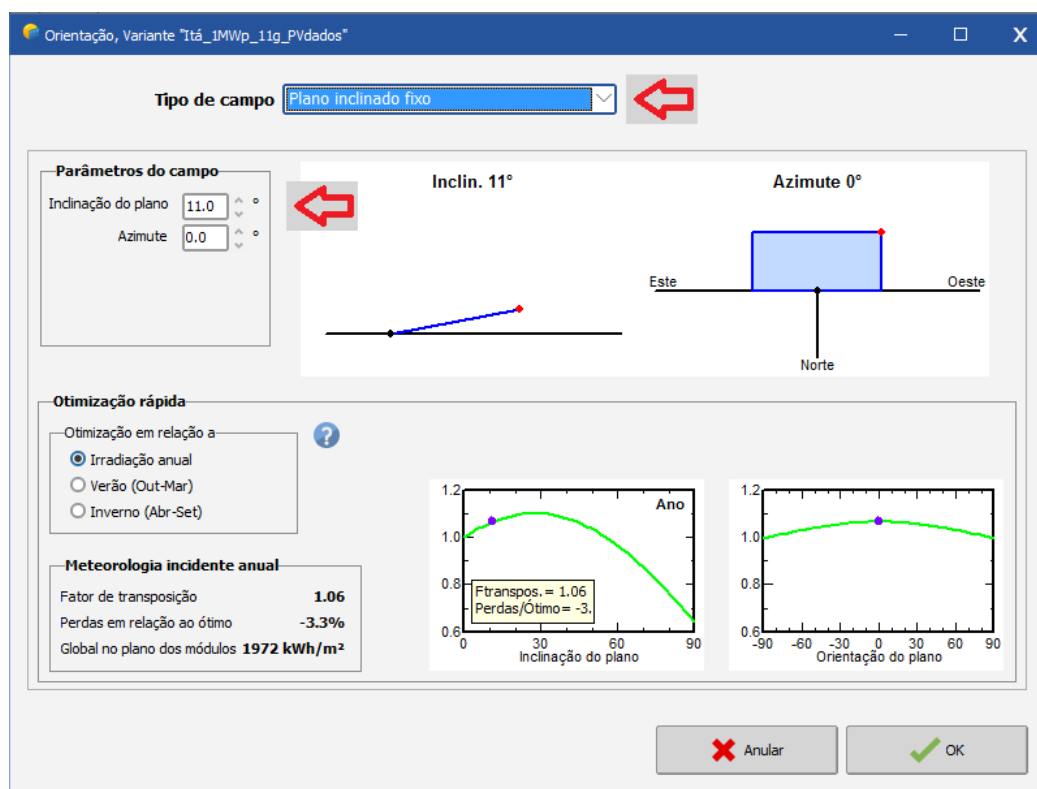
A configuração dos ficheiros se inicia pela seleção do local desejado, é realizado por meio da inserção da latitude e longitude no campo indicado. Após a seleção é necessário efetuar a validação do ponto selecionado. A Figura 5 representa os parâmetros de localização do PVsyst, considerando a hidrelétrica de Salto Santiago.

FIGURA 5 - PÁGINA DE INSERÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DO PVSYS



Fonte: Elaboração própria a partir do Software PVsyst

A escolha do ângulo de inclinação do projeto foi uma restrição imposta pela plataforma flutuante dos módulos (Hydrelio©), a mesma permite a configuração de um ângulo entre 5° e 11°. Foi definido o ângulo de 11° por ser o ângulo de captação máxima suportado pela plataforma. A Figura 6 apresenta a configuração da página de orientação.



Fonte: Elaboração própria a partir do Software PVsyst



A opção de dimensionamento do arranjo foi todas pela potência instalada da usina. Foram simulados arranjos utilizando alguns modelos de módulos fotovoltaicos (Quadro 1), com potências diferentes, se deu uma preferência por módulos de vidro duplo/bi-faciais (capaz de captar energia solar pelas duas faces), pela questão da reflexão da água e alta umidade, onde este módulo é mais indicado e um aproveitamento maior.

QUADRO 1 - MODELOS DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS UTILIZADOS NAS SIMULAÇÕES
Modelos de módulos fotovoltaicos

Marca	Modelo	Potência	Tipo
JA Solar	JAM60-S09-320-PR	320Wp	Monofacial
JA Solar	JAM78-S10-455-MR	455Wp	Monofacial
JA Solar	JAM72D20/MB	455Wp	Bifacial
JA Solar	JAM72D30/MB	550Wp	Bifacial
Trina Solar	TSM-DEG18MC.20(II)	500Wp	Bifacial

Fonte: Quadro do autor.

Foram aplicados/testados em simulação dois modelos de inversores, denominados pela sua potência do arranjo, os inversores utilizados contam no Quadro 2.

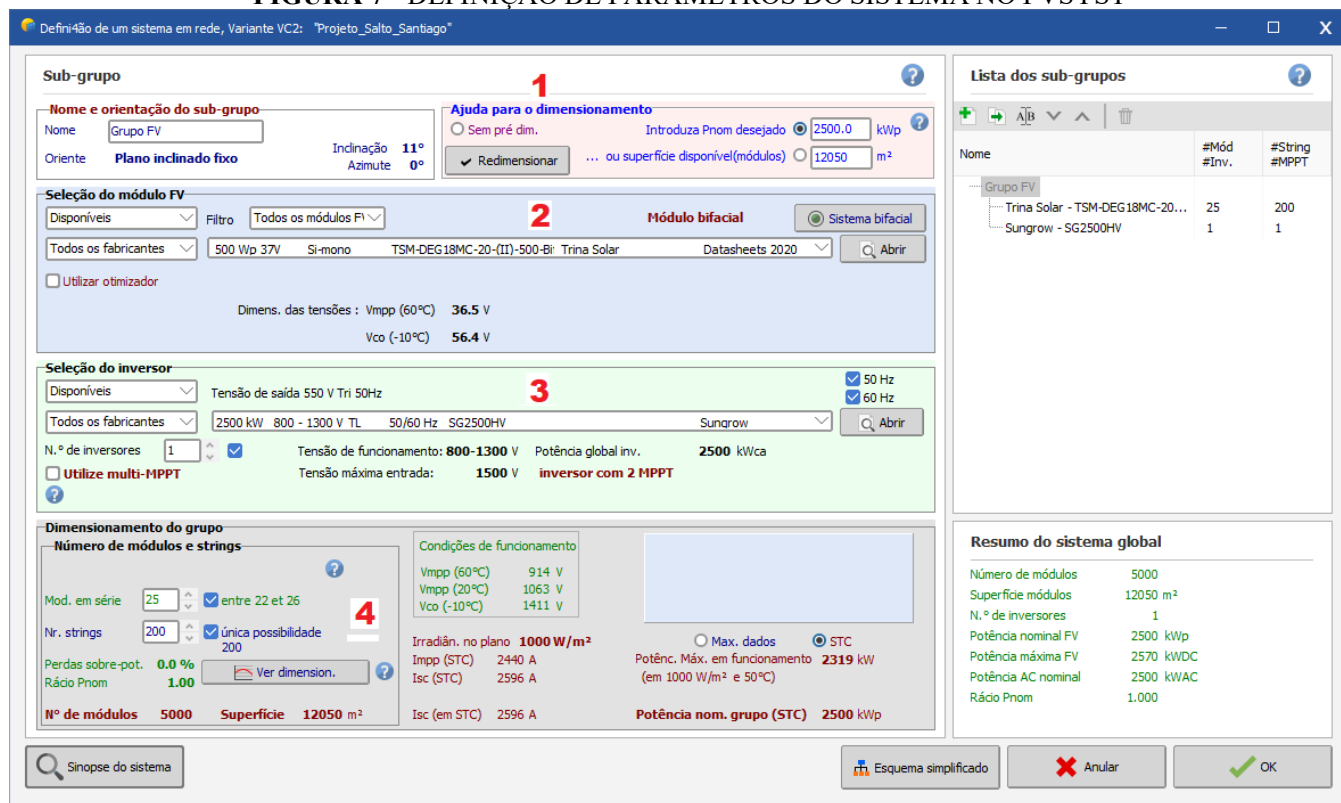
QUADRO 2 - MODELOS DE INVERSORES UTILIZADOS NAS SIMULAÇÕES
Modelos de Inversores

Marca	Modelo	Potência
ABB	PVS800-57-1000kW-C	1 MW
SUNGROW	SG2500-KW	2,5 MW

Fonte: Quadro do autor.

O dimensionamento do grupo e o número de módulos em série por string são preenchidos automaticamente pelo PVsyst, considerando números mais adequados. Os valores estão apresentados na Figura 7.

FIGURA 7 - DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DO SISTEMA NO PVSYS



Com o datasheet da plataforma flutuante foi possível calcular manualmente os distanciamentos entre os módulos. O espaçamento entre as *shields* ficou de 1,72m como mostrado na Figura 8. O espaçamento entre os painéis lateralmente ficou de 2cm.

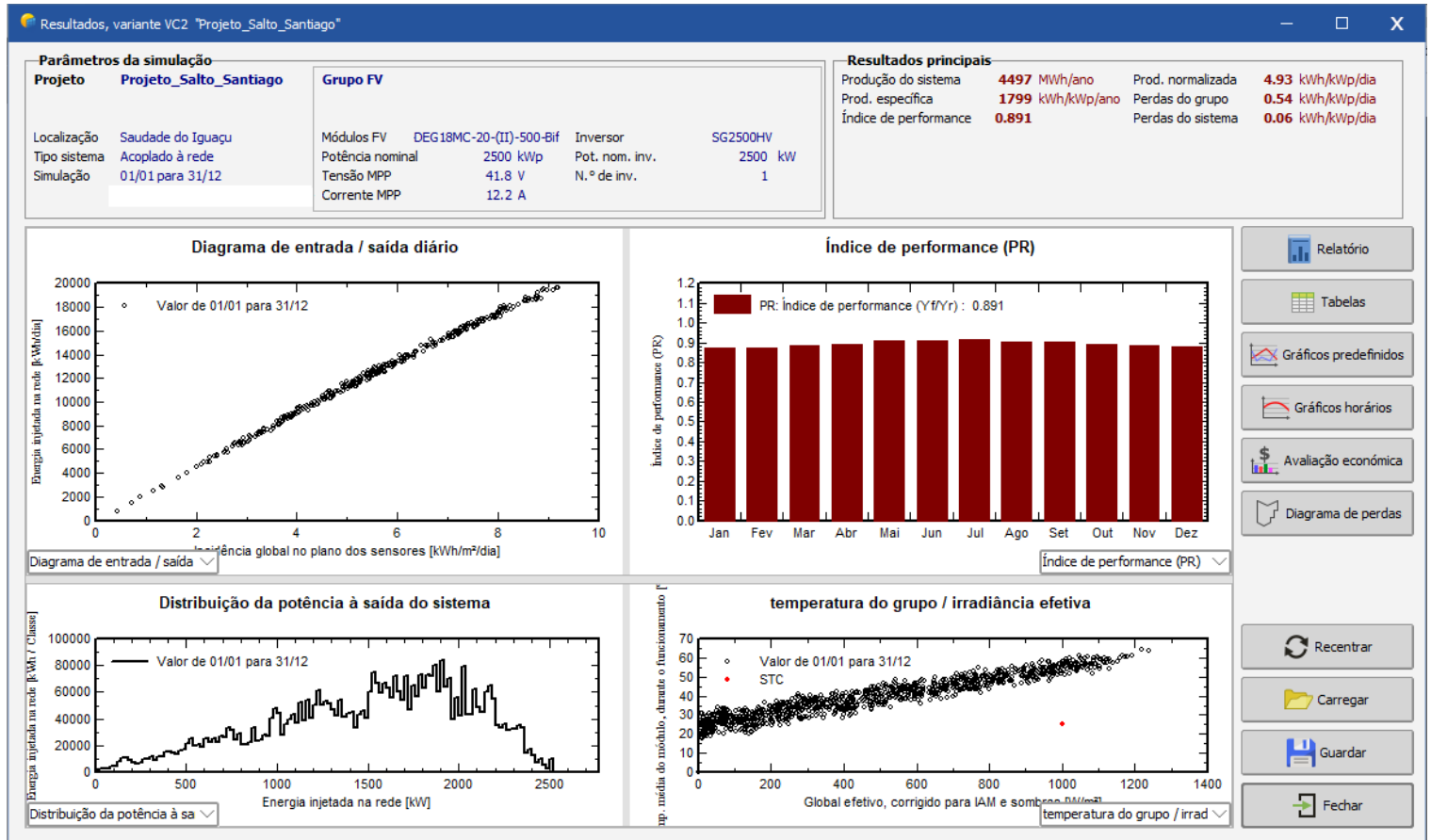
FIGURA 8 - ESPAÇAMENTO ENTRE LINHAS DE PAINÉIS



Fonte: Elaboração própria

Para simulação foi utilizada a opção de simulação avançada, na qual é possível realizar a simulação por um período de tempo, no nosso caso o ano de 2020. Simulando o projeto, o PVSyst apresenta uma interface com os principais resultados, conforme a Figura 9.

FIGURA 9 - INTERFACE DOS RESULTADOS NO PVSYS



Fonte: Elaboração própria a partir do Software PVsyst

RESULTADOS

Foram simuladas diversas maneiras de construção de arranjo, inicialmente foi testado arranjos únicos com 100%, 75%, 50% e 25% da potência instalada da usina hidrelétrica. Posteriormente foi testado um segundo modelo, simulando um arranjo único de 1,0 e 2,5MW_p, os quais irão ser multiplicados até chegar na potência instalada desejada. Esse modelo de efetuar vários arranjos, que somados totalizam a sua potência instalada total, é trivial e muito utilizado na China, pois facilita o processo de instalação e manutenção, tendo espaço para embarcações conseguir trafegar entre os arranjos.

Foram realizadas diversas simulações com variação de marcas e modelo do módulo, bem como seu tipo e potência. Cabe ressaltar que os módulos JAM72D20/MB, JAM72D30/MB e TSM-DEG18MC.20(II), correspondentes aos arranjos 3, 4, 5, 8, 9 e 10, são do tipo vidro duplo (bifacial), recomendado para arranjos flutuantes, pois aproveitam a reflexão da água e alta umidade. O problema é que o software efetua as simulações como se o arranjo fosse instalado em solo, não calculando o ganho efetivo da segunda face.

Referente aos inversores, as simulações foram realizadas com dois diferentes modelos, as dependiam da potência do arranjo considerado. Analisando o modelo de arranjo fotovoltaico flutuante foi optado como melhor opção para utilização os inversores *strings*, pois trabalhar com outros tipos de inversores em usinas deste perfil de potência, eleva o custo de instalação e a posterior manutenção tornando os custos O&M (Operação e Manutenção) muito complexo e oneroso.

Os inversores adotados neste estudo possuem a integração do inversor, transformador e casa de máquinas, como uma estação *turn-key*. Os modelos atendem 100% dos requisitos necessários, com um custo mais acessível e flexibilidade de modelagem. O mesmo conta com IP66 (Resistente a sólidos e líquidos em todas as direções + Ondas d'água), além do grau de proteção também pode contar com o grau de corrosão C5, que mesmo num ambiente agressivo em termos de salinidade o inversor está totalmente protegido. Os modelos também já contam com todas as proteções incorporadas do lado CC e CA.

O Quadro 3 apresenta a produção do sistema anual de 2020 e do segundo semestre do mesmo ano. Devido aos arranjos possuírem valores padrão de potência instalada, a produção resultante dos diversos casos atingiu valores próximos. Cabe lembrar que a produção dos módulos vidro-duplo é um pouco superior ao resultado apresentado.

QUADRO 3 - RESULTADOS OBTIDOS NO RESERVATÓRIO DE SALTO SANTIAGO

Caso	Potência Instalada do Arranjo	Módulo Utilizado	Inversor Utilizado	Produção do Sistema de julho até dezembro de 2020	Produção do Sistema no Ano de 2020
1	1 MWp	JAM60-S09-320-PR	PVS800-57-1000kW-C	902,2 MWh/ano	1729,5 MWh/ano
2	1 MWp	JAM78-S10-455-MR	PVS800-57-1000kW-C	903 MWh/ano	1731,4 MWh/ano
3	1 MWp	JAM72D20/MB	PVS800-57-1000kW-C	913,4 MWh/ano	1751,6 MWh/ano
4	1 MWp	JAM72D30/MB	PVS800-57-1000kW-C	908,5 MWh/ano	1738,8 MWh/ano
5	1 MWp	TSM-DEG18MC.20(II)	PVS800-57-1000kW-C	926 MWh/ano	1772,1 MWh/ano
6	2,5 MWp	JAM60-S09-320-PR	SG2500-KW	2268 MWh/ano	4347,7 MWh/ano
7	2,5 MWp	JAM78-S10-455-MR	SG2500-KW	2278,4 MWh/ano	4368,2 MWh/ano
8	2,5 MWp	JAM72D20/MB	SG2500-KW	2299 MWh/ano	4408,3 MWh/ano
9	2,5 MWp	JAM72D30/MB	SG2500-KW	2278,5 MWh/ano	4360,5 MWh/ano
10	2,5 MWp	TSM-DEG18MC.20(II)	SG2500-KW	2318,8 MWh/ano	4437,3 MWh/ano

Fonte: Quadro do autor.

Neste artigo vamos focar apenas no caso 9, o qual apresentou o menor *payback*. Os orçamentos dos módulos foram feitos diretamente com os representantes nacionais do produto (JA Solar e Trina Solar), assim como os módulos os inversores e plataforma do inversor também foram orçados com representantes nacionais das marcas (ABB e Sungrow). A parte de plataforma flutuante, cabos e amarração/ancoragem foi orçado com a empresa F2 Brasil,

empresa brasileira especializada em Usinas Solares Fotovoltaicas Flutuantes, sendo licenciada da **Ciel & Terre International**. No Quadro 4 é apresentado o orçamento para o Caso 9, o qual apresentou um custo total de implantação de R\$ 4.804.195,80.

QUADRO 4 - ORÇAMENTO CASO 9

Equipamento	Modelo	Quantidade	Valor Total
Módulo Fotovoltaico	JA Solar - JAM72D30/MB	4628	R\$ 3.551.990,00
Inversor	Sungrow - SG2500-KW	1	R\$ 105.000,00
Plataforma Flutuante dos Módulos	Hydrelio© - 1440*685 (mm)	4628	R\$ 208.260,00
	Hydrelio© - 685*272 (mm)	5130	R\$ 153.900,00
	Hydrelio© - 1700*272(mm)	5305	R\$ 185.675,00
Plataforma Flutuante do Inversor	Sungrow	1	R\$ 10.000,00
Amarração e Ancoragem	Fundo / Blocos Concreto	-	R\$ 379.334,25
Cabos	-	-	R\$ 210.741,25
TOTAL			R\$ 4.804.195,80

Fonte: Quadro do autor.

Considerando o Caso 9, para os cenários de 25 %, 50%, 75% e 100% da capacidade instalada da usina, tem-se no Tabela 3 o número de arranjos de 1,0 e 2,5 MWp necessários, além do custo total correspondente.

TABELA 3 - CUSTO PARA 25% A 100% DA POTÊNCIA INSTALADA

Percentual da potência instalada	Número de arranjos	Custo total (R\$)
25% - 355 MW	142	682.295.871,00
50% - 710 MW	284	1.364.591.742,00
75% - 1065 MW	426	2.046.887.613,00
100% - 1420 MW	568	2.729.183.484,00

Fonte: Quadro do autor.

O Preço Médio da Energia Hidráulica (PMEH) para o ano de 2020, definido pela ANEEL, foi de R\$ 146,71 por megawatt-hora (MWh). Este valor de PMEH foi utilizado para calcular o fluxo de caixa do ano de 2020 e dos anos seguintes.

A metodologia empregada para verificar a viabilidade econômica é com base no *payback* (tempo de retorno de investimento), para estimar o tempo necessário para recuperar o investimento inicial, conforme a Equação 1.

$$V_{PL} = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{F_{Ct}}{(1+i)^n} - I_0 \quad \text{Equação 1}$$



Onde:

V_{PL} = Valor presente líquido (R\$).

FC = Fluxo de caixa (R\$).

t = Momento em que o fluxo de caixa ocorre (%).

i = Taxa de mínima atratividade utilizado para obter o VPL (TMA= 10%).

n = Período de tempo (anos).

I_0 = Investimento inicial (R\$).


Considerando os custos apresentados na Tabela 3 e a estimativa da energia produzida pelos módulos fotovoltaicos com 100% da capacidade instalada da usina, valorado pelo PMEHL definido pela ANEEL para o ano de 2020, para o Caso 9, temos o desempenho econômico apresentado abaixo:

- Taxa interna de Retorno (TIR) para 25 anos de operação = 16,05%.
- Taxa de lucratividade para 25 anos de operação = 1,51.
- Tempo de *payback* = 9,86 anos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema fotovoltaico flutuante apresenta inúmeras vantagens quando utilizado em reservatórios de hidrelétricas. Mesmo sendo uma tecnologia recente, quando operado de forma integrada com a usina hidrelétrica, pode apresentar ganhos energético e econômico bem significativos. Neste sentido, este trabalho apresentou um estudo realístico de implantação da geração solar flutuante no reservatório da usina hidrelétrica de Salto Santiago, focando-se nos aspectos técnicos e econômicos de sua implantação.

Por se tratar de um sistema ainda em estudo e desenvolvimento, ainda não existem resultados de operação real que validam a viabilidade da sua instalação, para operação conjunta em uma hidrelétrica. Entretanto, nas diversas simulações realizados comprovou-se a sua viabilidade técnica e econômica, tendo o seu investimento pago em menos de 10 anos. Considerando que os módulos fotovoltaicos operam com o desempenho máximo até 25 anos, a viabilidade econômica desta solução é clara. Este desempenho poderia ainda ter sido melhor se o software PVsyst, utilizado para o projeto fotovoltaico, permitisse a simulação de módulos de vidro duplo, os quais são capazes de captar energia solar pelas duas faces, sendo mais indicados



para utilização sobre a água, pois aproveita a reflexão da água e a alta umidade, tendo um aproveitamento maior.

O caso reportado neste trabalho apontou que nos cenários simulados onde a potência nominal total dos módulos fotovoltaicos é igual à capacidade instalada da usina, tem-se uma ocupação de apenas 5,6% da área do reservatório, considerando todos os arranjos instalados. Além disto, para o ano de 2020 (meses de julho a dezembro), verificou-se com a operação casada da usina com os arranjos fotovoltaicos, um ganho estimado de 3,9 m no nível do reservatório, levando em consideração as médias de vazão afluentes ocorridas em 2020 e os resultados obtidos neste trabalho. O ganho do nível do reservatório poderia ter sido ainda maior se fosse considerado nos cálculos a redução da evaporação da água do reservatório, proporcionado pelos módulos fotovoltaicos, o qual tipicamente é da ordem de 11 a 13%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSOLAR. **ABSOLAR projeta investimento de R\$ 22,6 bilhões no setor solar de 2021.** 2021. Disponível em: <www.absolar.org.br/noticia/absolar-projeta-investimento-de-r-226-bilhoes-no-setor-solar-em-2021/>.

AHLERT, V.S.C. **Aplicação de sistemas fotovoltaicos flutuantes em reservatórios de hidrelétricas:** Estudo de caso em uma hidrelétrica brasileira. 2017. 119 f. Tese (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.

AMAYA, Atila. **Estudo de viabilidade do uso de microgeração fotovoltaica sobre um lago para atender uma indústria.** 2018. 51f. Dissertação (Graduação em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.


ANEEL. **Geração Distribuída.** 2015. Disponível em: <www.aneel.gov.br/geracao-distribuida?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=14461914&_101_type=content&_101_groupId=656827&_101_urlTitle=geracao-distribuida-introduc-1&inheritRedirect=true>.

BAHAIDARAH, H., Subhan A., Gandhidasan P., Rehman S. **Performance evaluation of a PV (photovoltaic) module by back surface water cooling for hot climatic conditions.** *Energy.* vol. 59, 2013, p. 445-453.

CALDAS, Helder; MOISÉS, Antonio. Geração Fotovoltaica Distribuída: Estudo de Caso para Consumidores Residenciais de Salvador – Ba. **Revista Brasileira de Energias Renováveis,** v. 5, p. 164-180. 2016.

ENGIE. **Usina Hidrelétrica Itá.** 2021. Disponível em: <www.engie.com.br/complexo-gerador/usinas/usina-hidreletrica-ita/>.

ENGIE. **Usina Hidrelétrica Salto Santiago.** 2021. Disponível em: <www.engie.com.br/complexo-gerador/usinas/usina-hidreletrica-salto-santiago/>.



INPE. **Atlas Brasileiro de Energia Solar ganha nova edição após dez anos.** 2017. Disponível em: <www.inpe.br/informativo/08/nota03>.

JUCÁ, João Victor Fontenele. **Análise de viabilidade econômica de um sistema de geração de energia solar fotovoltaica flutuante conectado à rede.** 2017. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza 2017.

MELLO, Anderson Jesus; SILVA, Eduarda Santos; SIQUEIRA, Taline Ayres. **Implementação de usina fotovoltaica flutuante no lago Guaíba.** 2020. 35f. Dissertação (Conclusão de Curso Eletrotécnica) – Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt, São Leopoldo, 2020.

NASCIMENTO, Rodrigo. **Energia solar no brasil: situação e perspectivas.** Consultoria Legislativa, p. 46, 2017.

ONS. **Nota à imprensa - esclarecimentos em relação à nota técnica sobre avaliação das condições de atendimento eletroenergético do sistema interligado nacional - estudo prospectivo junho a novembro de 2021.** 2021. Disponível em: <www.ons.org.br/Paginas/Noticias/Nota-a-imprensa-Esclarecimentos-em-relacao-a-nota-tecnica-Avaliacao-das-Condicoes-de-Atendimento-Eletoenergetico-do-SIN.aspx>.

PORTAL SOLAR. **Passo a passo da fabricação do painel solar.** 2021. Disponível em: <www.portalsolar.com.br/o-inversor-solar.html>.

SACRAMENTO, E. M. Scenarios for use of floating photovoltaic plants in Brazilian reservoirs. **IET Renewable Power Generation**, v. 9, n. 8, p. 1019-1024, 2015.

SAHU, Alok; YADAV, Neha; SUDHAKAR, K. **Floating photovoltaic power plant: A review.** *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, [s.l.], v. 66, p.815-824, dez. 2016. Elsevier BV.

TRAPANI, K.; SANTAFÉ, M. R. A review of floating photovoltaic installations: 2007-2013. **Progress in Photovoltaics: Research and Applications**, v. 23, 2014, p. 524-532.

UCZAI, P. **Energias Renováveis e o Brasil +20.** Brasília: Centro de Documentação e Informação Edições Câmara, p. 185, 2012.

VALOR ECONOMICO. **Aneel revisa valores de referência da energia produzida por hidrelétricas.** 2020. www.valor.globo.com/empresas/noticia/2020/12/15/aneel-revisa-valores-de-referencia-da-energia-produzida-por-hidreltricas.ghtml



CAPÍTULO 28

DESERTIFICAÇÃO DA CAATINGA UMA ABORDAGEM SOBRE AS AÇÕES ANTRÓPICAS E FENÔMENOS CLIMÁTICOS

DOI: 10.47402/ed.ep.c202296928115

Rayane Ellen de Oliveira Jerônimo
Vênia Camelo de Souza

RESUMO

A Caatinga é um bioma integrante da região do semiárido, ecologicamente vulnerável, enfrentando longos períodos de estiagem, desmatamento e queimadas, fatores que contribuem para quadros de desertificação, causando consequências ambientais, sociais, culturais e econômicas de curto e longo prazo. A ação antrópica está intrinsecamente ligada a esses fatores, sendo necessárias ações de sensibilização e práticas de manejo e desenvolvimento sustentável com as comunidades dessas áreas. Levando em consideração esses aspectos, foi realizado um estudo bibliográfico sobre a desertificação do bioma Caatinga, atrelado aos fenômenos climáticos e ações antrópicas, bem como seus efeitos ambientais, sociais e econômicos. As mudanças climáticas estão afetando todo o mundo, a vegetação remanescente na região da Caatinga, que em 2002 era de 55,67%, diminuiu em 2008 para 53,62%. As regiões com alto índice de pobreza, sofrerão mais ainda com os efeitos negativos das mudanças climáticas globais no decorrer do século XXI. Dito isto, o ponto principal para um melhor desenvolvimento sustentável da Caatinga é a convivência com o Semiárido, através de tecnologias voltadas para o manejo e conservação do bioma. Através de programas como os de acesso à água, saneamento básico, reflorestamento de espécies nativas, além de uma assistência técnica que atenda a demanda da região, ou seja, uma assistência técnica especializada, voltada para as áreas da Caatinga.

PALAVRAS-CHAVE: Semiárido; Manejo sustentável; Conservação ambiental; Mudanças Climáticas.

INTRODUÇÃO

A caatinga é o bioma característico da região Nordeste, englobando os nove estados e uma parte de Minas Gerais, na região sudoeste. Esse bioma é integrante da região do Semiárido, caracterizado por apresentar um clima quente e seco, com pouca ocorrência de chuvas (SILVA, 2019). Existem poucos estudos botânicos e uma grande desvalorização do bioma Caatinga, pois por muito tempo existia uma crença infundada e injustificada que a Caatinga possuía uma baixa diversidade de plantas endêmicas (GUILIETTE et al., 2004). Além disso, como afirma Batista e Oliveira (2014), o estudo e a conservação da diversidade biológica da Caatinga é um dos maiores desafios da ciência brasileira, uma vez que esse bioma representa a única grande região natural brasileira cujos limites estão inteiramente restritos ao território nacional.

O bioma Caatinga é considerado uma região ecológica vulnerável no Brasil, enfrentando longos períodos de estiagem, desmatamentos, queimadas, etc. (ALMEIDA et al., 2020), além



de ser um dos biomas que mais sofrem com a interferência humana (PEIXOTO, 2015). Esses aspectos dentre outros são responsáveis por quadros de desertificação, uma vez que de acordo com Santos e Aquino (2016), esse é um fenômeno provocado pela degradação dos solos nas áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante das mudanças climáticas e das ações antrópicas, afetando diretamente a biodiversidade, a vegetação e a qualidade de vida da população.

Essa desertificação tem influência direta na diminuição da composição vegetal, que em grande parte, é provocada pelo uso inadequado do solo e por uma falta de atenção do poder público com ações que incentivem a preservação da vegetação nativa (MEDEIROS et al., 2019). Dessa forma, estudos das relações das comunidades com esse bioma se mostram necessários, uma vez que segundo Posey (1986), o conhecimento ecológico das populações tradicionais locais pode estar entrelaçado diretamente com o manejo e conservação do ambiente.

Essa relação homem-natureza muitas vezes é vista como agressiva, trazendo malefícios para o meio ambiente, porém, como afirma Gabriel e Sardo (2019), algumas comunidades tradicionais possuem conhecimentos sobre os recursos naturais e desenvolveram ao longo de gerações práticas de manejo que contribuem para uma utilização otimizada desses recursos. Além do mais, a percepção acerca da importância da conservação e uso sustentável da natureza pode ser alcançada por meio da educação ambiental oferecida de modo formal ou informal (ALMEIDA et al., 2020). Através de programas e projetos de conservação e manejo adequado; educação ambiental e assistência técnica adequada.

Levando em consideração esses aspectos, foi realizado um estudo bibliográfico sobre a desertificação do bioma Caatinga, atrelado aos fenômenos climáticos e ações antrópicas, bem como seus efeitos ambientais, sociais e econômicos.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado por meio de pesquisas bibliográficas, através de um compilado de artigos científicos, monografias, periódicos e livros voltados para área abordada, com intuito de buscar informações mais recentes sobre a desertificação e o bioma Caatinga, agregando e sintetizando informações sobre essa temática.


Influência dos fenômenos climáticos na desertificação da caatinga

As regiões semiáridas brasileiras são marcadas por condições atmosféricas, que acarretam em irregularidades de chuvas e períodos longos de secas (EITEN, 1982; CORRÊA et al., 2011; ALBUQUERQUE et al., 2020). O período de chuva varia de três a quatro meses, entretanto, mesmo nesse período há também a incidência de sol, portanto nessas áreas o sol está presente em quase todos os dias do ano. A Caatinga é o bioma característico do Nordeste integrante da região do Semiárido, caracterizada por apresentar um clima quente e seco, com pouca ocorrência de chuvas (SILVA, 2019).

A flora do Bioma Caatinga é caracterizada pela resistência e mudança de aspectos físicos e morfológicos em resposta ao estresse hídrico, sendo este um dos principais fatores seletivos para as espécies que ocorrem no Bioma (SILVA et al., 2018). Entretanto, apesar dessas espécies possuírem resistência e mecanismos para se desenvolverem mesmo com o estresse hídrico e temperaturas elevadas, há uma preocupação com o futuro dessas espécies, conseqüentemente desse bioma. Como retrata o relatório sobre monitoramento do Bioma Caatinga que foi apresentado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) em parceria com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), no qual mostra que a vegetação remanescente na região, que em 2002 era de 55,67%, diminuiu em 2008 para 53,62%, sendo as estatísticas baseadas na área total do bioma que é igual a 826.411 km² (MMA, 2010).

Um dos fatores responsáveis por essa diminuição são os fatores climáticos, segundo o IPCC de 2018, diversas mudanças regionais no clima acontecerão com o aquecimento global de 1,5°C, inclusive o aquecimento de temperaturas extremas em muitas regiões, com um aumento da intensidade ou frequência de secas em algumas regiões. Projeta-se também que aproximadamente 4% da área terrestre global passe por uma transformação de ecossistemas de um tipo para outro com o aquecimento global de 1° C. Vale ressaltar que as regiões áridas e semiáridas do mundo, principalmente, aquelas em que existe alto índice de pobreza, sofrerão mais ainda com os efeitos negativos das mudanças climáticas globais no decorrer do século XXI (IPCC, 2014), Além disso, a região da América do Sul, é apontada como uma das mais vulneráveis às alterações climáticas globais no próximo século, no Brasil (IPCC, 2007).

Observa-se que nas últimas três décadas, há um cenário de intensas alterações climáticas na região semiárida brasileira, como destaca Castanho et al. (2020), que entre os anos de 2008



e 2017, mais de 90% da região mudou para um espaço climático mais seco em comparação com o período de referência de 1950 a 1979. Acredita-se que os fenômenos de secas severas potencializam o impacto antrópico na dinâmica e regeneração da cobertura florestal em fragmentos de caatinga no semiárido brasileiro (AQUINO et al., 2021). Com isso, acarreta na desertificação, que segundo a Conferência das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD) (1997), ocorre em áreas de clima árido, semiárido e subúmido seco, a partir da destruição do meio produtivo da terra. Demartelaere et al. (2021), define a desertificação como um fenômeno que resulta da combinação de fatores naturais, principalmente em locais de seca severa; e de fatores antrópicos, como o sobrepastoreio, desmatamento e remoção da cobertura vegetal. Além do uso indiscriminado das atividades agrícolas, que muitas vezes ocorrem acima da capacidade de suporte do ambiente.

Influência das ações antrópicas na desertificação

A desertificação é um fenômeno que resulta de diversos fatores, alguns naturais e outros acarretados direta ou indiretamente devido a ação do homem com o meio ambiente. As causas da desertificação estão relacionadas ao uso inadequado do solo, que, somadas à retirada da vegetação e queimadas comprometem a biodiversidade e a capacidade de suporte dos sistemas ambientais (ALBUQUERQUE et al., 2020; GAVIÃO et al., 2019). Dessa forma, o bioma Caatinga, apesar de possuir uma grande representatividade conservacionista, sua biota está ameaçada através das ações humanas, por meio da remoção da vegetação para pastagens, lenha e agricultura (SOUZA et al., 2015). Giuliatti et al. (2004) destacam que a agricultura, a criação de pastagens e o extrativismo vegetal, para lenha, carvão, da flora nativa, vêm ocasionando inúmeras perdas de biodiversidade no bioma Caatinga.

Segundo o monitoramento do INPE (2016) 16% da área da Caatinga monitorada, 40% se encontra degradada, 42% preservada, 8% do solo exposto, 8% utilizado para cultivo e 0,8% de corpos de água. No semiárido Paraibano a Caatinga paraibana perdeu mais de 46% da sua vegetação, cerca de 2,40 milhões de hectares, sendo o carvão vegetal e a lenha os principais produtos do extrativismo (COELHO-JUNIOR et al., 2020). Já no estado do Rio Grande do Norte concentra-se um número significativo de indústrias de cerâmica vermelha, atividade apontada como responsável por um sério quadro de degradação ambiental, considerando o consumo de lenha e argila (DERMATELAERE et al., 2021). No estado da Bahia, Dourado (2017), afirma que o estado da Bahia tem apresentado aumento do índice de aridez e redução nas precipitações e áreas de cobertura vegetal entre 2000 e 2014, comprovando o avanço da degradação ambiental, ocasionado pelo uso indevido das terras para a agricultura.



São inúmeros os fatores antrópicos que afetam direta e indiretamente na degradação do bioma Caatinga, alguns desses fatores estão relacionados a estrutura social, como baixa escolaridade, elevado grau de pobreza e baixo índice de desenvolvimento. Como destaca o PAE-PI (2010), em que elenca como fatores que corroboram para a propensão de desertificação as características naturais do ambiente (litologias vulneráveis à erosão, clima semiárido e subúmido seco, assoreamento dos rios e riachos, etc.), a estrutura social (elevado grau de pobreza, baixo índice de desenvolvimento humano e baixa escolaridade) e a característica econômica (inadequação de sistemas de produção agrícola e manejo inadequado na criação de bovinos, ovinos e caprinos).

O manejo incorreto das cactáceas também é um exemplo que corrobora para a desertificação e perda da biodiversidade. As cactáceas, estão entre os vegetais mais utilizados pelo homem, principalmente nas regiões castigadas pela seca no Brasil (LUCENA et al., 2012). Visto que algumas de suas espécies, são utilizadas como forragem, alimento humano, medicinal e ornamental, além de realizarem interações ecológicas com a fauna (LUCENA et al., 2015). Com os avanços dos efeitos das mudanças climáticas, essas espécies estão sendo cada vez mais utilizadas para alimentação animal, entretanto muitas vezes o uso e as práticas de manejo são inadequadas. Diante disso, há uma necessidade de práticas de manejo e conservação da biodiversidade da Caatinga

Desertificação em áreas de caatinga na Paraíba

O estado da Paraíba é considerado como um dos que melhor representam a flora da Caatinga, uma vez que grande parte do seu território é dominado pelo clima semiárido e abrange principalmente terrenos do complexo cristalino (ARAÚJO et al., 2005). Em relação aos estados com maior número de municípios vulneráveis, com áreas susceptíveis à desertificação-ASD, o estado da Paraíba se encontra em quarto lugar, com 93,27% de área em ASD (ALVES et al., 2009). Os maiores níveis de degradação do estado estão localizados nas microrregiões da Mesorregião da Borborema, especificamente no Cariri Oriental e Ocidental e Seridó Oriental e Ocidental e em algumas outras localizadas na Mesorregião do Sertão, em especial os municípios de Patos e partes de Catolé do Rocha, Piancó, Sousa, Itaporanga e Cajazeiras (PAE, 2011). Medeiros et al., (2012) destacam como fatores para a degradação dessas áreas os seguintes aspectos:

As práticas de mineração e o superpastejo de diversos animais que acabam por expor o solo aos fatores de erosão, as formas de irrigação inadequadas que provocam a salinização do solo, o não uso de práticas conservacionistas as principais causas que deixam o solo desprotegido (MEDEIROS et al., 2012).



Um estudo realizado por Pereira et al., (2020) utilizando sensoriamento remoto para avaliar as condições de vegetação e temperatura da superfície terrestre dos municípios de Cajazeiras e Coremas a fim de identificar de possíveis áreas em processo de desertificação, que evidenciou que a cidade de Cajazeiras apresentou mais áreas propícias à desertificação. Entretanto ambos os municípios detêm possíveis áreas desertificadas ou em processo de desertificação o que sugere que atividades realizadas nessas localidades podem estar interferindo diretamente na formação desses focos.


Algumas dessas atividades podem estar atreladas às questões sociais e econômicas, como afirma Nascimento (2019), em um estudo realizado no município de Sumé-PB, no qual o extrativismo vegetal relacionava-se com o período em que o produtor precisava de uma renda complementar, para auxiliar no sustento familiar, porém a forma inadequada da utilização dos recursos naturais, como também as variações climáticas potencializam o processo da desertificação em áreas na região do Cariri Paraibano.

Desenvolvimento sustentável da caatinga

O ponto principal para um melhor desenvolvimento sustentável da Caatinga é a convivência com o semiárido, através de tecnologias voltadas para o manejo e conservação do bioma. A Articulação do Semiárido Brasileiro-ASA (2009), explica que o movimento pela convivência com o Semiárido adere às tecnologias sociais como uma forma de concretizar, tendo como proposta o desenvolvimento para aquela região. Bispo et al. (2020), frisam que a convivência com o semiárido, requer primeiramente um trabalho de conscientização dos atores envolvidos, podendo ser trabalhadas diversas vertentes com a comunidade visando uma metodologia participativa. Uma vez que, segundo Silva e Reis (2021) o semiárido é um local de possibilidades, de vida, de saberes e de resistência.

As tecnologias para convivência com o semiárido precisam ser estruturadas para além de apenas técnicas de manejo, é preciso, englobar questões que envolvem o social, visto que, fatores de estrutura social, como grau de escolaridade baixo, alto índice de pobreza e baixo índice de desenvolvimento humano são fatores que influenciam também na desertificação dessas áreas, levando a um manejo inadequado. Portanto, tecnologias sociais são definidas como:

Ser adaptada a pequenos produtores e consumidores de baixa renda; não promover o tipo de controle capitalista, segmentar, hierarquizar e dominar os trabalhadores; ser orientada para a satisfação das necessidades humanas; incentivar o potencial e a criatividade do produtor direto e dos usuários; ser capaz de viabilizar economicamente



empreendimentos como cooperativas populares, assentamentos de reforma agrária, agricultura familiar e pequenas empresas (NOVAES e DIAS, 2009).

Tecnologias sustentáveis para a prevenção da desertificação


As ações antrópicas estão ligadas diretamente e indiretamente com a desertificação no bioma Caatinga, sendo elas o extrativismo, as queimadas, o desmatamento, a caça e a agropecuária. Fazendo com que o solo fique empobrecido, perca matéria orgânica e microorganismos, levando a erosões severas. Além da perda de biodiversidade da fauna e flora, colocando em risco de extinção espécies endêmicas. Algumas tecnologias podem prevenir, ou pelo menos diminuir os impactos causados por essa relação homem-natureza, Demartelaere et al., (2021), elencam pontos para conservação do solo:

1º Estudar quais espécies se desenvolveram com mais facilidade na área degradada, para recompor o solo e a cobertura vegetal. Elas permitem a vinda de outras plantas. Uma das principais é a Senna uniflora; 2º Trazer amostras de sementes e mudas dessas plantas de outros lugares da caatinga, remexeram a terra para trazer para cima um solo mais fértil, e plantaram nesta área a ser recuperada; 3º Criar "núcleos" de proteção, cercando a área com madeira de algaroba, uma planta já comum no sertão, mas que é invasora e veio do Peru. A ideia é impedir que animais criados soltos, como o bode, comam as mudas; 4º Criar um aplicativo para catalogar e monitorar as áreas, verificando o que deu certo e aperfeiçoando o que deu errado (DEMARTELAERE et al., 2021).

Outro fator que influencia diretamente na desertificação é a baixa concentração de recursos hídricos na Caatinga, dificultando assim a agricultura e pecuária, levando ao extrativismo de espécies florestais para alimentação dos animais. Malvezzi (2007), afirma que o segredo da convivência com o Sertão passa pela produção e estocagem dos bens em tempos chuvosos para se viver adequadamente em tempos sem chuva.

A estocagem de águas de chuvas demanda recursos financeiros que em muita das vezes os agricultores não possuem, ficando na dependência de ações e programas do governo, uma dessas ações é o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), coordenado pelo Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) e executado pela rede de organizações da sociedade civil, Articulação do Semiárido (ASA), que foi lançado no ano de 2003 e tem como objetivo assistir famílias rurais para construção de cisternas de captação de águas de chuvas, com a formação, educação e mobilização. Esse programa melhorou a qualidade de vida de diversas famílias rurais, como destaca Silva e Reis (2021), em uma pesquisa realizada com agricultoras no estado da Bahia, na qual afirmaram que deixaram de se deslocar de suas casas para buscar água, em locais, muitas vezes, impróprios para consumo humano.

No estado do Ceará o projeto de revitalização de bacias hidrográficas tem como objetivo minimizar dificuldades e melhorar a adaptação das populações às circunstâncias do semiárido,



e segundo a EMATERCE (2013), esse projeto beneficiou, direta ou indiretamente, 208 famílias mediante diversas ações nas microbacias. Além de realizações de acompanhamento técnicos, por meio da Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), e encontros de educação ambiental, realizando cursos sobre obras hidroambientais e oficinas de capacitação com os populares para o conhecimento das obras antes de serem construídas.

Esses são alguns de diversas tecnologias que podem e devem ser adotadas como medidas preventivas e de correção, para que haja desenvolvimento social, econômico e acima de tudo sustentável na Caatinga.


Medidas de conscientização para o desenvolvimento sustentável da caatinga

A relação homem-natureza precisa ser repensada, pois, muitas ações do homem influenciam no desenvolvimento do meio ambiente, o uso exploratório e extrativista dos recursos naturais causa danos severos a todo o ecossistema, com consequências a curto e longo prazo. O desenvolvimento sustentável, como afirma Camargo (2003), possibilita a reconciliação da relação entre o homem e a natureza, como também as relações dos homens entre si.

Diante das emergentes questões éticas globais a respeito das ações antrópicas, o trabalho de conscientização de todos os envolvidos nessa relação é de extrema necessidade. Um dos métodos para alcançar essa conscientização é a educação ambiental, que de acordo com Medeiros et al. (2011), as questões ambientais estão cada vez mais presentes no cotidiano da sociedade, desta forma, a educação ambiental é essencial em todos os níveis dos processos educativos. Pois, segundo Pelicioni e Philippi-junior (2005), a Educação Ambiental (EA), desde o início da sua estruturação, alicerçou-se em conhecimentos ecológicos.

Outro ponto, são ações de extensão universitária que, segundo Bispo et al. (2020) podem contribuir para fortalecer esse processo de mútua formação, isto é, da comunidade pelos conhecimentos repassados e do jovem estudante pela convivência com a realidade local. Nessa interação, a universidade pode contribuir com técnicas que promovam a conservação de manejo sustentável, como também adquirindo conhecimento, uma vez que, de acordo com Thé et al., (2019), o acesso e o uso da natureza por comunidades tradicionais se fundamenta num conjunto de conhecimentos, práticas e crenças produzidas e reproduzidas a partir de suas tradições culturais e da sua experimentação cotidiana do ambiente próximo.

Medidas de conscientização e prevenção para o desenvolvimento sustentável da Caatinga, devem também ser ofertadas pelo governo, a partir programas como os de acesso à



água, saneamento básico, reflorestamento de espécies nativas, além de uma assistência técnica que atenda a demanda da localizadora, ou seja, uma assistência técnica especializada, voltada para as áreas da Caatinga.

Desta forma, o futuro da Caatinga requer ações imediatas para que as pessoas e a natureza possam caminhar juntas, numa trajetória mais sustentável, ou seja, uma sociedade que conserve a biodiversidade regional, seja próspera economicamente, promova inclusão e justiça social e desfrute de boa governança (TABARELLI et al., 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS


A desertificação no Bioma Caatinga tem crescido nos últimos anos, devido a diversos fatores naturais, mas principalmente pelas ações antrópicas, acarretando consequências de curto e longo prazo, tanto nos fatores ambientais, econômicos, sociais e culturais. Práticas de manejo, como extrativismo vegetal, queimadas, desmatamento, caça e agropecuária inadequada à região, tem intensificado a desertificação da Caatinga. Dessa forma, medidas de sensibilização ambiental das comunidades devem ser realizadas, através de programas e projetos de conservação e manejo adequado; educação ambiental e assistência técnica adequada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias- Agroecologia, da Universidade Federal da Paraíba e a CAPES.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, D. S.; SOUZA, S. D. G.; SOUZA, A. C. N.; SOUSA, M. L.M. Desertification scenario in Brazilian territory and actions to combat the problem in the State of Ceará, Brazilian Northeast. Edição especial - **Sociedade e ambiente no Semiárido: controvérsias e abordagens**. V.5, p. 673-696, 2020.
- ALMEIDA, R. O.; CAVALCANTE, A. M. B.; SILVA, E. M. Impactos das Mudanças Climáticas no Bioma Caatinga na Percepção dos Professores da Rede Pública Municipal de General Sampaio - Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. 3, p.397-405, 2020.
- ALVES, J. J. A.; SOUZA, E. N.; NASCIMENTO, S. S. Núcleos de desertificação no estado da Paraíba. **R. RA'E GA**, Curitiba, n. 17, p. 139-152, 2009.
- AQUINO, D. N.; ANDRADE, E. M. SOUZA-FILHO, E. T.; CAMPOS, D. A. Impacto de Secas e Antropização na Dinâmica da Cobertura Florestal em Fragmento do Domínio Fitogeográfico da Caatinga. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.14, n.03, p. 1675-1689, 2021.



ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V.; MARTINS, F. R. Repartição da flora lenhosa no domínio da Caatinga. In: ARAÚJO, F. S.; RODAL, M. J. N.; BARBOSA, M. R. V. (orgs.). **Análise das variações da biodiversidade do Bioma Caatinga**. Suporte a estratégias regionais de conservação. Brasília (DF): Ministério do meio Ambiente, 2005. p. 15-33.

ASA. Articulação do Semiárido Brasileiro. Asa 10 anos: construindo futuro e cidadania no Semiárido. Recife: ASA, 2009.

BATISTA, A. A. M.; OLIVEIRA, C. R. M. Plantas utilizadas como medicinais em uma comunidade do semiárido baiano: saberes tradicionais e a conservação. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p.74, 2014.

CAMARGO, A. L. B. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios**. Campinas, SP. Papirus, 2003.

CASTANHO, A. D. A., Coe, M., BRANDO, P., MACEDO, M., BACCINI, A., WALKER, W., ANDRADE, E. M. Potential shifts in the aboveground biomass and physiognomy of a seasonally dry tropical forest in a changing climate. **Environmental Research Letters**, v.15, p.034-053, 2020.

CORREIA, R. C.; KIILL, L. H. P.; MOURA, M. S. B.; CUNHA, T. J. F.; JESUS JUNIOR, L. A.; ARAUJO, J. L. P. A região semiárida brasileira. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina: **Embrapa Semiárido**, p.21-48, 2011.

DEMARTELAERE, A. C. F. Causas, consequências e métodos atribuídos para prevenir a desertificação na Caatinga. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.8, p. 83270-8328, 2021.

DOURADO, C. S. Áreas de risco de desertificação: cenários atuais e futuros frente às mudanças climáticas. Campinas/SP, **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) – UNESP, 2017.


EITEN, G. Ecology of tropical savannas. **Ecological Studies**, New York, Spring-Verlag. Brazilian Savannas. v.42, n.25, 1982.

EMATERCE – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará. Ações do Projeto de Convivência com o Semiárido, 2013.

GABRIEL, A. A. V.; SARDO. Estudo etnoecológico sobre o rio santa maria do rio doce: como diferentes gerações se relacionam com o rio. In: GÜLLICH. R. I T. **Reflexões acerca da Etnobiologia e Etnoecologia no Brasil**. Cap.9, p.84-90, 2019.

GAVIÃO, R. M. N.; PARLNDIM, L. S.; ALVES, E. RA.; ROCHA, I. L. Ações antrópicas e seus impactos nos processos de desertificação da localidade de Pedras Correntes-PI. **Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - Vol. 7: Congestas**, 2019. ISSN 2318-7603

GUILIETTI, A. M. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Orgs.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para conservação**. Brasília. Ministério do Meio Ambiente, 2004, p. 48.98.



Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). INPE Nordeste mapeia o desmatamento da Caatinga, 2015. Disponível em: <http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3895>. Acesso em 27. Out. 2021.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change 2007: The physical science basis. Cambridge, v. 18 p. 2007.

IPCC- Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change:2018. Sumário para Formuladores de Políticas. MCTIC. Brasil, 2019.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press: Cambridge, United Kingdom and New York, 2014a, 1132 p.

LUCENA, C. M. et al. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. **Gaia Scientia**. Edição Especial Cactaceae. v.9, n.2, p.77-90, 2015.

LUCENA, C. M. et al. Conhecimento local sobre cactáceas em comunidades rurais na mesorregião do sertão da Paraíba (Nordeste, Brasil). **Revista Biotemas**. v.25, n.3, p. 282-288, 2012.

MALVEZZI, R. Semiárido: Uma Visão Holística. Brasília: Ltda, 2007. 140 p. Sistema de Gestão da Informação de do Conhecimento do Semiárido, INSA (2012).

MEDEIROS, A. B. et al. A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 4, n. 1, 2011.

MEDEIROS, L. R. A.; ISMAEL, L. L.; BRASILIANO, L. N.; SCHIMIDT-FILHO, R. Desertificação na Paraíba: diagnóstico e perspectivas. **Revista Verde**, v.7, n.1, p. 239 - 248, 2012.


MEDEIROS, T. K. F.; LUSTOSA, E. A.; OLIVEIRA, J. L. S., SILVA, E. Desertificação Ambiental: causa e efeitos no semiárido Paraibano. **Anais...** In: I Congresso Nacional de meio Ambiente e Sociedade. p.1-11, 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Monitoramento dos Desmatamentos nos Biomas Brasileiros Biomas por Satélite. Brasília: Centro de Sensoriamento Remoto – **CSR/IBAMA**. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25 out. 2021.

NASCIMENTO, J. M. P. Diagnóstico sobre o cenário do extrativismo vegetal e desertificação no Cariri Paraibano. 27f. **Monografia** (Tecnologia em agroecologia). Universidade Federal de Campina Grande, Sumé-PB, 2019.

NOVAES, H. T.; DIAS, R. Contribuições ao Marco Analítico Conceitual da Tecnologia Social. In: DAGNINO, R. P. **Tecnologia Social**: ferramenta para construir outra sociedade. Campinas: IG/ UNICAMP, 2009. 95p.

PARAIBA. Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dosefeitos da seca no estado da Paraíba (PAE-PB). João Pessoa: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente, 2011.



PEIXOTO, M. R. Levantamento florístico e padrões de distribuição de cactaceae na serra do sincorá, Bahia, Brasil. 105f, 2014. **Dissertação** (mestrado) Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. CRUZ DAS ALMAS- BA.

PELICIONI, M. C. F.; PHILIPPI JR., A.. Bases políticas, conceituais, filosóficas e ideológicas da Educação Ambiental In PHILIPPI JR, Arlindo; PELICIONI, Maria Cecília Focesi (editores) **Educação Ambiental e Sustentabilidade**. Barueri, SP: Manole, 2005, 878p.

PEREIRA, J. P. A. et al. A utilização de sensoriamento remoto para visualização de possíveis áreas desertificadas nos municípios de Cajazeiras e Coremas, PB. **Brazilian Journal of Development, Curitiba**, v. 6, n.4, p.18009-18021, 2020.

PIAUI – Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação – PAE- PI, 2010. Disponível em:<https://antigo.mma.gov.br/images/arquivos/gestao_territorial/desertificacao/programas_estaduais/pae_pi-versao_final.pdf>. Acesso em: 27. out 2021.

POSEY, D.A. Introdução Etnobiologia, teoria e prática. In: D. Ribeiro (ed.) **Suma Etnológica Brasileira**. Petrópolis, Vozes /FINEP. p. 15-25, 1986.

SANTOS, F. A.; AQUINO, C. M. S. Estimativa da erodibilidade dos solos em área suscetível à desertificação, no estado do Piauí: o caso dos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí. **Revista GeoPantanal**, v. 10, n. 19, p. 101-111, 2016.

SILVA, M. C. N.; RODRIGUES, F. W. A. ; BRAGA, D. V. V. USO ETNOBOTÂNICO DO MANDACARU (*Cereus Jamacaru* De. Candolle) X Biologia Da Conservação: Percepção Ambiental Dos Moradores De Uma Comunidade Rural Do Sertão Pernambucano. ...**Anais**. III Congresso Nacional de Ciências Agrárias, p 1-10, 2018.

SILVA, M. S.; REIS, S. M. A. O. Tecnologias sociais contextualizadas para a convivência com o semiárido: dialogando com os sujeitos. **Ensino em Perspectivas**, Fortaleza, v.2, n.4, p.1-11, 2021.

SILVA, L. M. Q. Avaliação do potencial de cactáceas para aplicações em processos biotecnológicos. **Monografia** (Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos)- Universidade Federal de Campina Grande, Sumé. 48f, 2019.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. The Caatinga and desertification. **Mercator**, v.14, p. 131-150, 2015.

TABARELLI, M.; LEAL, I. R.; SCARANO, F. R.; SILVA, J. M. C. Caatinga: legado, trajetória e desafios rumo à sustentabilidade. **Ciência e Cultura**, v.70, n.4, p. 1-9, 2018.

THÉ, A. P. G.; ALMEIDA, C. S.; FRÓIS, M. M. Conhecimentos ecológicos de comunidades tradicionais ribeirinhas do rio são francisco: contribuição aos processos de reterritorialização e à resolução de conflitos ambientais. In: GÜLLICH. R. I T. **Reflexões acerca da Etnobiologia e Etnoecologia no Brasil**. Cap.5, p.52-58, 2019.

UNITED NATIONS CONVENTION TO COMBAT DESERTIFICATION – UNCCD. Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação nos países afetados por seca grave



e/ou desertificação, particularmente na África. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente, 1997.



CAPÍTULO 29

ROUPA COM CONSCIÊNCIA: A SUSTENTABILIDADE EXIBIDA NO INSTAGRAM

Juliana Abonizio
Fernanda Kleber Curtarelli

RESUMO

Apesar de evocada em vários nichos de mercado, a ideia de sustentabilidade não tem contornos precisos. A fim de desvendar os critérios que subjazem a classificação de determinados produtos como sustentáveis, fizemos uma reflexão sobre um nicho específico e crescente: *conscious clothing*. A análise se deu através da observação de fotos compartilhadas na rede social Instagram, a partir do encaixe de um conjunto de etiquetas (hashtags, ou seja, inscrições que servem como rotuladores para que as fotos sejam mais facilmente encontradas nas buscas pelo aplicativo). Dessa observação parte a intenção de uma investigação sobre as formas de socialização e as modalidades em que a socialização se estratifica através das interações e experiências do cotidiano. Como, por exemplo, os mecanismos e lógicas sociais empregados na produção dos conhecimentos do senso comum sobre o que é ser sustentável. As imagens analisadas: fotos de jovens mulheres vestindo roupas com aspecto de algodão, em tons neutros, numa paleta de cores terrosas, cabelos cuidadosamente despenteados em cenários de natureza com um toque outonal esmeradamente escolhidos, permitiram perceber que a ideia de sustentabilidade abriga noções difusas de valorização de produtos naturais, valorização de pequenos produtores, interesse em produtos orgânicos e em reaproveitamento de materiais recicláveis. No entanto, percebemos que o apelo à venda e a motivação de consumo não se situam em critérios definidos de produção dos bens ofertados e podem estar inclusive na contramão desses ideais pois, muitas vezes, parecem mais fundamentados em uma estética que evoca uma concepção romantizada de natureza e artesanato atuando como uma espécie de resistência estética ao capitalismo industrial.

PALAVRAS-CHAVE: consumo verde, identidade verde, identidade sustentável, significações do cotidiano

INTRODUÇÃO

Numa perambulação desprezenciosa pela web, mais precisamente numa volta pelo aplicativo *Instagram*²⁸ me deparei com a *hashtag*²⁹ *conscious clothing*, vestuário consciente, em tradução livre. Intrigante, pensei. E segui a etiqueta.

Eram mais de 34 mil publicações com a *tag*, uma quantidade expressiva ao meu ver. Observei com atenção as fotos que irrompiam na tela do meu *smartphone*. Fotos de araras de roupas e *looks* montados, pessoas praticando yoga, algumas frases motivacionais. E muitas,

²⁸Rede social de compartilhamento de fotos e vídeos, que permite a aplicação de filtros digitais e compartilhamento inclusive através de outras redes sociais.

²⁹Conjunto de palavras-chave ou de uma única palavra, precedido pelo símbolo de cerquilha. O uso de hashtags na internet (principalmente em redes sociais), permite organizar os conteúdos e facilita a busca por temas.



muitas fotos de jovens mulheres vestindo roupas com aspecto de algodão, em tons neutros, numa paleta de cores terrosas, cabelos cuidadosamente despenteados em cenários de natureza com um toque outonal esmeradamente escolhidos. Se não todas, mas a maioria das fotos parecia vir de um mesmo mundo.

Fiquei curiosa e tão logo me peguei pensando sobre quem estava usando e compartilhando essa *hashtag*. E também os segui. Nos espaços individuais (dos perfis que englobavam tanto pessoas, quanto empresas – lojas de moda com o apelo nitidamente sustentável) os mesmos ícones se repetiam: a paleta de cores, o visual primorosamente bagunçado em ares bucólicos (numa inclinação artística de volta à vida da natureza morta). O conjunto da *tag conscious clothing* com as demais etiquetas presentes nas fotos (*#sustainablefashion*, *#ethicalfashion*, *#slowfashion*, *#wearyourvalue*³⁰, e as recentes *#whomademyclothes* e *#imadeyourclothes*³¹ que ganharam força com a última edição da *Fashion Revolution Week*³²) denotavam uma aparente preocupação com a sustentabilidade, pelo menos no que tange ao mundo da moda.

Mas o que seria afinal a sustentabilidade? Indaguei a mim mesma sobre os seus limites e contornos. Para tentar delimitar os traços (por vezes imprecisos) que contornam a sustentabilidade recorri à etimologia. O termo "sustentável" vem do latim *sustentare* que quer dizer sustentar, defender, favorecer, apoiar, conservar, cuidar. Nos dicionários de língua portuguesa aparecem dois verbetes: qualidade ou condição do que é sustentável e modelo de sistema que tem condições para se manter ou conservar.

O conceito de sustentabilidade relacionado ao meio ambiente só começou a ser rascunhado na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano³³ (United Nations Conference on the Human Environment - UNCHE), no ano de 1972. E a partir de então

³⁰Respectivamente “moda sustentável” e “moda ética” (em tradução livre); movimento sustentável que critica a produção de roupas em massa e “vista seus valores”, em tradução livre.

³¹ “Quem fez minhas roupas” e “Eu fiz suas roupas”, em tradução livre.

³²A Fashion Revolution Week é a semana de eventos promovida pela Fashion Revolution, um movimento global que reivindica uma maior transparência, sustentabilidade e ética na indústria da moda. O movimento teve início após a tragédia do desabamento do Rana Plaza, um edifício que abrigava 5 fábricas têxteis em Bangladesh. No desabamento do edifício de 9 andares, 1.130 pessoas morreram e mais de 2.500 ficaram feridas. As fábricas instaladas no edifício, que prestavam serviços para mais de 30 marcas de renome internacional, não apresentavam condições adequadas de trabalho e segurança.

³³A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano (realizada na cidade de Estocolmo, Suécia, de 5 a 16 de junho de 1972) foi a primeira conferência da Organização das Nações Unidas sobre o meio ambiente e a primeira grande reunião internacional para discutir as atividades humanas em relação ao meio ambiente. A Conferência lançou as bases das ações ambientais internacionalmente, chamando a atenção global especialmente para questões relacionadas com a degradação ambiental e a poluição.



tem se transformado em um conceito sistêmico, englobando pontos de vista sobre processos econômicos, sociais, culturais e ambientais.

E então temos a moda. Moda, do latim *modus*: maneira de fazer. Ou ainda (seguindo as *hashtags*) *fashion*, palavra que deriva do vocábulo francês *façon*, e que significa modo, maneira. Onde chegamos ao resultado de: maneira ou modo de fazer algo (de se vestir, de falar, de comer) levando em consideração um panorama ambiental, econômico e sociocultural.

Logo, se a moda sustentável articula práticas e representações de modos de fazer (de se vestir, de comer, de consumir), ela é um objeto cultural que representa o modo de vida dos indivíduos. E o Instagram se inscreve nesse panorama como um espelho de processos sociais, permitindo que o usuário diga muito sobre si mesmo ao expressar seus valores em imagens (e todas as simbologias que roupas, cores, expressões carregam) e textos (incluindo as etiquetas classificatórias), onde assume os papéis de espectador e personagem ao mesmo tempo.

Ao checar os posts, era notório que a soma dos atributos e particularidades nas fotos postadas estavam formando uma identidade. Não só a apresentação pessoal, mas as *hashtags*, as etiquetas de auto representação estavam rotulando e dando forma para esse grupo de pessoas. Assim como um produto.

“O principal problema da vida social é fixar os significados de modo que fiquem estáveis por algum tempo. Sem modos convencionais de selecionar e fixar significados acordados, falta uma base consensual mínima para a sociedade.” (DOUGLAS e ISHERWOOD, 2009, p. 112). Esses modos e convenções que constituem as definições públicas são tidos como rituais, que servem para enquadrar os significados consensuais. O uso das *hashtags*, por exemplo, pode ser compreendido aqui como processo ritual para dar sentido e classificação às identidades que se apresentam.

Dessa observação parte a intenção de uma investigação sobre as formas de socialização e as modalidades em que a socialização se estratifica através das interações e experiências do cotidiano. A ordem social é construída em contextos de pertencimento e afirmação da identidade. Quais mecanismos e lógicas sociais são empregados na produção dos conhecimentos do senso comum sobre o que é ser sustentável? Nessa afirmação da identidade existe um consumo de significações que criam a própria imagem pessoal? Quais são essas lógicas sociais que fundamentam a realidade sociológica quando se fala em identidade sustentável?



APRESENTAÇÃO E REPRESENTAÇÃO DE IDENTIDADES

A vida cotidiana apresenta-se a cada indivíduo como um mundo intersubjetivo. Um mundo onde cada indivíduo participa junto com outras pessoas e que também é constituído por todos esses indivíduos participantes (BERGER e LUCKMAN, 1985). Por isso, há uma contínua correspondência entre os significados de um e os significados do outro neste mundo comum que partilham. As objetivações, nesse contexto, atuam como índices dos processos subjetivos. E como exemplos desses índices destacam-se as formas (e signos) como cada indivíduo se apresenta, se representa e se porta.

“A identidade é um fenômeno que deriva da dialética entre um indivíduo e a sociedade. Os tipos de identidade, por outro lado, são produtos sociais *tout court*, elementos relativamente estáveis da realidade social objetiva.” (BERGER E LUCKMANN, 1985, p. 230). O que Berger e Luckmann apresentam é que a construção e a manutenção de uma identidade é condicionada por determinados processos sociais, que, por sua vez, são também determinados pelas estruturas sociais.

Assim, as identidades (sua construção e apresentação) precisam ser observadas e consideradas em seus contextos relacionais, uma vez que produzem efeitos sociais concretos. Goffman (1988) indica que a sociedade designa as formas de categorização das pessoas através dos atributos pertinentes aos membros de determinada categoria. Ou seja, pela sociedade são estabelecidas categorias de pertencimento. A essas categorias são elencados atributos, particularidades e características inatas aos membros. Isso quer dizer que há um padrão externo, determinado pela sociedade e pelos ambientes sociais, onde o indivíduo é posicionado. Por isso, na observação e análise da construção de uma identidade devem ser levados em consideração os parâmetros e expectativas estabelecidos àquele indivíduo pelo meio social.

Temos, portanto, que a cada um de nós existe uma espécie de manual apresentado sobre como devemos nos orientar em sociedade, como um código social. E além disso, “o papel que o indivíduo desempenha é talhado de acordo com os papéis desempenhados pelos outros presentes e, ainda, esses outros também constituem a plateia.” (GOFFMAN, 1988, p. 9).

Isso quer dizer que vivemos de inferências: moldamos nosso comportamento de acordo com as deduções que fazemos do comportamento alheio. Também nos moldamos de acordo com o que queremos que os outros ponderem sobre nós. É o que Goffman traz como jogo de informação: em “ciclo potencialmente infinito de encobrimento, descobrimento, revelações falsas e redescobertas.” (1988, p. 17).



Toda a discussão sobre a identidade pessoal também se aplica às identidades dos objetos (roupas, acessórios, adornos), já que esses objetos são fragmentos da composição de nossas identidades e que possuem sentidos que transcendem a sua função. A moda é um elemento essencial da construção identitária, seja ela dos indivíduos ou de grupos sociais. A moda sinaliza ao mesmo tempo o pertencimento, o status e tantas outras nuances sobre quem veste.

Com a quantidade de peculiaridades que permeiam as diferentes fotos, sinto-me inclinada a considerar que o “verde” está na moda.

“A moda significa, pois, por um lado, a anexação do igualmente posto, a unidade de um círculo por ela caracterizado, e assim o fechamento deste grupo perante os que se encontram mais abaixo, a caracterização destes como não pertencendo àquele. Unir e diferenciar são as duas funções básicas que aqui se unem de modo inseparável, das quais uma, embora constitua ou porque constitui a oposição lógica à outra, é a condição da sua realização.” (SIMMEL, 2008, p. 25).

A moda que se traduz como uma expressão acentuada da vida moderna tecendo suas significações como forma de vida, marca das distinções de classe, como um jogo da incessante imitação de uma classe por outra e como meio de inserção dos indivíduos num grupo social (SIMMEL, 2008).

A apresentação de um aspecto quase desleixado nas roupas com cortes largos confeccionadas em tecidos não tão fluidos e nos cabelos bagunçados em outros contextos e situações poderiam representar um símbolo de estigma. Mas essas fotos etiquetadas como *conscious clothing* no *Instagram* trazem consigo um aspecto de sofisticação e requinte e se transformam em símbolos de prestígio. “A identidade pessoal afirma-se cada vez mais como uma identidade corpórea que responde – com êxito ou não – aos esforços de investimento que se fazem no corpo.” (PAIS, 2006, p.95 – 96).

No aspecto móvel, dinâmico e instável da pós modernidade, a moda e o seu inerente consumo precisam ser observados na dinâmica de um processo social, e não apenas na evolução de seu conteúdo. “Na sociedade de consumo não se adquirem apenas bens de utilidade intrínseca mas, sobretudo, bens que ajudam a formar uma ‘autoimagem’”. (PAIS, 2006, p. 95). Portanto, a moda e o consumo revelam uma objetividade da construção subjetiva sobre as próprias imagens singulares pessoais.

Embora exista uma espécie de código social sempre em vigência ao qual os indivíduos estão submetidos, e haja uma certa conformação dos indivíduos aos gostos (tendências) que são postos dada a importância do sentimento de pertencimento a um grupo (PAIS, 2006), mesmo



dentro da homogeneidade do grupo há a necessidade do indivíduo de destacar sua própria diversidade.

Ao passo que a moda expressa e destaca o impulso para a equalização dos indivíduos, também os faz para a individualização. “(...) a moda nada mais é do que uma forma particular entre muitas formas de vida, graças à qual a tendência para a igualização social se une à tendência para a diferença e a diversidade individuais num agir unitário.” (SIMMEL, 2008, p. 24).

Douglas e Isherwood (2009) chamam a atenção para as dimensões culturais e simbólicas do consumo e para a diversidade de motivações e interesses que percorrem o ato de consumir. Assim, cada signo agregado nas fotografias postadas no *Instagram*, cada autodenominação fixada por meio das etiquetas virtuais incorporam novas camadas de significados, “como se [os indivíduos] apenas ganhassem consciência de si quando se objectualizam, isto é, quando, idealmente empossados nesses objectos de consumo, imaginam despertar nos outros a mesma atenção que esses objectos lhes despertaram” (PAIS, 2006, p. 91). Para Douglas e Isherwood (2006), consumir é um ato social, pois criamos relações (vínculos) com os que estão à nossa volta e comunicamos a partir do que consumimos. “O consumo é a própria arena e, que a cultura é objeto de lutas que lhe conferem forma.” (DOUGLAS e ISHERWOOD, 2006, p.103). Por isso, o consumo é um elemento do processo social.

DISCREPÂNCIAS E DISPARIDADES DO CONSUMO COM AS PREMISSAS DA SUSTENTABILIDADE

A análise mais minuciosa da aparência das roupas (rótulos) e elementos das fotos me fazem pensar sobre a lógica econômica presente e no paradoxo da incitação para a compra (já que muitos dos perfis eram de lojas e, por conseguinte, propagandas), motivação contraditória à lógica sustentável.

Mais ainda, será que todos aqueles elementos de fato articulam com as questões que apoiam a sustentabilidade? A maioria dos tecidos utilizados na fabricação das roupas daquela grande vitrine virtual eram (aparentemente) confeccionadas de algodão.

A produção de tecidos de algodão (em geral) acarreta diversos impactos ambientais. A começar pelo plantio do algodão: Santos (1997) apresenta que a maioria dos produtores empregam formas tradicionais de plantio (uso de agrotóxicos, pesticidas, fungicidas, inseticidas, adubos químicos...), práticas que causam danos ao meio ambiente. A colheita, quando utilizados desfolhantes químicos, agride consideravelmente o meio ambiente.



E ainda há o processo de produção têxtil. Na fiação e malharia, Santos aponta que “os principais impactos ambientais causados nessa etapa da produção são os níveis de ruído e calor gerados pelas máquinas, além do pó composto por partículas de algodão resultantes dos processos de fiação.” (1997, p. 5). No beneficiamento do algodão, talvez a área mais crítica em termos de poluição ambiental, são utilizadas muitas substâncias químicas “com utilização de processos de risco ambiental acentuado e potencialmente poluidores” (SANTOS, 1997, p. 5). Isso sem falar nos processos de confecção e embalagem da produção têxtil.

“As pessoas são sempre o que aparentam, costuma dizer-se. O que quer dizer que as identificações podem ser de fachada.” (PAIS, 2006, p.92), nos aponta Pais, aquiescendo que a demonstração de uma aparência “verde” pode ser uma artimanha, um recurso para definir sua própria identidade aos que observam e participam do processo social. “O que representamos constitui o que queremos ser para os demais”, (PAIS, 2006, p.92) continua o autor, indicando a importância da representação do comportamento humano em sociedade no cotidiano. Portanto, não seria mais importante parecer ser alguma coisa do que ser, de fato?

Goffman traz que “fachada, portanto, é o equipamento expressivo de tipo padronizado intencional ou inconscientemente empregado pelo indivíduo durante sua representação.” (GOFFMAN, 1985, p.29). Assim, é perceptível que o indivíduo pode apenas servir-se do aspecto imagético da sustentabilidade para aparentar ser algo aos demais, o que não exclui a possibilidade de compartilhar das crenças e atitudes sustentáveis em um ou mais panoramas da vida cotidiana.

Ou ainda, podemos partir para a perspectiva de que para esses consumidores (ainda que conheçam as formas de produção possivelmente insustentáveis) as roupas e mercadorias adquirem uma representação muito maior do que a função para que foram desenhadas. Elas representam um estilo de vida. Dessa forma, a dimensão da experiência se torna imensamente relevante na construção dos hábitos desse consumidor.

Portanto, o consumo de roupas e acessórios que se constituem como elementos do universo sustentável através da estética não se dá apenas pelo intento de consumir (usar, extinguir), mas pela expressão de um ideal, para compor a construção de uma imagem e a afirmação de quem consome. O uso desses elementos se categorizaria como uma forma de comunicação entre o mundo de quem usa e o mundo de quem vê é apresentada.

Contudo, não podemos deixar de ponderar sobre a grande dimensão que o conhecimento construído no cotidiano a partir do senso comum adquire na vida de cada indivíduo. Quantas



ações e escolhas são realizadas diariamente sem que haja uma análise sobre as suas motivações ou justificativas?

Dessa forma, ainda que o uso de roupas e acessórios confeccionados com materiais cuja produção se faz às avessas aos preceitos da sustentabilidade possa se caracterizar como contraditório, o desconhecimento sobre os processos de produção dos bens não necessariamente se configura como uma fraude ao movimento sustentável. Pois é necessário que se apresente um motivo para que coloquemos à prova nossos julgamentos e concepções sobre alguma coisa axiomática em nossa vida.

Partindo dessa lógica onde a construção do saber cotidiano de um indivíduo é recíproco com o da sociedade em que ele se insere (pois o constroem juntos), utilizar um tecido de algodão, por exemplo, que gera inúmeros impactos ambientais em sua produção como supervalorização da dimensão estética sustentável é legítimo de certo ponto de vista, pois essa é a estética sustentável e de estima pelo meio-ambiente conhecida e disseminada.

CONCLUSÃO

Na pós modernidade, com a passagem da homogeneidade e uniformidade para a individualização dos sujeitos, levantou-se um mundo novo, repleto de novas perspectivas e expectativas inéditas. Com isso as esferas sociais se multiplicaram de modo que agora os indivíduos fazem parte de diversos círculos sociais que se aproximam, mas que não se sobrepõem totalmente.

Nessas interseções (antagônicas por vezes) na vida de cada indivíduo, há uma defrontação pela multiplicidade de objetos culturais postos. Assim percebemos o mundo da vida cotidiana cada vez mais marcado pelo pluralismo, contraste e diferenças, mas onde valores e preceitos singulares se conquistam através da absorção de valores culturais exteriores, numa dinâmica social de um ciclo infinito de consumo.

Analisando os mecanismos empregados na produção do senso comum: a produção intersubjetiva que mescla os conhecimentos disponíveis no acervo comum da sociedade com as experiências de compartilhamento dos processos de subjetivações com os demais indivíduos que pertencem ao círculo social, é notório que o processo de identificação pessoal, principalmente através da utilização de *hashtags*, se traduz como um processo ritual. Ritual ao ponto que há a necessidade por parte dos usuários de marcarem suas publicações (se atribuírem características, por conseguinte) com *tags* ou etiquetas habituais, geralmente relacionadas ou que pertencem a uma rede de elementos. Realizando uma construção social da sua própria



identidade (e da identidade de um grupo) através das rotas que utiliza para se apresentar aos demais.


A partir das imagens analisadas foi perceptível que a ideia de sustentabilidade abriga noções difusas de valorização de produtos naturais, valorização de pequenos produtores, interesse em produtos orgânicos e em reaproveitamento de materiais recicláveis. No entanto, percebemos que o apelo à venda e a motivação de consumo não se situam em critérios definidos de produção dos bens ofertados e podem estar inclusive na contramão desses ideais pois, muitas vezes, parecem mais fundamentados em uma estética que evoca uma concepção romantizada de natureza e artesanato atuando como uma espécie de resistência estética ao capitalismo industrial.

Através do cotidiano é que são realizadas e aplicadas as construções do social. Ao se autocaracterizar como “verde” ou sustentável, tanto o indivíduo quanto o produto dotam-se de significações para a construção da sua imagem no mundo do senso comum. O que quer dizer que não necessariamente certos elementos tidos como sustentáveis pelo senso comum, possuem uma lógica de produção sustentável (podendo ter uma lógica de produção totalmente reversa aos dogmas pregados).

As discrepâncias entre o consumo e os dogmas da sustentabilidade aparecem porque as relações de consumo com os produtos não são construídas a partir de uma lógica exata. O consumo é um jogo entre os aspectos sensoriais, emotivos, simbólicos e físicos. O consumo acentuado dessas roupas e acessórios (ainda que estejam dentro de uma lógica avessa aos ideais sustentáveis) não é percebido como negativo, pois transforma a manifestação estética em uma manifestação de sensibilidade imperante e preocupação com as causas levantadas.

Torno a mergulhar nas *hashtags* e no turbilhão de fotos desalinhadamente impecáveis. Concluo que não cabe aqui realizar julgamentos sobre a conduta sustentável dos etiquetadores da *conscious clothing*, nem das marcas que se vestem de simbolismos na (possível e suposta) tentativa de angariar mais público em nichos de mercado. O que cabe é analisar a interpretação teórica do mundo e a maneira pela qual as realidades são construídas. Até porque, de qualquer forma, nunca há um processo simples nas relações sociais entre os indivíduos.

Mais uma olhada no *Instagram* e na *#consciousclothing*. Afinal, a roupa tem consciência? Indaguei numa conversa eremítica de tom jocoso. Acho que em tempos onde tudo



é politicamente correto, o que não é consciente é démodé. E desliguei o celular pra economizar bateria e energia, afinal de contas, não quero estar fora dessa tendência.

REFERÊNCIAS

BERGER, Peter L., LUCKMANN, Thomas. **A construção social da realidade: tratado da sociologia do conhecimento**; tradução de Floriano de Souza Fernandes. Petrópolis: Vozes, 1985.

DOUGLAS, M. & ISHERWOOD, B. **O mundo dos bens: para uma antropologia do consumo**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2006.

GOFFMAN, Erving. **A representação do eu na vida cotidiana**; tradução de Maria Célia Raposo. Petrópolis: Vozes, 1985.

GOFFMAN, Erving. **Estigma: notas sobre a manipulação da identidade deteriorada**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

PAIS, José Machado. **Nos rastros da solidão: deambulações sociológicas**. Porto: Âmbar, 2006.

SANTOS, Simone. **Impacto ambiental causado pela indústria têxtil**. Santa Catarina, ES. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1997_t6410.pdf, 1997.

SIMMEL, George. **Filosofia da Moda e outros escritos**; tradução Artur Mourão. Lisboa: Edições Texto e Grafia: 2008.



CAPÍTULO 30

DIAGNÓSTICO DA ARBORIZAÇÃO DE VIA PÚBLICA NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE DUTRA-MA

DOI: 10.47402/ed.ep.c202297030115

Adeval Alexandre Cavalcante Neto
Liliff Raab dos Santos Ferreira
Francisca Andreina da Silva Alcantara Souza
Teresa Cristina Ferreira da Silva Gondim
Daniel Fernandes Rodrigues Barroso
Iberê Pereira Parente

RESUMO

As árvores desempenham um papel fundamental para melhoria da qualidade ambiental das cidades. Por outro lado, a falta de planejamento para a implantação das áreas verdes, pode trazer transtornos à população. Desta forma, o presente estudo buscou realizar um inventário qualitativo da arborização da Rua Adalberto de Macedo, no bairro Paulo Falcão, em Presidente Dutra-MA. No inventário realizado, determinou-se o nome vulgar e científico das espécies e verificou-se os conflitos existentes entre as árvores e infraestrutura urbana. Os resultados da pesquisa mostraram que todas as espécies identificadas são de origem exótica, destacando-se o alto percentual de indivíduos (65%) pertencentes à espécie *Azadirachta indica* A. Juss, conhecida popularmente com Nim. Verificou-se ainda a existência de conflitos entre árvores e infraestrutura urbana, tais como: árvores com espaço menor que 1m² para o desenvolvimento das raízes, que trouxe como consequências a danificação de calçadas, conflitos com a fiação elétrica e árvores plantadas muito próximas às esquinas, que dificulta a circulação de veículos e pessoas.

PALAVRAS-CHAVES: áreas verdes, vegetação, inventário.

INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades tem despertado, cada vez mais, preocupações no sentido de manutenção da qualidade ambiental destes espaços urbanos. Desta forma, a arborização presente nas cidades, em especial, nas vias públicas, tem contribuído para diminuição da poluição atmosférica, sonora, além de embelezarem o ambiente. Por outro lado, espécimes vegetais incompatíveis implantadas, podem trazer transtornos, como a diminuição da biodiversidade local, por exemplo. (SILVA et al., 2019).

Corroborando com esse entendimento, Coletto et al. (2008) enfatizam que a arborização presente em vias públicas contribuem para amenização da temperatura, serve de abrigo e fornece alimentos para os animais e até mesmo, pessoas. Contudo, quando implantada sem planejamento prévio, podem trazer prejuízos e gerar uma série de conflitos urbanos. Para Coelho Junior et al. (2019) a falta de planejamento, onde em muitas ocasiões há uma substituição da flora nativa por espécies exóticas, contribuem para alteração no ambiente

natural e de certa forma, maior uniformidade das espécies de um local, o que traz como consequência, a redução da biodiversidade.

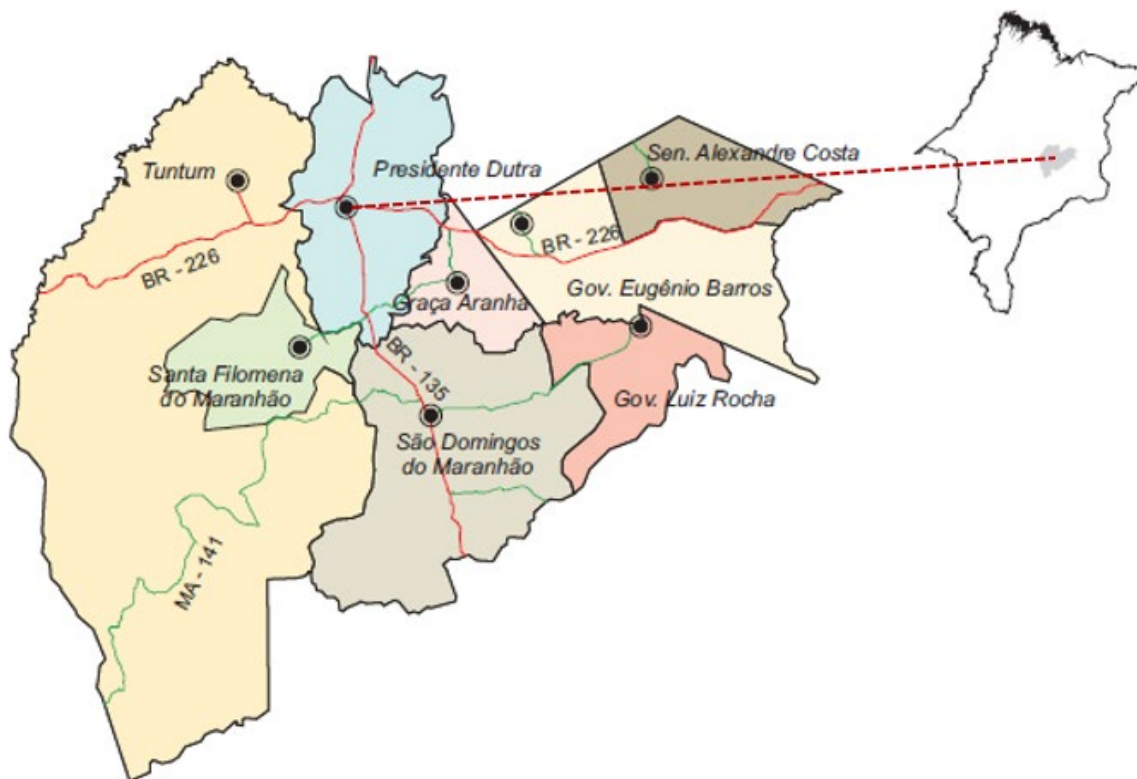
Nesse sentido, a arborização de canteiros presentes em vias públicas, calçadas e rotatórias torna-se fundamental quando se pensa em qualidade ambiental dos espaços urbanos, devendo haver planejamento para a implantação de espécies nestes ambientes. (GADOTTI: CARVALHO, 2017).

A realização de um inventário para conhecer as espécies existentes em um determinado local é de sua importância para compreensão da realidade, em termos de biodiversidade florística. Portanto, objetivou-se nesta pesquisa inventariar a arborização da Rua Adalberto de Macedo, do Bairro Paulo Falcão, no município de Presidente Dutra-MA.

METODOLOGIA

A pesquisa foi desenvolvida no município de Presidente Dutra-MA (Figura 1), situado na Mesorregião Centro Maranhense e Microrregião de Presidente Dutra, apresentando uma população estimada para 2021 de conta uma população estimada para o ano de 2019 de 48.264 habitantes (IBGE, 2019).

Figura 1: Localização do município de Presidente Dutra-MA



Fonte: Maranhão (2008), adaptado

A pesquisa foi realizada em duas etapas: inicialmente, foram feitas pesquisas sobre a temática da arborização urbana em literaturas especializadas, como livros e artigos científicos. Após, fez-se um inventário da arborização da Rua Adalberto de Macedo, a partir de visitas de campo.

Elaborou-se um mapa da área da pesquisa, a partir do software Google Earth Pro. Visando-se obter melhor detalhamento dos objetos geográficos encontrados nas imagens aéreas do software, fez-se uso de cartas da Diretoria de Serviço Geográfico (DSG).

As espécies foram identificadas pelo método visual, com anotações do nome vulgar e científico. Também, fez registro fotográfico de todas os indivíduos arbóreos. Quando se julgou necessário, realizou-se a coleta de material botânico e fez anotações das características morfológicas das espécies, para posterior identificação.

No que diz respeito à origem fitogeográfica das espécies, estas foram classificadas em nativas e exóticas, seguindo as recomendações de BAUMANN et al. (2019).

Os dados coletados no inventário da arborização, foram tabulados e analisados de forma quantitativa e qualitativa através de estatística descritiva.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 é possível visualizar a representação cartográfica do Bairro Paulo Falcão, bem como a Rua Adalberto de Macedo, selecionada para esta pesquisa.

Figura 2: Localização da Rua Adalberto de Macedo



Fonte: Google Earth (2021)

Como observado na Figura 2, o bairro Paulo Falcão cresceu sem planejamento, da mesma forma como pode ser observado para a arborização das vias públicas. Segundo Santos et al. (2019) o crescimento populacional desordenado, verificado atualmente nos centros urbanos, levou os espaços destinados a arborização de vias públicas serem substituídos por espaços de outras finalidade como residências e prédios.

Na Rua Adalberto de Macedo, a partir do inventário florestal realizado, foi possível identificar a presença de 20 árvores (Tabela 1).

Tabela 1: Relação das espécies vegetais, nomes populares, origens, número de indivíduos e frequência relativa, registrados na Rua Adalberto de Macedo

Família / Espécie	Nome Vulgar	Origem	Ni	Freq. %
<i>Acacia Mangium</i>	Acácia	Exótica	1	5%
<i>Syzygium jambolanum</i>	Azeitona-preta	Exótica	1	5%
<i>Ficus benjamina</i> L.	Ficus	Exótica	1	5%
<i>Quisqualis indica</i>	Jasmin-da-índia	Exótica	1	5%
<i>Mangifera indica</i>	Mangueira	Exótica	1	5%
<i>Azadirachta indica</i> A. Juss	Nim	Exótica	13	65%
<i>Annona squamosa</i>	Pinha	Exótica	2	10%
TOTAL			20	100%

Nota: Ni = número de indivíduos; Freq. = frequência relativa.

Fonte: os autores

Conforme constatado na Tabela 1, todas as espécies encontradas são exóticas. Para Blum et al. (2011) casos como o observado neste estudo, poderão acarretar em desequilíbrios ecológicos e, em médio ou longo prazo, provocar a diminuição da biodiversidade regional. Segundo os autores, é importante que espécies exóticas em vias públicas, sejam substituídas de forma gradativa e planejada, por espécies que sejam nativas da região fitoecológica local.

De acordo com Rufino et al. (2019), o descaso pela biodiversidade nativa no meio urbano brasileiro já foi diagnosticado por escritores, nas primeiras décadas do século passado, desta forma, a falta de apego pelas árvores ou plantas nativas regionais, fez com que permitíssemos que as cidades nordestinas fossem invadidas por espécies exóticas.

Corroborando com os autores supracitados, Santos et al. (2017), realizaram um estudo da arborização do município de Nova Palmeira, no estado da Paraíba, verificaram que 64,7% da arborização presente no município é proveniente de espécies exóticas. Da mesma forma, no inventário da vegetação de praças e avenidas na cidade de Aldeias Altas-MA, Oliveira et al. (2018) observaram que 80% das espécies são de origem exótica.



A mesma constatação foi feita por Silva Junior et al. (2020), os quais realizaram estudo da arborização de praças e vias públicas da cidade de Valença-BA e identificaram que 69,6% das espécies são de plantas exóticas, sendo que boa parte destas, apresentaram-se como potencias causadoras de conflitos com a estrutura urbana.

Verificou-se ainda, no presente estudo, que 65% dos indivíduos arbóreos identificados pertencem à espécie Nim (*Azadirachta indica* A. Juss). No inventário da arborização da cidade de Balsas-MA, Sousa et al. (2021) também observaram números expressivos do Nim no município, cerca de 50,14% das espécies encontradas no estudo.

Com relação à espécie *Azadirachta indica* A. Juss, que é uma planta exótica, Santos e Fabricante (2020) destacam que é uma árvore originária da Índia, fazendo parte da família Meliaceae e que chegou ao país na década de 1980, entretanto, apesar de suas inúmeras utilidades é uma espécie agressiva e invasora, que pode trazer sérios prejuízos ambientais em casos como o observado nesta pesquisa.

Os conflitos existentes entre as espécies e infraestrutura urbana, se encontram apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Conflitos existentes entre as árvores e a rua Adalberto de Macedo

Conflitos	%
Espaço livre <1m ²	55%
Distância de postes <2 m	5%
Distância da esquina <5 m	15%
Conflito com rede elétrica	45%

Fonte: os autores

De acordo com o observado na Tabela 2, a maioria dos indivíduos arbóreos inventariados (55%), possuía pequeno espaço para o desenvolvimento de suas raízes, tendo sido verificado nas visitas de campo, várias calçadas que se encontravam danificadas, conforme pode ser visto na Figura 3.

Em pesquisa realizada em Gurupi-TO, Oliveira et al. (2017) observaram que um alto percentual de árvores foram responsáveis por trincas e destruição de calçadas, provocadas pelo afloramento das raízes para a superfície. Para os autores, estes fatos devem-se a falta de espaço disponível para que haja desenvolvimento adequado das árvores, ou seja, não dispõem de área livre, de no mínimo 1 m².

Da mesma forma, no estudo da arborização do Bairro Vila Yolanda, na cidade de Foz do Iguaçu - PR, Toscan et al. (2010) identificaram que em 32% dos casos, foi possível observar início de danos às calçadas, já em 5% da amostragem, constatou-se danos consideráveis.

Figura 3: Falta de espaço adequado para o crescimento das raízes



Fonte: os autores

Verificou-se na Rua Adalberto de Macedo que 45% das árvores apresentavam conflito com a rede elétrica, este percentual é superior ao encontrado por Silva et al. (2021) no bairro Livramento, no Município de Santarém-Pará, que observaram um percentual de conflito em torno de 34,2% dos casos. De acordo com os autores, o contato de árvores com a rede elétrica tem sido uma das principais causas de interrupção do sistema em nosso país.

Em estudo da arborização no centro histórico da cidade de Cáceres-MT, Franco et al. (2020) verificaram que dos 127 indivíduos arbóreos observados, apenas 15 árvores (11,6%), conflitavam com a rede elétrica. Para os autores, apesar da falta de planejamento na arborização da área estudada, esse percentual de conflito pode ser considerado baixo, diferentemente do observado neste estudo.

De acordo com São Paulo (2015) a distância mínima das árvores com os postes deve ser de 2m, podendo chegar a 3 m, a depender do porte da árvore, ainda estabelece que a distância mínima para a esquina deve ser de 5 m. Neste estudo observou que 1 árvore (5%) do total, apresentava distância para o poste inferior a estabelecido, bem como um total de 3 árvores (15%) com distância menor que 5 metros para a esquina.

Pode-se perceber que há uma necessidade de intervenção da gestão pública com relação à arborização da Rua Adalberto de Macedo e ruas adjacentes, pois, embora não tenham sido inventariadas as outras ruas, tem-se observado diversos conflitos entre a arborização e os

componentes urbanos. Na Figura 4 pode-se verificar outros conflitos observados no presente estudo.

Figura 4: Conflitos vistos entre as árvores e infraestrutura urbana na Rua Adalberto de Macedo



Fonte: os autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível constatar na pesquisa que o Bairro Paulo Falcão cresceu sem um planejamento adequado, da mesma forma como pode ser observado para a arborização das vias públicas.


No inventário realizado na arborização da Rua Adalberto de Macedo, foi possível identificar a presença de 20 árvores, todas de origem exótica, destacando-se o alto percentual de indivíduos (65%) pertencentes à espécie *Azadirachta indica* A. Juss, conhecida popularmente com Nim.

Verificou-se ainda a existência de conflitos entre árvores e infraestrutura urbana, tais como: árvores com espaço menor que 1m² para o desenvolvimento das raízes, que trouxe como consequência a danificação de calçadas, conflitos com a fiação elétrica e árvores plantas muito próximas às esquinas, que dificulta a circulação de veículos e pessoas.

Há uma necessidade de intervenção da gestão pública, com relação à arborização da Rua Adalberto de Macedo e adjacências, buscando-se harmonizar o desenvolvimento urbano com a qualidade ambiental destes ambientes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA Campus Presidente Dutra pela execução da pesquisa e a Pró-reitoria de Pesquisa, Pós-



graduação e Inovação – PRPGI/IFMA pelo auxílio e concessão da bolsa de pesquisa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

BAUMANN, S. S. R. T.; BRÍGIDA, C. A. S.; SILVA, J. B. S.; LIMA, P. S.; RABELA, L. K. L.; PIRES, E.C.; MAESTRI, M. P.; AQUINO, M.G.C. Espécies arbóreas tóxicas presentes na arborização urbana do município de Santarém, Pará. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 10, n. 3, p. 342-351, 2019.

BLUM, C. T.; BORGIO, M.; SAMPAIO, A. C. F.. Espécies exóticas invasoras na arborização de vias públicas de Maringá-PR. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 2, p. 78-97, 2008.

COELHO JUNIOR, W. P. et al. Espécies utilizadas na arborização das vias públicas do bairro centro na cidade de Picos-PI. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, p. 209-215, 2019.

COLETTI, E. P.; MÜLLER, N. G.; WOLSKI, S. S. Diagnóstico da arborização das vias públicas do município de Sete de Setembro-RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 3, n. 2, p. 110-122, 2008.

FRANCO, F. M. et al. Arborização e Desenho Urbano uma Análise no Centro Histórico de Cáceres-MT. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 8, n. 18, 2020.

GADOTTI, J. L.; CARVALHO, S. M. Mapeamento da arborização das vias públicas do bairro boa vista em ponta grossa-pr com o uso de geotecnologias. XXVI Encontro Anual de Iniciação Científica. Eacic, 2017.


INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades: Dom Pedro - MA. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/presidente-dutra/panorama> > Acesso em: 26 out. 2021.

MANUAL TÉCNICO DE ARBORIZAÇÃO URBANA DE SÃO PAULO. 3ª ed. Prefeitura da Cidade de São Paulo – SP, 2015.

OLIVEIRA, L. M.; SANTOS, A. F.; SOUZA, P. A.; ALVES, K.C. C. L. F.; GIONDO, M. Diagnóstico da arborização nas calçadas de Gurupi, TO. **RevSBAU**, Piracicaba, v.12, n.1, p.105-121, 2017.

OLIVEIRA, Miguel Sena et al. Espécies vegetais presentes em praças e avenidas do município de Aldeias Altas, Maranhão, Brasil. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 12, n. 4, p. 13-22, 2018.

RUFINO, Mariana Rodrigues; SILVINO, Amanda Sousa; MORO, Marcelo Freire. Exóticas, exóticas, exóticas: reflexões sobre a monótona arborização de uma cidade brasileira. **Rodriguésia**, v. 70, 2019.



SANTOS, F. D. dos et al. Situação da arborização urbana no município de frederico westphalen, RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 14, n. 1, p. 53-62, 2019.

SANTOS, G. dos; FABRICANTE, J. R. Potencial de invasão biológica do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) no nordeste brasileiro. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 14, n. 3, p. 07-12, 2020.

SANTOS, J. J. A. S.; SANTOS, A. E. S.; SILVA, A. M.; SANTOS, V. C.; SANTANA NETO, D. C. Levantamento botânico de plantas utilizadas na arborização urbana de Nova Palmeira, Paraíba. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.12, n.5, p.866-873, 2017.

Silva Junior, A. S.; Freitas, R. M. O.; Matias, M. I. A. S.; Lucena, E. A. R. M. Levantamento de espécies arbóreas em vias públicas do Município de Valença - Bahia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 93958-93974, 2020.

SILVA, J. J. M. et al. Análise quali-quantitativa da arborização urbana do bairro livramento, município de santarém, Pará, Brasil. **Biodiversidade**, v. 20, n. 1, 2021.

SILVA, O. H. et al. Avaliação da arborização viária da cidade de São Tomé, Paraná. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 371-384, 2019.

SOUSA, O. H. Q. et al. Inventário arbóreo e percepção da população sobre a arborização urbana na Cidade de Balsas-MA. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e11710716285-e11710716285, 2021.

TOSCAN, M. A. G.; RICKLI, H. C.; BARTINICKI, D.; SANTOS, D. S.; ROSSA, D. Inventário e análise da arborização do bairro Vila Yolanda, do município de Foz do Iguaçu-PR. *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Piracicaba, v. 05, n. 03, p.165-184, 2010.

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

Multiplicidades do

MEIO AMBIENTE

na contemporaneidade

Edilene Dias Santos
Francisco Oricelio da Silva Brindeiro
Roger Goulart Mello
Organizadores



2022

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

Multiplicidades do

MEIO AMBIENTE

na contemporaneidade

Edilene Dias Santos
Francisco Oricelio da Silva Brindeiro
Roger Goulart Mello
Organizadores



2022