

Roger Goulart Mello
Patrícia Gonçalves de Freitas
(Organizadores)

MEIO AMBIENTE:

GESTÃO, PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



2020

Roger Goulart Mello
Patrícia Gonçalves de Freitas
(Organizadores)

MEIO AMBIENTE:

GESTÃO, PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



2020

2020 by Editora e-Publicar
Copyright © Editora e-Publicar
Copyright do Texto © 2020 Os autores
Copyright da Edição © 2020 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

**MEIO AMBIENTE: GESTÃO, PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL, VOL.1**

Todo o conteúdo dos artigos, 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

Dr^a Cristiana Barcelos da Silva – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Dr^a Elis Regina Barbosa Angelo – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Dr. Rafael Leal da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Dr. Fábio Pereira Cerdera – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Dr^a Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes

Me. Doutorando Mateus Dias Antunes – Universidade de São Paulo

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

Me. Doutorando Francisco Oricelio da Silva Brindeiro – Universidade Estadual do Ceará

M^a Doutoranda Bianca Gabriely Ferreira Silva – Universidade Federal de Pernambuco

M^a Doutoranda Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Me. Doutorando Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes

M^a Doutoranda Jucilene Oliveira de Sousa – Universidade Estadual de Campinas



2020

M^a Doutoranda Luana Lima Guimarães – Universidade Federal do Ceará
M^a Cristiane Elisa Ribas Batista – Universidade Federal de Santa Catarina
M^a Andrelize Schabo Ferreira de Assis – Universidade Federal de Rondônia
Me.Daniel Ordane da Costa Vale – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Me.Glaucio Martins da Silva Bandeira – Universidade Federal Fluminense
Me. Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro
M^a Luma Mirely de Souza Brandão – Universidade Tiradentes
Dr^a. Rita Rodrigues de Souza - Universidade Estadual Paulista
Dr. Helio Fernando Lobo Nogueira da Gama - Universidade Estadual De Santa Cruz
Dr. Willian Douglas Guilherme - Universidade Federal do Tocantins
Dr^a. Naiola Paiva de Miranda - Universidade Federal do Ceará
Dr^a. Dayanne Tomaz Casimiro da Silva - UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

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

M514 Meio ambiente [recurso eletrônico]: gestão, preservação e desenvolvimento sustentável: vol. 1 / Organizadores Roger Goulart Mello, Patrícia Gonçalves de Freitas. – Rio de Janeiro, RJ: e-Publicar, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-87207-98-8

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Conservação da natureza.
3.Sustentabilidade. I. Mello, Roger Goulart, 1992-. II. Freitas, Patrícia Gonçalves de, 1992-.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Editora e-Publicar
Rio de Janeiro – RJ – Brasil
contato@editorapublicar.com.br
www.editorapublicar.com.br



Apresentação

É com imensa satisfação que apresentamos a obra “**Meio Ambiente: Gestão, Preservação e Desenvolvimento Sustentável, vol. 1**” que busca abordar múltiplos assuntos relacionados a área de meio ambiente, tais como: os impactos ambientais proporcionados pelas atividades humanas, preservação ambiental, gestão ambiental, educação ambiental, dentre outros.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Patrícia Gonçalves de Freitas

Roger Goulart Mello

Editora e-Publicar

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....05

CAPÍTULO 1 – USO DO SOFTWARE GOOGLE EARTH PRO PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE SOLEDADE-PARAÍBA.....14

Vanessa Rosales Bezerra
Valderi Duarte Leite
Luis Reyes Rosales Montero
Roberta Milena Moura Rodrigues
Rejane Mirelle Izabel Porto

CAPÍTULO 2 – AGROTÓXICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA: UMA PROBLEMÁTICA NO CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL SUSTENTÁVEL.....18

Ana Paula da Silva Rodrigues
Eloy Fassi Casagrande Junior

CAPÍTULO 3 – CONCEPÇÃO DOS ALUNOS DE UM CURSO DE BIOLOGIA SOBRE A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA FORMAÇÃO DOCENTE.....31

Alexsandro Ferreira de Souza Silva
David Dias de Andrade
Maria José Souza Pinho
Adson dos Santos Bastos

CAPÍTULO 4 – POLÍTICA AMBIENTAL AMBIENTE NA ERA LULA: ANÁLISE ENTRE PROGRAMAS DOMÉSTICOS E INTERNACIONAIS.....44

Aline Michelle Dib
Vitor Henrique Francisco dos Santos

CAPÍTULO 5 – ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SOBREMESA LÁCTEA COM ADIÇÃO DE PALMA ‘*Opuntiaficus-indica (L.) Mill.*’.....63

Álvaro Gustavo Ferreira da Silva
Sinthya Kelly Queiroz Morais
Bruna Rocha da Silva
Raíssa Cristina Leandro Vitor
Dauany de Sousa Oliveira
Larissa da Silva Santos Pinheiro
Pedro Victor Crescêncio de Freitas
Marcelino Maia Bessa

CAPÍTULO 6 – AGENDA DA SEGURANÇA PÚBLICA PARA A SUSTENTABILIDADE DOS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS.....75
DOI: 10.47402/ed.ep.c20203486988

Anilton da Silva Estevam
Wnilma Silva de Souza
Dajana Gabriella Nóbrega Santos da Silva
Ernani Machado de Freitas Lins Neto
Carlos Alberto Batista Santos

CAPÍTULO 7 – ATUAÇÃO DE SETOR COM VIÉS SUSTENTÁVEL ALIADO AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E TÁTICO DE IES.....94

Cinara Dayse Soares Pereira
Fabrynne Mendes de Oliveira
Daniel Pereira de Morais
Thâmara Martins Ismael de Souza
Joelma Lima Oliveira

CAPÍTULO 8 – INTEGRAÇÃO ENTRE O *TRIPLE BOTTOM LINE* E O *BALANCED SCORECARD*: ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA SERGIPANA.....104

Margareth de Souza Costa
David Nunes da Cunha
Jérsica Florindo de Araújo Barros
Ricardo Tadeu Soares Santos

CAPÍTULO 9 – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DENTÁRIOS EM CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS E SUA RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE.....116

Edith Umasi Ramos
Joan Carlos Santos Silva
Ana Paula Farnezi Bassi

CAPÍTULO 10 – AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ZONA ESTUARINA DO RIO CAPIBARIBE, RECIFE-PE, BRASIL130

Edja Lillian Pacheco da Luz
Patrícia Nazaré Ferreira dos Santos
Marília Costa de Medeiros

CAPÍTULO 11 – DIESEL x GNV: ALTERNATIVA DE MITIGAÇÃO DA EMISSÃO DE CO₂ PELO TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS.....140

Sonaly Mendes Arruda
Hélio da Silva Queiroz Júnior
Izabelle Marie Trindade Bezerra
Walter Santa Cruz
Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga

CAPÍTULO 12 – AS VANTAGENS DA LOGÍSTICA REVERSA.....157

Erika Dayane Ribeiro de Matos

CAPÍTULO 13 – AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO BIOLÓGICO ANAERÓBIO E AERÓBIO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO MAIS ESGOTO DOMÉSTICO.....166

Gabriely Dias Dantas Tavares
Evelyne Morgana Ferreira Costa
Jefferson Santos de Amorim
Valderi Duarte Leite

CAPÍTULO 14 – REMOÇÃO DE NITROGÊNIO: UMA REVISÃO NO TRATAMENTO COMBINADO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E ESGOTO DOMÉSTICO.....179

Gabriely Dias Dantas Tavares
Evelyne Morgana Ferreira Costa
Jefferson Santos de Amorim
Valderi Duarte Leite

CAPÍTULO 15 – ANÁLISE DE INDICADORES AMBIENTAIS E PROPOSIÇÃO DO ZEE DE SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ALTO CAPIBARIBE-PE.....193

Helenize Carlos de Macêdo
Maria Fernanda Abrantes Torres

CAPÍTULO 16 – ENERGIAS RENOVÁVEIS COMO FONTE SUSTENTÁVEL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA.....216

José Sebastião Thiego de Oliveira
Jamyly Maria Bezerra Cavalcanti
Antônio Ferreira de Lima Filho
Carlos Alberto Mendes da Silva Filho
Henrique John Pereira Neves

CAPÍTULO 17 – ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATÉRIA PRIMA NA SÍNTESE ALCALINA.....230

Ithyara Dheylyle Machado de Medeiros
Kerolayne Santos Leite
Jéssica Felipe do Nascimento
João Victor Furtado Frazão de Medeiros
Kelly Cristiane Gomes

CAPÍTULO 18 – AVALIAÇÃO DO RISCO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL PELO USO DE AGROTÓXICOS NA SUB-BACIA DO NATUBA, VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - PERNAMBUCO.....238

Jonathas Gomes de Carvalho Marques
Marília Regina Costa Castro Lyra
Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho
Rogéria Mendes do Nascimento
José Antônio Aleixo da Silva
Suzana Maria Gico Lima Montenegro

CAPÍTULO 19 – O USO DE PRODUTOS AGROTÓXICOS: DESTINAÇÃO DAS EMBALAGENS.....255

José de Figueiredo Belém
Raimundo Leite Quantal
Alyne Leite de Oliveira

CAPÍTULO 20 – APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DE ÓLEO DE FRITURA NO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA EMULSIONÁVEL.....271

DOI: 10.47402/ed.ep.c202034920988

Fábia Rafaella Silva Alves
Juliano Carlo Rufino de Freitas
Juliana de Souza Alencar Falcão

CAPÍTULO 21 – TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA E POTENCIAL APLICAÇÃO EM FORMAS FARMACÊUTICAS DO TIPO EMULSÕES.....282

DOI: 10.47402/ed.ep.c202035021988

Fábia Rafaella Silva Alves
Juliano Carlo Rufino Freitas
Juliana de Souza Alencar Falcão

CAPÍTULO 22 – EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA: ESTUDO DE CASO SOBRE O USO DA ÁGUA E DOS RESÍDUOS SÓLIDOS.....301

Kaliane dos Santos Lima
Dayane Eugênia da Silva
Runielly Garcia Xavier

CAPÍTULO 23 – EDUCAÇÃO AMBIENTAL: O REFLORESTAMENTO COMO PRÁTICA EDUCATIVA DE UMA ESCOLA DO MUNICÍPIO DE MIRACEMA DO TOCANTINS/TO.....312

Marilene Guimarães
Kátia Barbosa

CAPÍTULO 24 – PESCADORES E OS EFEITOS DO AQUECIMENTO GLOBAL NOS OCEANOS: CONHECIMENTO ECOLÓGICO LOCAL E RESILIÊNCIA.....319

Leidiane Priscilla de Paiva Batista

CAPÍTULO 25 – NO SERTÃO TAMBÉM TEM PEIXE: PESCADORES ARTESANAIS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO.....326

Leidiane Priscilla de Paiva Batista

Edson Oliveira de Paula

Tharcia Priscilla de Paiva Batista Matos

CAPÍTULO 26 – AJUSTAMENTO OSMÓTICO DURANTE O CRESCIMENTO INICIAL DE *Cnidocolus quercifolius* Pohl (EUPHORBIACEAE) COM E SEM TRICOMAS SUBMETIDAS À SUPRESSÃO E POSTERIOR RETORNO DA REGA.....333

Marta Ribeiro Barbosa

Lindomar Maria de Souza

Cláudia Ulisses de Carvalho e Silva

Terezinha Rangel Camara

CAPÍTULO 27 – GESTÃO URBANA SUSTENTÁVEL COM USO DO CONCRETO PERMEÁVEL: ANÁLISE DE DESEMPENHO NA VARIAÇÃO DA ALTURA E DA RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO.....350

Cleiton Marcos da Silva Alves

Roberto Gonçalves de Almeida Filho

Rafael Gonçalves Fagundes Pereira

Milton Gonçalves da Silva Júnior

Jéssica Nayara Dias

Aurélio Caetano Feliciano

CAPÍTULO 28 – SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA EXPANSÃO URBANA.....366

Aura Luz Fernandez Abarca

Milton Gonçalves da Silva Junior

Fernando Ernesto Ucker

Cristina de Fátima Mattos Antunes

CAPÍTULO 29 – RESÍDUOS HOSPITALARES E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS.....384

Osdete Correa de Carvalho

CAPÍTULO 30 – POTENCIALIDADE À SALINIZAÇÃO E À DESERTIFICAÇÃO DE PERÍMETROS IRRIGADOS POR SENSORIAMENTO REMOTO.....393

Danrley Bosco Santos Silva
Rayane Oliveira Andrade
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento

CAPÍTULO 31 – SANEAMENTO RURAL.....405

Semirames do Nascimento Silva
Josivanda Palmeira Gomes
Polyana Barbosa da Silva
Eliezer da Cunha Siqueira
Luís Paulo Firmino Romão da Silva
Mailson Gregório Gonçalves
Roberta de Oliveira Sousa Wanderley
Nágela Maria Henrique Mascarenhas

CAPÍTULO 32 – AGRICULTURA CONVENCIONAL E AGRICULTURA FAMILIAR DE BASE AGROECOLÓGICA.....414

Semirames do Nascimento Silva
Eliezer da Cunha Siqueira
Damião Junior Gomes
Polyana Barbosa da Silva
Luís Paulo Firmino Romão da Silva
Mailson Gregório Gonçalves
Nágela Maria Henrique Mascarenhas
Roberta de Oliveira Sousa Wanderley

CAPÍTULO 33 – GERMINAÇÃO, VIGOR E MORFOLOGIA DE SEMENTES DE MILHO NO ALTO SERTÃO PARAIBANO.....425

Semirames do Nascimento Silva
Eliezer da Cunha Siqueira
Damião Junior Gomes
Polyana Barbosa da Silva
Luís Paulo Firmino Romão da Silva
Roberta de Oliveira Sousa Wanderley
Mailson Gregório Gonçalves
Nágela Maria Henrique Mascarenhas

CAPÍTULO 34 – ECONOMIA DOS SETORES POPULARES: ORGANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO NO ESTADO DA BAHIA.....432

Tiago Silva dos Santos

CAPÍTULO 35 – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DA EXPANSÃO DAS FLORESTAS PLANTADAS NO NORDESTE BRASILEIRO.....446

Jussara Mara Lima Queiroz

Gerlanny Vieira de Morais

Eduarda Louise de Oliveira Figueiredo

Dayanne Kelly de Araújo Medeiros

Wanessa Alves Martins

Viviane Farias Silva



CAPÍTULO 1

USO DO SOFTWARE GOOGLE EARTH PRO PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE SOLEDADE-PARAÍBA

Vanessa Rosales Bezerra, Doutoranda Engenharia Ambiental, Universidade Estadual Da Paraíba

Valderi Duarte Leite, Professor De Pos Graduação Ciências e Tecnologia Ambiental, UEPB

Luis Reyes Rosales Montero, Professor Departamento em Engenharia Eletrica, UFCG

Roberta Milena Moura Rodrigues, Doutoranda Engenharia Ambiental, Universidade Estadual Da Paraíba

Rejane Mirelle Izabel Porto, Graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental


RESUMO

A geração de resíduos gerados em nosso país, atualmente apresenta-se como grave problema de saneamento ambiental, posto que, a produção per capita de resíduos sólidos aumenta anualmente, tornando complicado o seu tratamento adequado e destinação final correta. Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são encontrados comumente em terreno baldio, margens de rios e córregos, causando inúmeros impactos negativos ao meio ambiente. Neste contexto, o objetivo do artigo é apresentar a utilização de sistema de informação geográfica como ferramenta, utilizada para gerenciamento de (RSU) no município de Soledade, Paraíba. Identificou-se, os pontos de descartes clandestino de RSU através do software do software Google Earth Pro, as coordenadas geográficas de todos os pontos de RSU foram registrados no banco de dados do programa descrito. Conclui-se que o uso da geotecnologia é fundamental para a gestão e monitoramento ambiental, visto que favorece a busca rápida e com exatidão. Finalmente, são apresentadas as vantagens econômicas e ambientais propiciando uma gestão de RSU.

Palavras-chave: Geotecnologia; Saneamento; Imagem de satélites.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o ministério do meio ambiente (MMA 2012) “a Agenda 21, ficou estabelecido que o manejo ambientalmente saudável desses resíduos deve ir além do simples depósito ou aproveitamento por métodos seguros dos resíduos gerados e buscar resolver a causa fundamental do problema, procurando mudar os padrões não sustentáveis de produção e consumo”. Isso significa que o uso de manejo integrado deste ciclo como conceito, é grande oportunidade de união entre meio ambiente e desenvolvimento.



Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), foi instituída pela Lei n.º 12.305, em 2 de agosto de 2010. Este acontecimento é histórico para a gestão ambiental no Brasil, referente a grande problemática: o lixo.

Os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos estão minuciosamente descrito na PNRS. A Política Nacional de Resíduos Sólidos distingue o lixo que pode ser reaproveitado ou reciclado e o que não é possível reciclar.

A norma NBR 10.004/2004 regulamentada define tecnicamente resíduos sólidos como sendo:

“Resíduos no estado sólido e semi-sólido resultante de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isto soluções técnicas e economicamente viáveis em face da melhor tecnologia disponível” (ABNT2004, p.01).

Ainda, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), NBR 10004/2004, tendo em vista os riscos originados do resíduos sólidos a saúde pública e meio ambiente, traz a classificação dos tipos dos resíduos quanto ao seu manejo e destinação final.

2. OBJETIVO

O objetivo do trabalho é apresentar a utilização de sistema de informação geográfica como ferramenta, utilizada para gerenciamento de (RSU) no município de Soledade, Paraíba.

3. METODOLOGIA

Soledade é um município no estado da Paraíba, localizado na região geográfica imediata de Campina Grande. A sua população está estimada em 14.987 habitantes, área territorial de 560 km²(IBGE,2017)

Este trabalho seguiu as seguintes etapas metodológicas:



Como fonte de dados foi utilizado as imagens de alta resolução, captadas utilizando o software chamado Google Earth PRO versão Earth 7.1.7.2606, um aplicativo gratuito, que fornece inúmeras ferramentas com recursos essenciais.

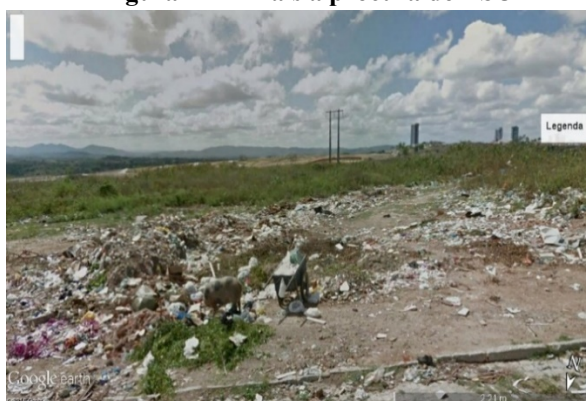
O Geo-objeto estudado apresenta múltiplas representações temporais, considerando que o resíduo é retirado pela prefeitura de uma terreno baldio e geralmente colocado de novo pela própria população.

Foi realizado a pesquisa detalhada, através de imagens digitais em busca de todos os tipos de resíduos depositados no perímetro urbano de Soledade, é concebível a identificação de áreas com RSU com alta resolução de imagem, sendo registrado as imagens fotográficas de grande proximidade como prova de autenticidade do problema discutido.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a pesquisa foi observado inúmeras áreas com deposição de RSU, ocasionando a presença de roedores, insetos e animais peçonhentos trazendo consequências a saúde pública como febre amarela e dengue, conforme figura 1.

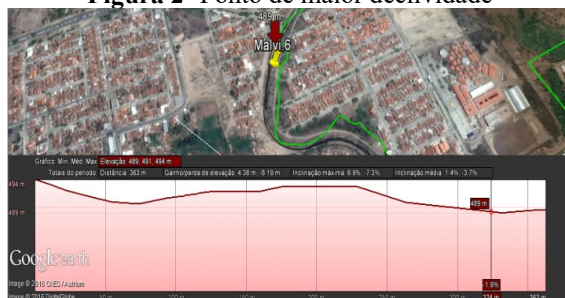
Figura 1-Animais a procura de RSU



Fonte: Google earth

Foi possível identificar a correlação dos pontos de maior e menor deposição de RSU, ocasionado principalmente pela declividade do terreno, ou seja, o ponto mais íngreme apresenta menos resíduo posto que, é assoreado para o ponto mais baixo do terreno. Conforme a Figura 2, sendo resultado de maior declividade no setor descrito.

Figura 2- Ponto de maior declividade



Fonte: Google Earth,(2016)



5. CONCLUSÃO

Foi possível constatar a contribuição do uso de geotecnologias, como o sistema de informação geográfica, utilizando o software Google Earth, como fonte de informações de dados da superfície terrestre.

O Google Earth é uma ferramenta inovadora para Pré-Diagnostico em estudos ambientais, através das informações obtidas, podemos confirmar a importância do uso de geotecnologia para gestão resíduos sólidos urbanos, inclusive para monitoramento de áreas degradadas.

A análise espacial realizada nesta pesquisa, dos locais com descarte irregular na cidade de Soledade, com resíduos Sólidos urbanos mostrou a relevante problemática, pois foi possível constatar que a cidade está totalmente devastada e a maior parte do solo está degradado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: classificação de resíduos sólidos. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Lei n.º 12.305/2010 – Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010.

IBGE CIDADES disponível em:<
<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=250400>> acessado em 03/11/2018

MMA Ministério do Meio Ambiente. 2012. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global/item/681> > - CAPÍTULO 21 - MANEJO AMBIENTALMENTE SAUDÁVEL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E QUESTÕES RELACIONADAS COM OS ESGOTOS, acessado em 03/11/2018



CAPÍTULO 2

AGROTÓXICOS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA: UMA PROBLEMÁTICA NO CONTEXTO DO DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL SUSTENTÁVEL

Ana Paula da Silva Rodrigues, Doutoranda em Tecnologia e Sociedade, UTFPR

Eloy Fassi Casagrande Junior, PhD em Inovação Tecnológica e Sustentabilidade,
Professor da UTFPR


RESUMO

O objetivo dessa pesquisa consiste em averiguar os índices de comercialização e uso de agrotóxicos nos municípios que integram a Região Metropolitana de Curitiba (RMC), estado do Paraná, com as respectivas implicações para a promoção da preservação ambiental e para o desenvolvimento territorial local sustentável. O consumo dessas substâncias químicas contaminantes nas práticas agrícolas cresceu exponencialmente na última década, não apenas no Paraná, mas no Brasil e no mundo, acarretando inúmeros riscos ao meio ambiente e para a saúde de todas as formas de vida existentes no planeta. A população está sendo envenenada com alimentos contendo resíduos tóxicos provenientes dessas substâncias nocivas. A problemática dos agrotóxicos também se configura como um dos fatores prejudiciais ao desenvolvimento territorial sustentável. Inúmeros municípios que integram a Região possuem áreas com mananciais destinados ao abastecimento público, sendo de fundamental importância a preservação para que não ocorra a contaminação da água. O presente estudo, em função de suas particularidades, classifica-se como um estudo de caso, contando ainda com pesquisa bibliográfica e documental, especialmente a legislação vigente e dados oriundos de órgãos governamentais. As principais conclusões apontam para a necessidade de políticas socioambientais e educativas integradas no contexto dos municípios e entre eles; acesso à informação, assim como a participação popular nos processos decisórios; fortalecimento do sentimento de pertencimento ao território e sua valorização; e práticas agrícolas mais sustentáveis, com vistas à segurança alimentar e nutricional. A viabilização do desenvolvimento sustentável na conjuntura de uma sociedade global de riscos implica desafios de ordens diversas aos gestores públicos.

Palavras-chave: Políticas públicas; contaminação; áreas protegidas; educação.

INTRODUÇÃO

Vivemos em uma “sociedade global de risco”, incluindo-se nesse contexto a contaminação por agrotóxicos. O desenvolvimento científico-tecnológico, juntamente com a ideia tipicamente moderna de progresso, contribuiu de forma decisiva para o fatalismo da sociedade industrial, e conseqüentemente para a projeção de seus riscos (BECK, 2011).




A problemática do uso de agrotóxicos vem sendo discutida há décadas no mundo todo. Estudos como o de Rachel Carson (2010) e Colborn; Dumanoski; Myers (1997), respectivamente com os livros “Primavera Silenciosa” e “O Futuro Roubado” - apenas para mencionar dois clássicos, obtiveram grande repercussão ao demonstrarem os efeitos nocivos que tais substâncias provocam no meio ambiente e para todas as formas de vida. A alta incidência de câncer, a infertilidade em seres humanos e animais selvagens, entre outros, retratados por tais estudos a partir da segunda metade do século passado, colocou a população em estado de alerta quanto ao uso indiscriminado dessas substâncias químicas contaminantes, enfatizando os impactos causados ao meio ambiente, além dos agravos para a saúde, de forma mais ampla.

Nas décadas seguintes outras preocupações foram se somando, como a contaminação dos alimentos; da água para consumo humano; intoxicação/envenenamento dos trabalhadores no campo e na indústria; além da elevada incidência de suicídios com tais produtos; acidentes domésticos; etc. Em conformidade com o evidenciado, a problemática vinculada com a saúde é vasta, mas ainda existe outra questão que se encontra diretamente atrelada ao desenvolvimento dos territórios de maneira sustentável, eminente desafio para os gestores públicos.

Mesmo contando com inúmeros dados e evidências resultantes de diversos estudos científicos, inclusive provenientes de órgãos governamentais, e legislação para regulamentação da fabricação, armazenamento, comercialização e uso de agrotóxicos, observa-se o alto índice de utilização, principalmente voltado para as práticas agrícolas. De acordo com Bombardi (2017), o Paraná é o segundo estado que mais faz uso de agrotóxicos no contexto brasileiro, ficando atrás apenas do estado de Mato Grosso. Segundo Lopes e Albuquerque (2018, p. 519), “Na última década, o Brasil expandiu em 190% o mercado de agrotóxicos, o que colocou o País em primeiro lugar no *ranking* mundial de consumo desde 2008”.

Mediante o exposto, considerando o crítico cenário nacional, e também no âmbito do estado do Paraná, o objetivo dessa pesquisa consiste em averiguar os índices de comercialização e uso de agrotóxicos nos municípios que integram a Região Metropolitana de Curitiba (RMC), com as respectivas implicações para a promoção da preservação ambiental e para o desenvolvimento territorial local sustentável da Região. Salienta-se a relevância da temática para o desenvolvimento urbano, bem como para a qualidade de vida dos munícipes, e da população de modo geral, tendo em vista que há municípios na RMC com seus territórios em



áreas de mananciais, requerendo a preservação dos recursos hídricos para o abastecimento público.

O presente estudo contou com pesquisa de cunho bibliográfico com clássicos da literatura a respeito da temática abordada; e pesquisa documental, com dados provenientes de órgãos oficiais, sobretudo da Secretaria do Estado da Saúde do Paraná (SESA). Quanto à sua classificação, configura-se como um estudo de caso, por tratar de tema de relevância social na contemporaneidade, conforme salienta Yin (2015), e ainda por considerar um espaço geográfico delimitado para análise mais específica.


AGROTÓXICOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Há décadas os agrotóxicos têm envenenado o planeta e todas as formas de vida que o habitam, além dos recursos naturais (água, ar, solo), essenciais à manutenção da sobrevivência. Diante da gravidade e urgência dessa problemática a população deve ser informada acerca dos riscos reais a que se encontra submetida, conforme ressalta Beck (2018), tendo em vista que os efeitos colaterais, ou seja, os efeitos nocivos atingem cotidianamente a vida em todas as suas formas.

Os avanços nas pesquisas desde o início da década de 1960, período em que se deu a publicação do livro *Silent Spring* da bióloga e escritora Rachel Carson, têm demonstrado enfaticamente os prejuízos causados pelo uso dos agrotóxicos. Anos de investigação por Corlborn levaram a comprovação de que o veneno também era hereditário; interferia na fertilidade - observação de uma significativa diminuição do número de espermatozoides no sêmen masculino -; alterava hormônios; provocava nascimentos prematuros; encontrava-se presente no leite materno; se propagava por toda a cadeia alimentar, entre outras constatações (CORLBORN; DUMANOSKI; MYERS, 1997).

“Nos últimos 50 anos, os químicos sintéticos se espalharam tanto pelo ambiente como invadiram nossos corpos, a tal ponto que não é mais possível definir qualquer fisiologia humana como normal ou inalterada. Não há mais um lugar limpo e descontaminado” (CORLBORN; DUMANOSKI; MYERS, 1997, p. 270). Mesmo diante dessa conjuntura, no decorrer dos anos, a elevação relativa a comercialização e consumo de agrotóxicos aumentaram mundialmente de forma exponencial.

Na atualidade, a maior destinação de agrotóxicos é voltada para a agricultura. Tal fator relaciona-se com o pacote tecnológico inerente ao cerne da “modernização das práticas



agrícolas”, preconizado e disseminado pela “Revolução Verde” a partir da década de 1950, visando o aumento da produção e o combate a diversos tipos de pragas.

Na década seguinte (1960) esse movimento chega ao Brasil, sendo fortalecido pelo Programa Nacional de Defensivos Agrícolas (PNDA), atrelando a aquisição de créditos agrícolas com a utilização dessas substâncias na produção (LOPES; ALBUQUERQUE, 2018). Desde o ano de 2008 nosso país tornou-se o maior consumidor de agrotóxicos do planeta, tendo seu uso assegurado pela Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, regulamentada pelo Decreto nº 4.074, de 2002 (BRASIL, 1989; 2002).

De acordo com a “Lei dos Agrotóxicos”, essas substâncias caracterizam-se como


[...] produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinado ao uso nos setores de produção, armazenamento e no beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou plantadas e de outros ecossistemas urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos, bem como substâncias e produtos empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores do crescimento das plantas (BRASIL, 2002).

De acordo com Bombardi (2017), o país registrou no período compreendido entre os anos de 2007 a 2014 um óbito a cada dois dias e meio decorrente de intoxicação causada por agrotóxicos de uso agrícola. Nesse âmbito, ainda segundo a autora, o estado do Paraná ocupa a segunda posição entre os estados que apresentam os índices mais elevados de comercialização e consumo dessas substâncias químicas, ficando atrás apenas do estado de Mato Grosso. No período analisado o Paraná também “[...] figura em primeiro lugar, com mais de 3700 casos de intoxicação notificados” (BOMBARDI, 2017, p. 54).

Somados, todos os casos de intoxicação junto ao Ministério da Saúde, contabilizaram mais de 25 mil intoxicações por agrotóxicos, o que significa uma média de 3125 por ano, ou 8 intoxicações diárias. Cabe esclarecer, entretanto, que se calcula que para cada caso de intoxicação notificada, tenha-se 50 outros não notificados. Isto significa uma subnotificação da ordem de 1 para 50 (BOMBARDI, 2017, p. 54).

Destaca-se a existência de uma vasta legislação nos âmbitos federal e estadual no que concerne à regulamentação dos agrotóxicos, com uma série de limitações, restrições e recomendações; “limites de tolerância” quanto aos resíduos encontrados em alimentos é apenas uma delas, como se o organismo humano os aceitasse passivamente. “De toda forma, continua sendo a Legislação um balizador para a utilização de agroquímicos, mediando, ao menos hipoteticamente, a salvaguarda humana e ambiental” (BOMBARDI, 2017, p. 41).

De acordo com o Plano de Vigilância e Atenção à Saúde de Populações Exposta aos Agrotóxicos do Estado do Paraná de 2017 a 2019, publicado pela SESA, os agrotóxicos se



dividem em classes, e no que diz respeito às práticas agrícolas no estado, destacam-se o uso dos herbicidas (56,69%), seguido pelos inseticidas (21%) e fungicidas (10,79%) (PARANÁ, 2018).


O Instituto Nacional do Câncer (INCA), vinculado ao Ministério da Saúde, demonstra que a população mais suscetível à contaminação por agrotóxicos são os trabalhadores rurais e das indústrias que os produzem. Entretanto, acentua-se que a população como um todo pode ser afetada em detrimento do consumo dos alimentos contendo resíduos, e também por meio da ingestão da água contaminada por esses poluentes (BRASIL, 2019). “[...] contaminação ambiental, intoxicações, tentativas de suicídio, malformações congênitas e doenças crônicas são a parte mais aparente de um problema que remonta a questão agrária brasileira e aos mecanismos do capital se reproduzindo no campo” (BOMBARDI, 2017, p. 60).

Outra problemática relativa ao uso dos agrotóxicos encontra-se atrelada ao desenvolvimento sustentável, com implicações diretas para os territórios. Segundo Sachs (2008), para que o desenvolvimento de forma sustentável seja viabilizado requer-se a integração entre cinco dimensões ou pilares. São eles: social, ambiental, territorial, econômico e político.

- a- Social, fundamental por motivos tanto intrínsecos quanto instrumentais, por causa da perspectiva de ruptura social que paira de forma ameaçadora sobre muitos lugares problemáticos do nosso planeta;
- b- Ambiental, com as suas duas dimensões (os sistemas de sustentação da vida como provedores de recursos e como “recipientes” para a disposição de resíduos);
- c- Territorial, relacionada à distribuição espacial dos recursos, das populações e das atividades;
- d- Econômico, sendo a viabilidade econômica a *conditio sine qua non* para que as coisas aconteçam;
- e- Político, a governança democrática é um valor fundador e um instrumento necessário para fazer as coisas acontecerem; a liberdade faz toda a diferença (SACHS, 2008, p. 15-16).

Esses cinco pilares devem ser considerados premissas para a gestão pública tentando o desenvolvimento dos territórios e proteção ambiental de forma integrada; garantindo ainda a sadia qualidade de vida da população, proveniente do meio ambiente ecologicamente preservado, do qual dependem as gerações presentes e futuras, conforme preconizado pelo Art. 225 da Constituição Federal. O referido artigo, em seu §1º, inciso V, estabelece que para o atendimento desse direito, o poder público deverá “controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente” (BRASIL, 1988).

Torna-se relevante mencionar que com o início da Modernidade “desenvolvimento” tornou-se sinônimo de progresso, contudo um desenvolvimento a qualquer custo, linear,



contando uma visão determinista da tecnologia e da sociedade, sem levar em conta fatores tão essenciais que afetam sobremaneira o meio ambiente; o deteriorando e ignorando que grande parte dos recursos naturais são finitos. Pesavento (1997, p. 46), enfatiza que a ideia de progresso, “idéia tipicamente moderna”, caracteriza-se como destrutiva e altamente degradadora do meio ambiente e da qualidade de vida, estando intimamente atrelada ao surgimento da sociedade industrial.

Associado aos pilares para o desenvolvimento sustentável, propostos por Sachs (2008), Saquet (2017, p. 42), retrata a relevância dos projetos voltados para o desenvolvimento local abarcarem o conceito de território, principalmente quando visam “à produção de comidas sem insumos químicos, à participação popular, à conquista da autonomia decisória e à valorização do patrimônio de cada território”.

Desse modo, para que o desenvolvimento territorial local de forma sustentável seja possível, requer-se um “projeto de transformação do território”, além de uma gestão democrática e participativa, onde a sociedade seja inserida de forma a compreender as suas problemáticas, bem como tendo oportunidade de indicar possíveis alternativas de resoluções. Tal projeto deve contemplar a coletividade, pensando nas especificidades do local, seus aspectos culturais e ecológicos (SAQUET, 2015; 2017).

É preciso romper com a “política da invisibilidade”, responsável em fazer com que os riscos pareçam naturais, negando-os e deslocando o foco do problema. É preciso tornar as ameaças visíveis publicamente, e transcender a invisibilidade, configurada como uma política fabricada e diretamente relacionada às instâncias de poder (BECK, 2018). A gestão democrática, a disseminação da informação e a educação são os caminhos para a consolidação de um projeto transformador da realidade dos territórios.

A REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA – PARANÁ

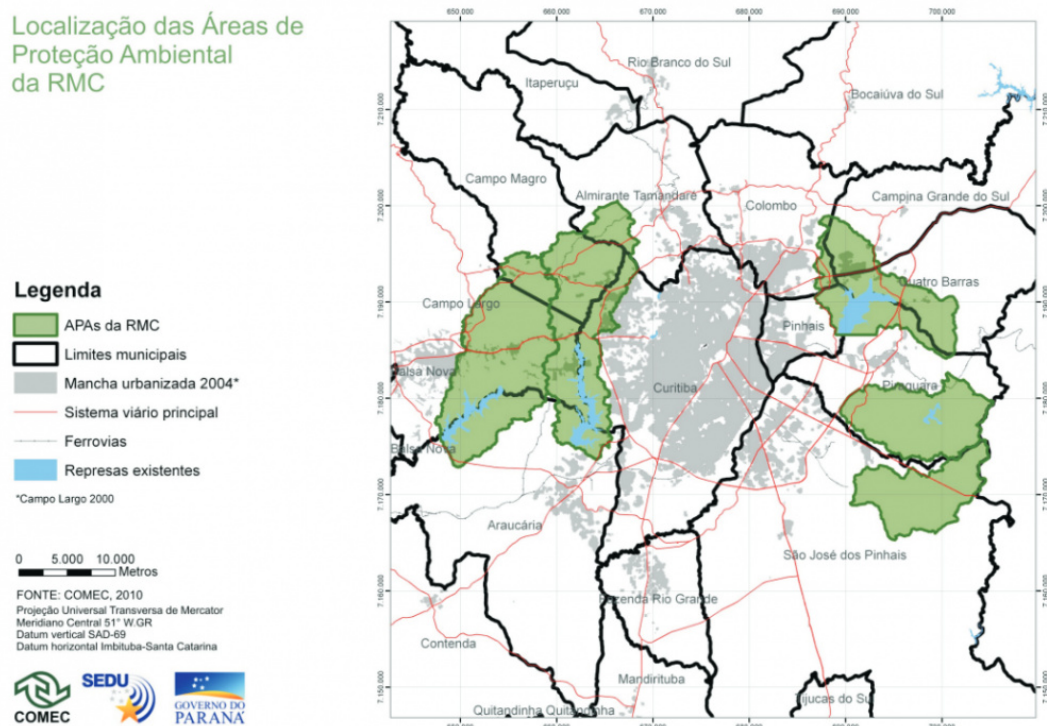
O Paraná é o segundo maior consumidor de agrotóxicos do país (BOMBARDI, 2017) conforme ressaltado anteriormente. O estado, de acordo com Lopes e Albuquerque (2018), apresenta o consumo de 12 quilos por hectare (ha)/ano, enquanto a média nacional, mesmo o Brasil sendo o maior consumidor mundial, são de 4 quilos por ha/ano.

A RMC, localizada no Paraná, caracteriza-se como a oitava mais populosa do Brasil, segundo dados da Coordenação da Região Metropolitana (COMEC), sendo composta por 29 municípios - (quadro 2).

De acordo com o censo demográfico realizado em 2000, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população nesse ano era de 2.813.327 milhões de habitantes; já no censo de 2010, de 3.223.836 milhões de habitantes. Em 2020, a projeção estimou que a população da Região fosse de aproximadamente 3.693.817 milhões de habitantes, demonstrando a continuidade no crescimento populacional. Paralelo a esse fator existem demandas de ordens diversas com implicações socioeconômicas, requerendo uma série de políticas públicas de cunho mais abrangentes nas áreas de saúde, educação, infraestrutura, segurança, assistência social, emprego, etc.

Na Região existem cinco Áreas de Proteção Ambiental (APAs), que contribuem significativamente para a qualidade ambiental de vida da população e, em última instância, para o desenvolvimento territorial local sustentável. Na RMC, as APAs foram instituídas baseadas na Lei Estadual nº 12.248 de 1998, objetivando, segundo a COMEC (2019), a proteção das bacias hidrográficas dos territórios com represas que auxiliam no abastecimento público, procurando manter a qualidade da água. A figura 1, apresentada na sequência, demonstra a localização das APAs da RMC.

Figura 1: Localização das APAs da Região Metropolitana de Curitiba



Fonte: COMEC (2019)

As APAs foram instituídas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) - Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Em conformidade com o SNUC, as Unidades de Conservação (UC) abrangem as esferas federal, estadual e municipal, sendo divididas em dois grupos em função de suas especificidades: Unidades de Proteção Integral e de Uso Sustentável. As APAs enquadram-se no segundo grupo. O objetivo básico para as Unidades de Uso Sustentável, expresso no Art. 7º (§2º do inciso II), “é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais” (BRASIL, 2000).

Os municípios da RMC com APAs dentro de seus limites territoriais detêm uma série de limitações e restrições quanto ao uso do solo em prol da proteção ambiental, sobretudo dos mananciais utilizados para o abastecimento público/humano. O quadro 1 retrata as APAs da RMC com os municípios que as compõem.

Quadro 1 - APAs da Região Metropolitana de Curitiba

APA RIO IRAÍ	APA RIO PIRAQUARA	APA RIO PASSAÚNA	APA RIO VERDE	APA RIO PEQUENO
Colombo	Piraquara	Almirante Tamandaré	Araucária	São José dos Pinhais
Piraquara		Campo Largo	Campo Magro	
Quatro Barras		Araucária	Campo Largo	
Pinhais		Campo Magro		
Campina Grande do Sul		Curitiba		
		Balsa Nova		

Fonte: Os autores (2020)

Os municípios em destaque no quadro 1 apresentam algumas particularidades. Araucária, com seu território nas APAs do Rio Passaúna e do Verde, e Balsa Nova na APA do Passaúna, apresentam um dos maiores índices de consumo e comercialização de agrotóxicos da RMC. Balsa Nova ocupa a 26º posição entre os vinte e nove municípios da Região, e Araucária a 27º posição.

As duas últimas posições nesse *ranking*, e mais preocupantes, diz respeito aos dois maiores consumidores: Contenda, e o campeão, o município da Lapa. Ambos não têm seus territórios dentro dos limites estabelecidos em nenhuma das APAs, fator que não descaracteriza a problemática para os respectivos municípios, para a RMC e para o meio ambiente.

Já o município de Quatro Barras, localizado na APA do Iraí, destaca-se por apresentar o menor consumo – (quadro 2). De acordo com o Caderno Estatístico do município, publicado pelo Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), Quatro Barras encontra-se há aproximadamente 25 Km de distância da capital - Curitiba; possui 180,667 Km² de área territorial, estabelecendo limites geográficos (relação de vizinhança) com os municípios de Piraquara, Pinhais, Campina Grande do Sul, Morretes e uma parcela de Colombo. A população estimada no ano de 2019 era de 23.559 mil habitantes. Observa-se ainda que a ênfase na produção agrícola recai sobre a plantação de milho, mandioca e feijão (culturas temporárias); e caqui, pera e uva (culturas permanentes) (PARANÁ, 2020).

O quadro 2 apresenta os municípios que integram a RMC retratando a comercialização e consumo de agrotóxicos em toneladas (t), no período compreendido entre os anos de 2014 até 2017. Os municípios são apresentados em ordem crescente quanto aos dados, isto é, iniciando pelo município com os menores índices (Quatro Barras - 1ª posição), até o município com os índices mais elevados (Lapa - 29ª posição). As linhas em destaque evidenciam os municípios que integram as APAs retratadas no quadro 1.

Quadro 2 - Comercialização e Consumo de Agrotóxicos na RMC

Município	Quantidade 2014 (t)	Quantidade 2015 (t)	Quantidade 2016 (t)	Quantidade 2017 (t)	Quantidade 2014-2017 (t)
1º Quatro Barras	0,3	0,2	0,1	0,1	0,7
2º Pinhais	0,5	0,5	0,5	0,5	2
3º Campina Grande do Sul	1,3	1,7	2,1	2,7	7,8
4º Tunas do Paraná	3,6	3,7	1,5	2,6	11,4
5º Adrianópolis	2,8	2,9	2	3,8	11,5
6º Bocaiúva do Sul	2,9	3,6	4,4	4,3	15,3
7º Piraquara	2,3	2,3	5,2	5,7	15,5
8º Itaperuçu	2,6	3,3	5,1	8,4	19,4
9º Rio Branco do Sul	8,7	10,8	11,6	10,9	42
10º Curitiba	11,7	10,1	9,8	15,3	46,8
11º Fazenda Rio Grande	10,6	14,4	14,5	16,8	56,3
12º Doutor Ulysses	11,9	19,7	17,3	17,8	66,7
13º Agudos do Sul	15,5	14,8	14,5	28,2	73
14º Colombo	24,5	19,2	20,6	17,6	82,1
15º Almirante Tamandaré	19,8	24,7	22,5	21,3	88,4

16° Mandirituba	30,2	38,8	42,4	42,4	153,8
17° Campo Magro	42,7	48,8	38,1	45,3	174,8
18° Tijucas do Sul	42,9	46,2	41,2	50,3	180,6
19° Cerro Azul	43,7	46,5	48	49,4	187,6
20° Piên	62,4	53	56,5	60,6	232,4
21° Rio Negro	79,5	55,1	51,9	52,1	238,6
22° Campo do Tenente	87,4	67,3	96,5	83	334,2
23° São José dos Pinhais	67,8	78,8	92,9	110,3	349,9
24° Campo Largo	155,4	117,9	103,5	108,7	485,5
25° Quitandinha	112,3	112,1	138,7	140,8	503,9
26° Balsa Nova	112,3	128,3	188,7	185,3	614,7
27° Araucária	124,3	130	184,8	205,7	644,7
28° Contenda	153,3	188,8	268,3	256,8	867,3
29° Lapa	540,8	544,4	725,3	730,8	2.541,20

Fonte: Adaptado da Secretaria do Estado da Saúde do Paraná (2018).


Em linhas gerais, pode-se observar no quadro 2, o aumento dos níveis de comercialização e uso de agrotóxicos ano a ano na grande maioria dos municípios, com poucas exceções, entre elas o município de Quatro Barras.

O cenário da RMC caracteriza-se apenas como um recorte geográfico no contexto do Paraná, demonstrando a seriedade da problemática dos agrotóxicos no cotidiano. A população está sendo envenenada com doses diárias desses agentes contaminantes. Os “limites de tolerância” para os alimentos, estipulados pela legislação, é apenas uma forma de amenizar o problema.

Segundo notícia publicada pelo Sindicato dos Engenheiros do Estado do Paraná (SENGE-PR, 2019), foi protocolado na Assembleia Legislativa do estado (Alep) um Projeto de Lei visando à redução gradual da produção, armazenamento e uso de agrotóxicos, até sua completa extinção no ano de 2030 - o Projeto de Lei nº 438/2019, que cria a Zona Livre de Agrotóxicos em Curitiba e RMC. O referido Projeto de Lei considera possível a agricultura urbana sem o uso de substâncias químicas contaminantes, intentando a preservação do meio ambiente, dos recursos hídricos e a alimentação saudável para toda a população.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os elevados índices de comercialização e uso de agrotóxicos na RMC caracteriza-se apenas como uma amostra do que ocorre nos estados brasileiros, não apenas no Paraná. A “modernização da agricultura”, contando com novas tecnologias, dentre elas a produção de



agroquímicos, resultou no almejado aumento da produção agrícola, porém, acarretando em inúmeros entraves para a sadia qualidade do meio ambiente e da saúde humana, deteriorando-os com alimentos contaminados com resíduos tóxicos que chegam às mesas das famílias diariamente, poluindo a água, o ar e o solo. Vivemos em uma sociedade com riscos eminentes (BECK, 2018).

A agricultura requer novas práticas (ou antigas), e a valorização do agricultor no âmbito familiar. Às vezes torna-se necessário retroceder para avançar; avançar em qualidade de vida; avançar no desenvolvimento territorial de forma sustentável; avançar enquanto humanidade. Consoante com Saquet (2015; 2017), destaca-se a relevância da implementação de políticas públicas educativas e integradas entre as Secretarias no interior dos municípios, assim como entre os municípios, no caso das regiões, como na RMC. As dinâmicas sociais apresentadas pelas comunidades locais precisam ser consideradas para que as políticas tornem-se eficientes e transformadoras da realidade.

A perspectiva excludente dos alimentos orgânicos, predominante em detrimento do desmedido valor no comparativo com a produção convencional (aquela que se utiliza de agrotóxicos), é um dos impeditivos para que a população tenha acesso a uma alimentação saudável de fato. Enquanto a população é envenenada, as empresas transnacionais lucram mais a cada ano, especialmente nos países periféricos, como é o caso do Brasil.

Particularmente na RMC, evidencia-se a possibilidade de contaminação por agrotóxicos nas áreas de mananciais responsáveis pelo abastecimento público, além, é claro, dos alimentos com resíduos tóxicos produzidos e consumidos. Acentua-se, no momento presente, a crise hídrica sem precedentes vivenciada no estado do Paraná, fazendo dessa problemática ainda mais crítica. A “política da invisibilidade”, enfatizada por Beck (2018), que faz com que os riscos a que a sociedade encontra-se exposta pareçam naturais, ou que simplesmente não existam, deve ser rompida. Essa é apenas uma das muitas facetas da sociedade de riscos que dificulta o desenvolvimento sustentável.

O sentimento de pertencimento ao território, o acesso à informação e políticas públicas integradas são apenas alguns fatores que podem contribuir para o desenvolvimento sustentável, propiciando uma mudança cultural que implica em um novo estilo de vida. Nesse contexto, a articulação entre os pilares para o desenvolvimento sustentável, proposta por Sachs (2008), torna-se cada vez mais evidente e imprescindível para a gestão dos territórios.

REFERÊNCIAS

BECK, U. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2011.

_____. **A metamorfose do mundo: novos conceitos para uma nova realidade**. Rio de Janeiro: Zahar, 2018.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do Uso de Agrotóxicos no Brasil e Conexões com a União Europeia**. São Paulo: FFLCH – USP, 2017. Disponível em: <<http://conexaoagua.mpf.mp.br/arquivos/agrotoxicos/05-larissa-bombardi-atlas-agrotoxico-2017.pdf>>. Acesso em: 18 fev. 2020.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

_____. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: 12 jul. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm>. Acesso em: 15 dez. 2019.

_____. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: 19 jul. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm>. Acesso em: 16 abr. 2020.


_____. Decreto nº 4.074, de 04 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: 08 jan. 2002. Disponível em: <<https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=DEC&numero=4074&ano=2002&ato=dbdQTR61UNNpWTbb6>>. Acesso em: 16 abr. 2020.

_____. Ministério da Saúde. Instituto Nacional do Câncer. **Agrotóxicos**. Brasília, DF, 2019. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/exposicao-no-trabalho-e-no-ambiente/agrotoxicos>>. Acesso: 23 jul. 2020.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010.

CORLBORN, T.; DUMANOSKI, D.; MYERS, J. P. **O Futuro Roubado**. Porto Alegre: L&PM, 1997.

LOPES, C. V. A; ALBUQUERQUE, G. S. C. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde e Debate**. Rio de Janeiro. v. 42, n. 117, p. 518-534,



abr-jun 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sdeb/v42n117/0103-1104-sdeb-42-117-0518.pdf>>. Acesso em: 19 de dez. 2019.

PARANÁ. Secretaria do Estado da Saúde. **Plano de Vigilância e Atenção à Saúde de Populações Expostas aos Agrotóxicos do Estado do Paraná**. Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <http://www.saude.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2020-04/plano_agrotoxicos.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2020.

_____. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico Município de Quatro Barras**. Paraná, Curitiba, 2020. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=83420&btOk=ok>>. Acesso em: 02 ago. 2020.

_____. Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba. **A Região Metropolitana de Curitiba**. Disponível em: <<http://www.comec.pr.gov.br/Pagina/Regiao-Metropolitana-de-Curitiba>>. Acesso em: 11 ago. 2020.

PESAVENTO, S. J. **Exposições universais: espetáculos da modernidade do século XIX**. São Paulo: Hucitec, 1997.

SACHS, I. **Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

SAQUET, M. A. **Por uma geografia das territorialidades e das temporalidades: uma concepção multidimensional voltada para a cooperação e para o desenvolvimento territorial**. 2. ed. Rio de Janeiro: Consequência, 2015.

_____. **Consciência de classe e de lugar, práxis e desenvolvimento territorial**. Rio de Janeiro: Consequência, 2017.

SENGE-PR.ORG.BR. **Curitiba e Região podem se tornar área livre de agrotóxicos até 2030**. Disponível em: <<http://www.senge-pr.org.br/noticia/curitiba-e-regiao-podem-se-tornar-area-livre-de-agrotoxicos-ate-2030/>>. Acesso: 10 ago. 2020.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução: Cristhian Matheus Herrera. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.



CAPÍTULO 3

CONCEPÇÃO DOS ALUNOS DE UM CURSO DE BIOLOGIA SOBRE A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA FORMAÇÃO DOCENTE

Alexsandro Ferreira de Souza Silva, Mestrando em Educação Científica, UESB

David Dias de Andrade, Licenciado em Ciências Biológicas, UNEB

Maria José Souza Pinho, Doutora em Educação, Professora adjunta da UNEB

Adson dos Santos Bastos, Mestre em Ensino, Professor auxiliar da UNEB

RESUMO


Esse artigo é fruto de pesquisa de Iniciação Científica desenvolvida na Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Educação/Campus VII-Senhor do Bonfim, cujo objetivo foi analisar a percepção dos alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, a respeito da importância do componente curricular Educação Ambiental para sua formação como futuro/a professor/a de ciências e biologia. Este trabalho é um recorte da pesquisa que discute a questão nos cursos de licenciatura do Campus. Sendo assim, analisamos a concepção discente, em diferentes momentos formativos do curso, sobre a importância do debate de questões ambientais através da educação ambiental na Universidade. A pesquisa descritiva com abordagem qualitativa, consistiu na aplicação de um questionário semiestruturado aos discentes e análise dos trabalhos de conclusão de curso. Os resultados apontam que é necessária a aquisição de conhecimento e experiências de participação social na formação do professor de Biologia com foco em Educação Ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental; Concepção Discente; Formação Docente.

INTRODUÇÃO

Esse artigo é fruto de parte de uma pesquisa de Iniciação Científica desenvolvida na UNEB-Campus VII, na qual analisou o conhecimento de discentes do curso de Ciências Biológicas, a respeito da importância da apropriação do conhecimento sobre Educação Ambiental (EA), em sua formação como futuro/a professor/a de biologia. Segundo Loureiro (2006), a Educação Ambiental aponta a constituição de valores sociais, informações, capacidades, costumes e confiabilidades regressadas para a conservação ambiental e sua sustentabilidade. A Educação Ambiental é vista hoje como uma possibilidade de transformação intensa da realidade e das condições da qualidade de vida, por meio da sensibilização advinda da prática social reflexiva embasada pela teoria (LOUREIRO, 2012).

Essa sensibilização é obtida com a capacidade crítica permanente de reflexão, diálogo e assimilação de conhecimentos múltiplos. Esse processo torna-se imprescindível para o



desenvolvimento da sociedade sustentável, ou seja, uma sociedade orientada para lidar com os desafios da atualidade, garantindo qualidade de vida para as atuais e futuras gerações.


Carlos Loureiro (2008), argumenta que o Programa Nacional de Educação Ambiental aponta explicitamente em direção a um novo nível de entendimento do processo educativo, na medida em que associa “as mudanças de percepção e cognição no aprendizado às mudanças sociais e explicita o reconhecimento de que a intenção básica da educação não está apenas em gerar novos comportamentos ou trabalhar no campo das ideias e valores”.

A discussão sobre a educação ambiental se faz necessário no contexto atual, desde a educação infantil até a universidade. Isso se evidencia diante do constante aumento da degradação do meio ambiente. A educação ambiental é um processo imprescindível na formação dos cidadãos, como um processo agregador e de transformação em longo prazo, possibilitando a promoção de práticas com menos impactos ao meio ambiente (PESSOA; CHAIN, 2012). Não há dúvidas de que o ser humano vem sistematicamente, ao longo dos séculos, consumindo os recursos naturais do planeta sem se preocupar com as futuras gerações. Assim, a educação ambiental escolar torna-se um espaço colaborativo na formação da conscientização dos sujeitos.

Neste sentido, o estudo e compreensão da Educação Ambiental – EA, em suas diversas perspectivas e níveis de aplicação, colaboram com a efetivação e eficácia dessa prática educativa de formação, não só acadêmica, mas também sociais do cidadão (FERREIRA; PEREIRA, 2016).

Nessa perspectiva, a EA pode e deve se constituir como recurso fundamental para a participação de diversas comunidades acadêmicas no processo de sensibilização e envolvimento, tanto na identificação de problemas ambientais, quanto na elaboração de estratégias, currículos e práticas, que amenizem os seus impactos. Dentro desse contexto, a comunidade acadêmica deve, não só inserir a discussão sobre tais temas, nas diferentes esferas educacionais, mas também destacar a importância da mesma nas licenciaturas.

A presença da educação ambiental nas licenciaturas é a extensão do processo de retradução da crise ambiental no campo acadêmico na forma de problemática ambiental. Em junho de 2012 foram definidas as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, dando continuidade ao movimento de institucionalização da educação ambiental no país iniciado nos anos 1990 com a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA). As Diretrizes reafirmam a presença da educação ambiental em todos os níveis de ensino, já presente na PNEA e na própria Constituição Federal brasileira. Este movimento intensificou a inserção da educação ambiental nas escolas, conforme consta nos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997).



Sendo assim, torna-se mais evidente a necessidade de uma maior capacitação dos profissionais da educação, na qual destacamos aqui a formação do/a professor/a de biologia, que entre os demais profissionais acaba assumindo o encargo de lidar com a maior parte dos conteúdos de EA, ao receber maior responsabilidade no processo de formação do cidadão sobre as questões socioambientais.

Com isso, o objetivo do presente artigo é discutir sobre a educação ambiental no Ensino Superior, destacando a sua relevância na formação do/a futuro/a professor/a de ciências e biologia. Portanto, analisamos a concepção dos alunos em diferentes momentos formativos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia, Campus VII, a respeito da concepção da EA em sua formação, podendo assim questionar a presença, ou ausência dessas discussões na universidade e buscando alternativas para marcar território dessa área na Universidade.


EDUCAÇÃO AMBIENTAL NAS UNIVERSIDADES

Quando se trata de Educação Ambiental nas universidades infelizmente ainda há muito por fazer. A Educação Ambiental não é algo pronto, acabado: é uma construção. Por isso possibilita a recuperação de direitos perdidos e a criação de novos direitos. Procura-se por meio dela criar uma sociedade mais igualitária, mais dinâmica e dessa maneira aperfeiçoar os valores para que o bem-estar comum, a vontade da maioria, prevaleça acima do bem estar de uma minoria. Essa construção é permanente e difícil, muito mais do que uma simples definição.

As instituições de Ensino Superior (IES) brasileiras não possuem em geral uma política clara e definida para a Educação Ambiental. O que existe são núcleos disciplinares ou multidisciplinares que, muito mais por iniciativa de um ou de alguns docentes, promovem a produção acadêmica, cursos de extensão, de especialização e linhas de pesquisa em programas de pós graduação *stricto sensu*. (LOUREIRO, *et al* 2003).

O principal princípio da Educação Ambiental é justamente a interdisciplinaridade. Segundo Gonçalves (1990), também nas universidades há uma separação entre as ciências humanas e naturais, o que dificulta esta interdisciplinaridade. Deste modo, como pode existir uma educação que permeia todos os âmbitos, todas as disciplinas? Já existe a sugestão de transformá-la em disciplina, porém para isso seria preciso a ação de uma educação com uma visão holística.

Quanto a inclusão desse componente no ensino básico ainda não há consenso. A justificativa para inclusão do componente é que a abordagem interdisciplinar e




transversalinviabiliza uma prática contínua de conteúdo próprio, desta forma estaria inflando o currículo das séries do ensino fundamental e médio. As experiências internacionais apontam para duas tendências: a primeira é que no ensino fundamental, o currículo deve reforçar as competências básicas: domínio da língua, raciocínio matemático e iniciação científica, e apenas no ensino médio haveria um aumento de currículo mais diversificado e adequado para percursos mais profissionalizante. A segunda razão, se justifica, pois essa proposta vai de encontro ao Plano Nacional de Educação (2014-2024), bem como em relação à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Essa Base Nacional Comum Curricular vem com a proposta de diminuição do número de disciplinas, e sendo assim não faz sentido ter uma disciplina a mais.

A complexidade da educação ambiental, já que abrange muitos assuntos multidimensionais, dificilmente pode ser enquadrada numa única disciplina pois envolve conteúdos que ainda não fazem parte do ensino médio, como por exemplo, relações internacionais, direito, economia, entre outros. Ter acesso a questões mais complexas, refletir, analisar criticamente e saber se posicionar perante a essas questões que não “caem” no vestibular, no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), que não será perguntado numa entrevista de emprego, se constitui num desserviço, pois essa vai ser uma questão muito mais central do que já é hoje.

Sato (2003) ainda afirma que a EA está inserida em um sistema educacional muito mais complexo, que requer uma atenção por parte da política sobre a formação de professores. Segundo ela, exigimos dos professores apenas produtividade e não qualificação para que esse possa exercer o seu papel social. Desse modo, são oferecidos a esses profissionais apenas treinamentos ou capacitações com pouquíssima qualificação.

Conforme afirma Dias (2004), imprescindível inserir a dimensão ambiental nas universidades, pois vários cursos de Educação Superior ainda não têm definidos em seus currículos a dimensão ambiental. Desse modo, os egressos das faculdades brasileiras têm uma postura totalmente fora da realidade, não tendo a preparação adequada para lidar com os problemas desse século, pelo contrário, acabam sendo devastadores.

Cabe, principalmente, à universidade educar e, especialmente nas licenciaturas, formar multiplicadores de opinião. Aos pedagogos, matemáticos e biólogos (cursos específicos deste campus), a EA precisa estar presente, como na sociedade como um todo, e pensada não somente



nos seus aspectos físicos ou biológicos, mas também em relação aos fatores sociais, econômicos, culturais, éticos e políticos.

A Educação ambiental, nas suas diversas possibilidades, abre um estimulante espaço para repensar práticas sociais e o papel dos professores como mediadores e transmissores de um conhecimento necessário para que os alunos adquiram uma base adequada de compreensão essencial do meio ambiente global e local, da interdependência dos problemas e soluções e da importância da responsabilidade de cada um construir uma sociedade planetária mais equitativa e ambientalmente sustentável. (JACOBI, 2003).


A EA deve desviar-se da visão de “currículo” fragmentado, particular a uma área ou disciplina; ela é mais que Ecologia, não podendo ser tratada de maneira estanque, como caráter de disciplina, mas pensar da coletividade. As pessoas colocam ênfase no que fazem como indivíduos, mas a ênfase deve ser nos processos coletivos e interdisciplinares (SATO, 2003; DIAS, 2004).

Essa Educação é muito mais ampla do que isso, pois geralmente a realidade é que a universidade trata a EA apenas dentro de cursos, como Biologia ou Geografia, ou algum outro ligado ao ambiente físico. Esquece-se de todos os aspectos sociais, culturais ou políticos. Essa realidade deve ser modificada, pois como produtoras de conhecimento deveríamos ser os primeiros a ter uma nova visão da dimensão ambiental no setor educacional, especialmente na produção do conhecimento acadêmico

QUAL A RELAÇÃO DA FORMAÇÃO EM BIOLOGIA COM A FORMAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL?

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Ciências Biológicas – Parecer CNE/CES 1301/2001 - a formação em Biologia deverá levar em consideração que essa área envolve o conhecimento na natureza, destacando a compreensão da vida através dos tempos e processos evolutivos, gerando uma diversidade de formas que estabelecem uma relação de interdependência biológica, sem deixar de mencionar as relações sociais, políticas, culturais e econômicas que permeiam essas interações.

Contudo, o próprio documento, prioriza a formação do Bacharel em Ciências Biológicas, dando ênfase as questões científicas-técnicas, e deixando enviesada questões com enfoque social ou cultural. (BRASIL, 2001, p. 5-6). Sendo assim, a formação de professores de biologia, segue fragilizada e desvalorizada, uma vez que o documento que não prioriza a inserção social, cultural e política e de extrema relevância para a sobrevivência humana,



exigindo assim, ações pedagógicas práticas numa perspectiva crítica e formadora de opinião.

Ferreira, Guimaraes e Souza(2011) alertam que a lógica produtiva do capital foi transferida para todos os âmbitos da esfera social, inclusive na academia com a formação de professores; e que a precarização do trabalho, no que se refere aos professores da educação básica, começa desde a formação inicial.


Nesse sentido, discutir a formação em biologia e sua relação com formação em educação ambiental, perpassa pela visão imposta dos modelos de produção capitalista, desenvolvimento de tecnologias, produtos de consumo, biotecnologias, produção de lixo, qualidade de vida, entre tantas outras questões ligadas ao Meio Ambiente, reiterada pelo pensamento de Ferreira, Guimarães e Souza(2011, p. 3), ao afirmarem que: “[...] o conhecimento biológico é atualmente um dos principais protagonistas das mudanças, tanto no nível de geração de produtos, quanto no comportamento ético e de consumo da sociedade”.

Há cada vez mais notícias de destruição dos recursos naturais, de espécies animais e vegetais extintas ou em vias de extinção, de problemas ligados à poluição, quase que diariamente, engendrados por um período de intensas transformações técnicas científicas gerando discussões em todo o mundo (AVILA; LINGNAU, 2015). Para que esse panorama seja mudado, entendemos que durante a formação inicial em biologia haja um movimento de interdisciplinaridade dos componentes específicos, ou básicos, nomenclatura utilizada nas Diretrizes entrelaçados com a perspectiva da educação ambiental crítica. Segundo Assis e Chaves (2014, p. 8), tanto a Biologia quanto outras ciências afins, devem focar as questões ambientais, e por intermédio de suas diferentes visões, desmitificando a relação homem/sociedade/natureza trazer à tona a questão ambiental, assumindo seu caráter social e político.

Loureiro (2004, p. 17), afirma que:

[...] educar é transformar pela teoria em confronto com a prática, com consciência adquirida na relação entre o eu e o outro, nós (em sociedade) e o mundo. É desvelar a realidade e trabalhar com os sujeitos concretos, situados espacial e historicamente. É, portanto, exercer a autonomia para uma vida plena, modificando-nos individualmente pela ação conjunta que nos conduz às transformações estruturais. (LOUREIRO, 2004, p. 17).

Nesta afirmação percebemos a importância de transformar a consciência individual através da educação ambiental. O discurso deve ultrapassar toda retórica, porém, para que isso aconteça de forma satisfatória na formação em biologia, devemos formar educadores que



tenham condições de não só reproduzir conceitos, fenômenos e processos biológicos, mas também discutir a problemática ambiental, tomando como base o ambiente como categoria sociológica, relativa a uma racionalidade social, configurada por comportamentos, valores e saberes.

Trazemos à discussão, o conceito de Enrique Leff(2002): Saber Ambiental. Esse saber sobre a problemática ambiental demanda a produção de um corpo complexo e integrado sobre os processos naturais e sociais que intervêm em sua gênese e em sua resolução. Sendo assim, a formação de professores de biologia requera construção de uma racionalidade ambiental que foge dos paradigmas tradicionais e abarque conhecimentos híbridos e integrados gerados por novas perspectivas epistemológicas e novos métodos.

METODOLOGIA


A pesquisa foi realizada na cidade de Senhor do Bonfim, cidade localizada no norte da Bahia; especificamente na Universidade do Estado da Bahia – UNEB/Campus VII. O público alvo foram alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Durante a realização da pesquisa, realizamos um levantamento teórico sobre a educação ambiental e sustentabilidade na formação de professores, seguida da aplicação de um questionário semiestruturado aos discentes do curso de ciências biológicas, englobando 26 (vinte e seis) discentes do segundo semestre e 05(cinco) alunos que estão concluindo o curso no ano corrente. Todos foram identificados por algarismos romanos preservando a identificação e as falas foram transcritas literalmente. O questionário possuía 8(oito) questões e seu conteúdo voltado para a Educação Ambiental, envolvendo o processo de formação dos alunos. Nesse artigo, discutiremos parte das questões abordadas noquestionário.

Por fim, foi utilizado também para coleta de dados, análise dos trabalhos de conclusão de curso do curso disponíveis na Biblioteca do Campus, utilizando-se como critérios de avaliação, a presença de descritores relacionadas a questão ambiental indicadas no título e no resumo. Foram analisadas as monografias do período de 1997, ano de implantação do curso de Ciências Biológicas, até os trabalhos concluídos em2018.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da interpretação dos dados coletados, organizamos a discussão em dois momentos: a concepção de Educação Ambiental na formação e no segundo momento a análise



dos trabalhos de conclusão de curso das turmas de biologia.

Concepção dos discentes

A primeira questão obtivemos 100% de afirmativas positivas quando se trata da importância da discussão teórica de educação ambiental na formação de alunos de Ciências Biológicas, partindo-se do pressuposto de que a educação ambiental é de grande importância para toda a sociedade. As respostas das duas turmas foram favoráveis a discussão desses conceitos dentro do curso, mas a maioria justifica com a noção de que é uma área inerente ao Curso.

Pois é um curso diretamente ligado com a natureza (Estudante X, 2º sem)

porque EA está atrelado a própria Biologia (Estudante I, 8 sem)

Porque faz parte da Biologia (Estudante XII, 2º sem.)

Porque tem a ver com a proposta do curso (Estudante XIII, 2º sem)


Porque é o curso que temos maior oportunidade de ampliar o conhecimento nessa área.

(Estudante III, 8º sem.)

A relação das questões ambientais utilizando a EA com a Biologia é inegável, pois nesse sentido, essa ciência trata da vida em seu sentido mais amplo, entretanto a EA tem como um dos princípios básicos, a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, socioeconômico e cultural.(BRASIL, 2004).

Destacamos a essencialidade de que processos de formação por meio dos quais leve o indivíduo a construir valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente é unânime, e vai de encontro com o que diz Júnior (2003, p.5), ao dizer que , “[...] preparar os educadores é preparar as novas gerações para agir com responsabilidade e sensibilidade, para recuperar o ambiente saudável no presente e preservá-lo para o futuro”, mas não devem esquecer dimensões tais como econômica, social, cultural e ética.

Ainda nesse sentido, uma das questões foi de forma mais enfática ao questionar se a EA deveria ser um dos focos do Curso. E para ratificar os achados da questão anterior, 23 alunos, ou seja, quase 75% dos pesquisados, afirmam ser responsabilidade, conforme as falas descritas a seguir:



Com certeza. Se o curso em si não discutir e não despertar a consciência de nosso papel, nosso respeito para com nossa atuação(consequência) na natureza, se torna então um curso incompleto. (Estudante I, 8º sem)

Porque o biólogo é um representante de certa forma dessa educação.

(Estudante XIV, 2º sem)

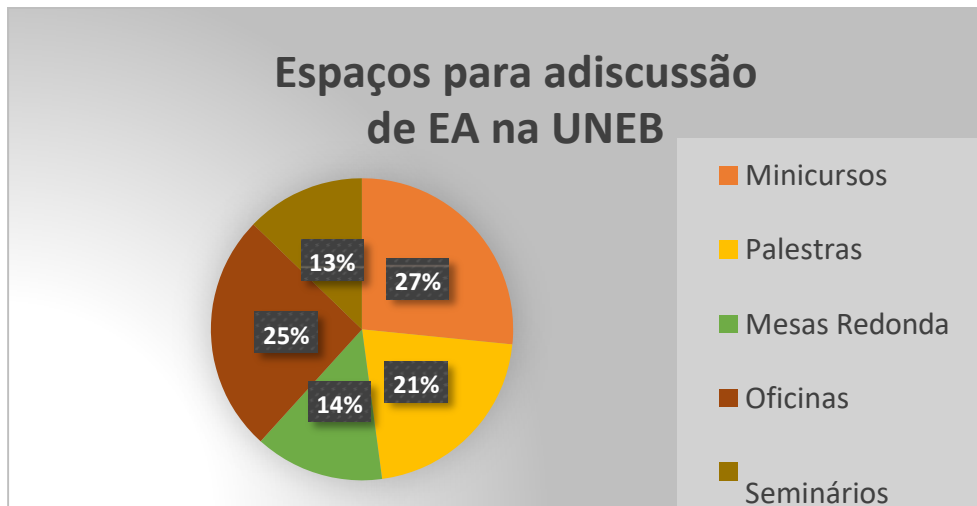
Isso posto, não há como – para o biólogo, no seu domínio epistemológico, se furtar dessa discussão. Lembrando que entendemos que não cabe única e exclusivamente a essa área do conhecimento discutir e formar sujeitos ecológicos (CARVALHO, 2010). As vias de acesso dos educadores à educação ambiental conduzem aos ritos de entrada, remetendo a aproximações e ultrapassem de fronteiras. Essa aproximação perpassa pela escolha dos indivíduos de cursar Ciências Biológicas. São maneiras de entrar no campo e construir uma identidade ambiental que ajuda a iluminar os desdobramentos de sua profissionalização.

Nesse sentido, o conceito de interdisciplinaridade vem à tona. A Conferencia Intergovernamental de Educação Ambiental realizada em Tbilisi, em 1977, já afirmava, “[...]a Educação ambiental não é matéria suplementar que se soma aso programas existentes, exige a interdisciplinaridade, quer dizer, uma cooperação entre disciplinas tradicionais, indispensável para poder se perceber a complexidade do meio ambiente e formular sua solução”.(UNESCO, 1980) Como podemos ver, as áreas do conhecimento precisam dialogar em torno da educação ambiental e não ficar restrita ao campo da Biologia.

A interdisciplinaridade é de grande importante no processo de formação ambiental do sujeito, porém Avila *et al* (2015, p. 144) enfoca que; além da interdisciplinaridade, deve se haver um maior empenho em desenvolver esse pensamento civilizatório pela disciplina de biologia.

Em relação a participação deles em atividades de EA na universidade, 21 alunos afirmaram que nunca participaram, 09 afirmaram ter participado e 01 não lembrava. Podemos concluir que ainda é pouco explorada atividades, ações, projetos baseados nos pressupostos da EA. Foram sugeridos pelos pesquisados atividades para melhorar a formação em EA, conforme o gráfico a seguir:

Gráfico 01- Maneiras de promoção da EA na UNEB



Fonte: Elaboração dos autores, 2018

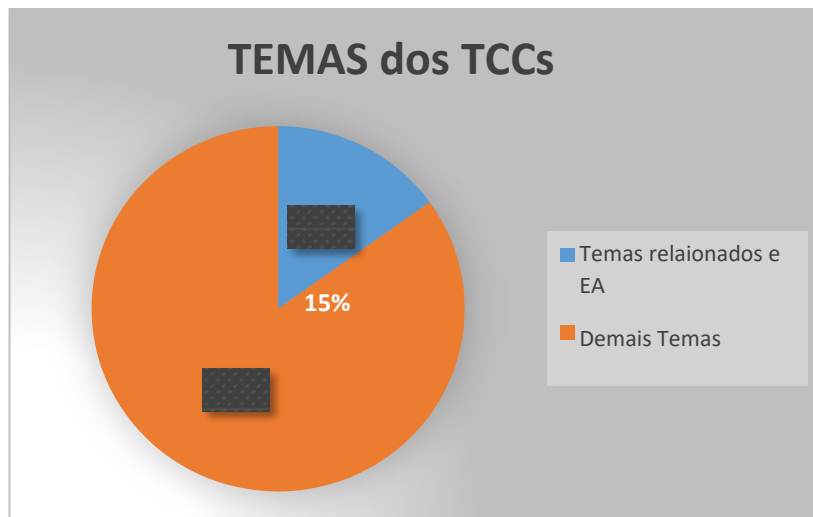
No nosso modo de interpretar esses dados, é que os alunos sugerem atividades que houvesse mais teoria e mais prática, ao indicar com 27% e 25%, respectivamente a necessidade de minicursos e oficinas em sua formação.

Acreditamos em práticas revulsivas, que nos levem a imaginar a (re)construir a profissionalização docente capaz de transformar e modificar a realidade, baseada na dupla conceitual e prática que intervém num horizonte crítico de formação. Nesse sentido, esperamos que o curso crie a consciência de **Capacitar para Ação**, com maior politização dos discursos, formação complementar, definição de planos de ação, implantação de programas de EA, empreender estudos sistemáticos, favorecer ofertas formativas centradas na pesquisa, entre outros.

Trabalhos de Conclusão do Curso

Foram analisados 252(duzentos e cinquenta e dois) Trabalhos de Conclusão de Curso(TCC) disponíveis na biblioteca, produzidos de 1997 até 2018, nos quais, 38(trinta e oito) desses tinham relação direta com educação ambiental e/ou sustentabilidade, contabilizando 15% das monografias analisadas. Levando em consideração que o curso de Biologia é o precursor da especificidade do debate socioambiental, e a concepção dos alunos pesquisados dirigido nessa linha, esse número desmerece e menospreza a importância da discussão dentro do curso sobre tais temas.

Gráfico 02- Trabalhos de Conclusão de Curso de 1997 a 2018



Fonte: Elaboração dos autores, 2018

Cabe-nos agora, enfatizar que a educação ambiental é fundamental para renovar os valores e percepção dos problemas relacionados ao meio ambiente, pois ela é capaz de estimular a tomada de consciência que possibilita mudança, desde pequenas atitudes até o envolvimento da resolução de problemas, desde que haja uma sensibilização durante a graduação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante toda pesquisa foi perceptível a concepção da importância da EA para a licenciatura em Ciências Biológicas, contribuindo diretamente na profissionalização. Foi possível identificar que a maioria dos discentes entrevistados demonstra uma concepção crítica em relação ao meio ambiente e a educação ambiental. Ficou claro que os discentes que já cursaram todos os componentes curriculares apresentam melhores percepções ambientais, comparando com os discentes que ainda estão no início do curso. O discurso que prevalece é que a Educação Ambiental é um campo inerente à Biologia, mas ainda não é o centro das pesquisas, haja visto o pequeno número de monografias produzidas pelos discentes. Nesse sentido entendemos que a Educação Ambiental não significa o conhecimento da Ecologia. É um campo plural e reflete as principais tendências políticas, éticas e culturais do atual debate sobre as questões ambientais. Como nos diz Loureiro, o cerne da educação ambiental é a problematização da realidade e para isso, não precisamos ser formados em biologia, geografia ou pedagogia.

REFERÊNCIAS

ASSIS, A.R.S.; CHAVES, M.R.A. Educação ambiental e o ensino de biologia para a prática social. **Espaço em revista**, v. 16, Goiás, n. 1, jan./jul. 2014. p. 1-14.



AVILA, A.M. LINGNAU, R. Crise ambiental, ensino de biologia e educação ambiental

uma abordagem crítica. **Revista Monografias Ambientais** Santa Maria, v. 14, n. 2, mai-ago. 2015 p. 137-150.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: apresentação dos temas transversais/** Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997. 146p.

_____. Parecer CNE/CP n. 1301/2001, de 06 de novembro de 2001. Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de Ciências Biológicas. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2018.

_____. Programa Nacional de Educação Ambiental-ProNEA. Ministério de Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Ministério da Educação

CARVALHO, I. C.de M.: **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo, Editora Cortez, 5ª. Ed. 2010.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.

FERREIRA, A. M. ; GUIMARÃES, V.S. ; SOUZA, R. C. C. R. de. . Diretrizes Curriculares para cursos de Biologia - A licenciatura sob a égide do mercado. In: **VIII Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão PROEC/63ª Reunião Anual da SBPC**, 2011, Goiânia.

Resumos da 63ª Reunião Anual da SBPC/VIII Congresso de Pesquisa Ensino e Extensão (Conpeex) da UFG, 2011.

FERREIRA, G.R. S.; PEREIRA, E.S. **Educação ambiental no ensino superior: a concepção dos discentes do curso de licenciatura em ciências biológicas da Uneb –campus**

VI. II Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Interdisciplinar (II COBEAI). Juazeiro, 2016.

GONÇALVES, , C. W. P. Os (des) caminhos do meio ambiente. 2. ed. São Paulo: Contexto, 1990.

GUIMARÃES, M. **Educação Ambiental: no consenso um embate?** 5ª ed. São Paulo: Papirus, 2000.

JACOBI, P. **Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, n. 118, p.189-205, março/ 2003.

JÚNIOR, A.M.R. **A formação do professor e a Educação Ambiental**. Edambiental, Campinas, SP: 2003.

LEFF, E, **Saber ambiental: sustentabilidade racionalidade, complexidade, poder**. Petrópolis :RJ, 2001.



LOUREIRO, C. F. B.. (org). **A Sociedade e Meio Ambiente:** a educação ambiental em debate. 7 ed. São Paulo: Cortez, 2012.

LOUREIRO, C.F.B.. **A educação ambiental no Brasil.** Proposta pedagógica. Salto para o Futuro, Brasília, ano 18, boletim 1, mar. 2008.

LOUREIRO, C.F.B.; LAYRARGUES, P.P.; CASTRO, R.S. (Org.). **Sociedade e meio ambiente:** a educação ambiental em debate. São Paulo: Cortez, 2003.

LOUREIRO, C.F.B. Educar, participar e transformar em educação ambiental. **Revista Brasileira em educação ambiental, Brasília**, v.0, n. 0, 2004, 17 p.

PESSOA, M. C. P. Y.; CHAIM, A. **O que fazer com o lixo?** Brasília: Embrapa, 2012.

PESSOA, M. C. P. Y.; HAMMES, V. S. **Precisamos viver em meio a tanto lixo?** Brasília: Embrapa, 2012.

SATO, M. **Educação Ambiental.** São Carlos: RIMa, 2003.

UNESCO/PNUMA. Seminário internacional de Educación Ambiental: Belgrado, Yugoslavia, 13-22 de octubre, 1975.



CAPÍTULO 4

POLÍTICA AMBIENTAL AMBIENTE NA ERA LULA: ANÁLISE ENTRE PROGRAMAS DOMÉSTICOS E INTERNACIONAIS

Aline Michelle Dib, bacharel em Administração pela Faculdade de Gestão e Negócios da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Mestranda em Planejamento e Análise de Políticas Públicas na Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Vitor Henrique Francisco dos Santos, bacharel em Relações Internacionais pela Universidade Estadual Paulista (Unesp) campus de Franca, pós-graduado em Marketing pela Fundação Getúlio Vargas (FGV Management) e Mestrando em Planejamento e Análise de Políticas Públicas na Faculdade de Ciências Humanas e Sociais da Universidade Estadual Paulista (Unesp)


RESUMO

A efetividade das políticas públicas ambientais tem recebido considerável atenção. As orientações mercadológicas da sociedade vem limitando as fontes de recursos naturais do mundo, e o Brasil, por se tratar de país que contempla uma imensa diversidade de ecossistemas, necessita de políticas ambientais sólidas para caminhar na busca de prevenção do meio ambiente. Entretanto, são recentes a presença de pautas sobre a temática nas agendas governamentais, o que faz necessário compreender como o discurso da política nacional refletiu nos pedidos de auxílio financeiros para os projetos ambientais na época do governo do Lula, período de maior ênfase das políticas brasileiras referentes à preservação ambiental. O estudo, por meio de análise de documentos, coletou dados diretamente com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (IBD) e analisou os pedidos de financiamento entre o período de 2003-2010. Os resultados mostram que a atuação do governo foi crescente ao decorrer dos anos e ainda no primeiro mandato não foram encontrados tantos acordos de cooperação internacional. Entretanto, ao decorrer do tempo, o progresso refletiu em grandes benefícios ambientais que, consequentemente, também repercutem em outros campos econômico-sociais.

Palavras-chave: políticas públicas; meio ambiente; projetos ambientais.

INTRODUÇÃO

A partir de 1970, intensificou-se o debate nos países industrializados acerca do impacto negativo dos processos de produção no meio ambiente, motivadas pela pressão de organizações intergovernamentais almejando uma cooperação internacional. Nesse interstício, foram despendidos alguns esforços significativos pelas nações, como estabelecimento de normatizações legais, com o intuito de substanciar uma busca de prevenção do meio ambiente e garantir que políticas com estes fins passassem a compor um espaço nas agendas governamentais.



A discussão sobre aspectos do meio ambiente no Brasil – tais como medidas de conservação e recuperação – manifestou-se à medida que os movimentos ambientalistas pressionaram os governantes sobre os impactos que o modelo econômico vigente iria gerar, considerando que esse modelo elucida aspectos culturais na sociedade que elevam os padrões de consumo e de produção, sem realizar uma abordagem sistemática a respeito dos danos nas sociedades.

O governo do ex-presidente Luiz Inácio Lula da Silva, iniciado no ano de 2001 e finalizado em 2011, se deparou com um momento em que o discurso ambiental já se fazia existente, intensificado pela Convenção Rio-92¹, mas com poucas medidas implementadas e com mecanismos de fiscalização lentos. Nesse escopo, e mesmo com as correntes antagônicas no pensamento econômico brasileiro, os ideais de governo de Lula propunham uma mudança substancial que iria possibilitar um desenvolvimento sustentável do meio ambiente.


Ao abordarmos o segmento ambiental brasileiro nesse período e para fazer com que o estudo abarque uma contenda mais ampla, será contato com contribuições do *Inter-American Development Bank* (IDB), organização internacional que tem por objetivo principal fornecer apoio para países no continente americano, como o Brasil, na consolidação de diretrizes de desenvolvimento, destacando-se as ambientais para a promoção de desenvolvimento sustentável em territórios que lidam com problemas de pobreza e desigualdade, além de fornecer também suporte técnico e financeiro.

Assim, tendo em vista a importância do papel que as instituições internacionais têm no constrangimento de atores, assim como na formação de regras, normas, princípios e fomento para o desenvolvimento, há a necessidade de um estudo que vise compreender se o discurso da política ambiental brasileira no governo do Lula se refletia nos pedidos de auxílio financeiro do IDB para projetos ambientais, visto que foi nesse período de governo brasileiro que os primeiros fundamentos de políticas nacionais foram lançados na legislação.

Dessa forma, propalado em esferas internacionais e também em nacionais, o novo contexto sócio-ambiental circunscreveu a participação política em diversos formatos e

¹ Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Cnumad), que ocorreu em junho de 1992 na cidade do Rio Janeiro e que a comunidade política internacional determinou no Brasil o conceito de desenvolvimento sustentável.

BRASIL, **Conferência Rio-92 sobre meio ambiente e planeta**: desenvolvimento sustentável dos país. Disponível em: senado.gov/noticias/jornal/emdiscussao/rio-20/rio-a-20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente. Acesso em: 25 nov. 2019. p. 1.



proporções, e esse trabalho ajudará a evidenciar o compromisso e a responsabilidade ambiental de uma série de políticas e ações propostas. Para tanto, será utilizado o método dedutivo, fundamentado por análise documental e legislativa, das diretrizes ambientais determinadas no governo de Lula e dos acordos aprovados pelo IDB, no período de 2002 a 2010.

Inicialmente, será traçado um esteio histórico de como se deu a formação dos aspectos ambientais legais no início do governo, bem como a articulação do investimento em políticas ambientais para ser condizentes com o princípio da transversalidade previsto na Lei nº 191/2009. Em seguida, houve uma preocupação em salientarmos como se foi dado o processo de aumento da participação estatal do governo de Luiz Inácio nos segmentos ambientais. E, por derradeiro, serão analisados os acordos de financiamento dos projetos ambientais efetuados durante o tempo de mandato do ex-presidente.

1 PRINCIPAIS AÇÕES NOS PRIMÓRDIOS DO GOVERNO LULA E A TRANSVERSALIDADE DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS

O panorama histórico que fortaleceu as diretrizes ambientais no país no governo do ex-presidente Lula iniciou-se pela proposta de sua primeira campanha de candidatura, propagada em 2002, que a partir de um posicionamento com eixo democrático muito evidente, trouxe à tona a participação de vários nichos sociais, como os ambientalistas, que antes não ocupavam um espaço justo nas pautas dos formadores de políticas públicas².


Assim, tanto a proposta de Lula como a de outros candidatos a cargo municipais e estaduais do mesmo partido, o Partido dos Trabalhadores (PT) se preocupou em acrescentar uma forma participativa na gestão pública, com ênfase nas demandas societárias³. Schimidt e Boeira⁴ enfatizam que a mobilização pública acerca dessa difusão de interesses contribuiu com a visibilidade do tema e passou a ser aderido por discursos eleitorais de candidatos de outros partidos, organizações privadas e comunidade civil.

Se tratando de um dos países mais ricos em diversidade ambiental, antes do governo Lula, o Brasil estava escasso de propostas governamentais que valorizassem a imensa biodiversidade do país ao invés de vê-la somente associada aos benefícios econômicos que

²SCHIMIDT, M. C. C. BOEIRA S. L. Dilemas da política ambiental no governo Lula. **Revista Sociedade e Estado**. v.34 n. 2, p. 601-607, mai/jun, 2019. p. 604.

³ FARIA, C. F. Estado e organizações da sociedade civil no Brasil contemporâneo: construindo uma sinergia positiva? **Revista de Sociologia e Política**, Curitiba, v. 18, n. 36, June, 2010. p. 189.

⁴ SCHIMIDT, M. C. C. BOEIRA S. L. Ibid. p. 601.



poderiam gerar, assim, ao demonstrar a intencionalidade em ouvir a sociedade como um todo, ia em direção de um fenômeno, chamado por Kageyama e Santos⁵ de desenvolvimento plural, que seria uma espécie de desenvolvimento inerente a um viés democrático, constituído pela participação de distintas comunidades e gerando resultados que afetem com um todo.

Em uma maré voltada a atender demandas sociais, quando eleito, o governo Lula disseminou a criação de grupos organizados com amparo estatal para promover uma reformulação de espaços em que pudessem ser tratadas múltiplas questões de políticas públicas das mais distintas áreas⁶ – tais como educação, saúde, economia e meio ambiente. Foi nesse momento que o setor ambiental começou a ter uma maior atenção. A participação de Marina Silva, a ministra do meio ambiente desse governo, delineou um panorama propício para o desenvolvimento ambiental de modo que suas contribuições, por ter sido seringueira e residente da Amazônia por muitos anos, tivessem sido efetivamente empregadas na identificação das demandas das florestas e da população, incluindo as populações tradicionais, os povos indígenas.⁷

Com isso, o Ministério do Meio Ambiente, criado em 1992 no Brasil, pela primeira vez teve uma atuação política ambiental e social de destaque, que se atentava na regulamentação da prospecção de medidas para conservação e recuperação da fauna e da flora do país, bem como gerava inúmeros empregos para a aplicação prática das medidas, que conseqüentemente, proporcionavam melhores condições de vida, não só para municípios que próximos aos ecossistemas mais afetados, mas para a sociedade brasileira no geral.⁸

Logo nos primórdios do governo foram criados alguns conselhos de grande importância e responsabilidade que mantêm a sua atuação colaborando com a promoção do desenvolvimento sustentável, como o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Rural e Sustentável (CONDRAF). Também ocorreram as primeiras conferências nacionais voltadas para a sustentabilidade, como a “Conferência do Meio Ambiente”⁹, promovida pelo Ministério do Meio Ambiente e “Conferência água e terra:

⁵ KAGEYAMA, P. Y.; SANTOS, J. D. dos Aspectos da política ambiental nos governos Lula. **Revista FAAC**, Bauru, v. 1, n. 2, p. 179-192, out. 2011/mar. 2012. p. 180.

⁶ FARIA Ibid. p. 193.

⁷ KAGEYAMA, P. Y.; SANTOS, J. D. dos Aspectos da política ambiental nos governos Lula. **Revista FAAC**, Bauru, v. 1, n. 2, p. 179-192, out. 2011/mar. 2012. p. 180.

⁸ KAGEYAMA, P. Y.; SANTOS Ibid. 181.

⁹ BRASIL. Secretaria-Geral da Presidência. **Secretaria Nacional de Articulação Social. s/d. Relação das Conferências Realizadas no Período 2003-2006.** Brasília. Disponível em: http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/sepm/. Acesso em: 22 nov. 2019. p. 3.

reforma agrária, democracia e desenvolvimento sustentável”, realizada pelo Fórum Nacional da Justiça no Campo¹⁰.

Não demorou muito para que as normatizações legais, incluindo leis, decretos e resoluções começassem a aparecer. Os primeiros decretos estabeleceram diretrizes para a implementação de programas como o Programa Nacional da Diversidade Biológica (Pronabio)¹¹ e grupos de trabalho autorizados para propor medidas e coordenar ações que combatiam o desmatamento na Amazônia. Pouco depois surgiram diretrizes legais para outorga de recursos hídricos e regulamentação de crimes ambientais¹².

Nesse sentido, para adentrar na conjuntura jurídica sobre o respectivo tema no governo Lula, e com o intuito de investigar de forma mais detalhada as diretrizes legais para que possam contribuir como fonte de bases teóricas para as inferências nesse trabalho, expusemos no Quadro-1 algumas normatizações instituídas no período de 2003 a 2007, correspondente ao primeiro mandato do ex-presidente.

Quadro 1- Algumas das normatizações legais referentes ao meio ambiente no período de 2003 a 2007

Normatizações Legais	Ano	Institui o (a):
Lei nº 10.711	2003	Sistema Nacional de Sementes e Mudas
Lei nº 10.638	2003	Programa Permanente de Combate à Seca
Decreto nº 4.703	2003	Programa Nacional da Diversidade Biológica
Resolução nº 32,	2003	Divisão Hidrográfica Nacional
Decreto nº 5.092	2004	Regras para identificação de áreas prioritárias para a biodiversidade
Resolução nº 349	2004	Licenciamento ambiental simplificado de empreendimentos ferroviários de pequeno potencial de impacto
Resolução nº 37	2004	Estabelece diretrizes para a outorga de recursos hídricos para a implantação de barragens em corpos de água de domínio dos estados, do Distrito Federal ou da União
Resoluções nº38	2004	Competência a associações e fundação para o exercício de funções inerentes às respectivas bacias hidrográficas
Lei nº 11.132	2005	Limitações administrativas ao exercício de atividades e empreendimentos efetiva ou potencialmente causadores de degradação ambiental
Decreto nº 5.577	2005	Programa Cerrado Sustentável
Resolução nº 358	2005	Tratamento e disposição final de resíduos de serviço de saúde

¹⁰ BRASIL. Presidência da República. Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social. 2007. Disponível em: www.presidencia.gov.br/cdes. Acesso em: 20 nov. 2019.p. 2.

¹¹ BRASIL. Decreto Nº 4.703, de 21 de maio de 2003. Presidência da República- Casa Civil: subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4703.htm. Acesso em: 25 nov.2019. p. 5.

¹² OBSERVATÓRIO ECO- DIREITO AMBIENTAL. **Legislação ambiental do governo Lula**. 2010. Disponível em: <https://observatorio-eco.jusbrasil.com.br/noticias/2520623/legislacao-ambiental-do-governo-lula>. Acesso em: 25 nov. 2019. 11 p.

Resoluções nº380	2005	Critérios e procedimentos para uso agrícola de lodos de esgoto.
Resolução nº 48	2005	Critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos
Lei nº 11.284	2006	Lei de Gestão de Florestas Públicas.
Resolução nº 58	2006	Plano Nacional de Recursos Hídricos.
Decreto nº 5.975	2006	Regulamenta Artigos Do Código Florestal
Lei nº 11.428	2006	Proteção Da Vegetação Nativa Do Bioma Mata Atlântica
Lei nº 11.460	2007	Plantio de organismos geneticamente modificados em unidades de conservação
Lei nº 11.446	2007	Parcelamentos de imóveis rurais destinados à agricultura familiar
Lei nº 11.445	2007	Diretrizes para saneamento básico
Decreto nº 6.263	2007	Plano Nacional sobre Mudança do Clima

Fonte: Adaptação dos autores pelo documento publicado pelo Observatório Eco de Direito Ambiental em 2010¹³.


De acordo com os dados apresentados, notamos que as delimitações estipuladas pelo início do governo Lula eram pertinentes a um sistema de disposições ligadas à implementação de uma nova tendência governamental que tem uma responsabilidade importante no papel de preservação do meio ambiente. As medidas legais que pregam proteção da vegetação, minimização do desmatamento, combate à seca e de preservação de áreas para manter a biodiversidade são um bom exemplo que subsidiam esse argumento.

No mais, além de poder impulsionar a conservação do segmento ambiental, as consequências das novas propostas ainda poderiam ser determinante de qualidade de vários outros campos da sociedade, tais como: a) a promoção de saúde, visto que o mal gerenciamento de recursos hídricos e sanitários afetam tanto o meio ambiente como a saúde da população; b) melhores infraestruturas urbanas, já que não ter uma resolução legal para determinar o tratamento de resíduos sólidos poderia decair a qualidade de vida nas cidades, por exemplo; c) incentivo à economia local, levando em conta as medidas legais que determinavam menores taxas à aquisição de terras para incentivo da agricultura familiar; d) novos empregos, visto que os programas determinados pelo governo Lula precisariam de uma grande quantidade de trabalhadores; e) por fim, a construção de uma cidadania ativa e crítica, que entende a responsabilidade que cada indivíduo tem na sustentabilidade do planeta e de todas as formas de vida.

Essa visão é muito condizente com a proposta do Art. nº 5 da Lei nº 191/2009, promulgada em agosto de 2009¹⁴, que determina o Princípio da Transversalidade no direito

¹³OBSERVATÓRIO ECO- DIREITO AMBIENTAL. **Legislação ambiental do governo Lula**. 2010. Disponível em: <https://observatorio-eco.jusbrasil.com.br/noticias/2520623/legislacao-ambiental-do-governo-lula>. Acesso em: 25 nov. 2019. 11 p.

¹⁴BRASIL. Ministério da Economia e Inovação. **Decreto-Lei n.º 191/2009**. Diário da República, 1 ed. n. 158, 17 de Agosto de 2009. p. 5337.



público. Esse princípio reconhece a importância da articulação e harmonização de políticas setoriais influentes na sociedade relacionadas a fatores como segurança, comunicação, saúde, cultura e ambiente. Portanto, não se torna um equívoco dizermos que as propostas ambientais de governo do ex-presidente Lula foram criadas sob um carácter transversal, pois houve o estabelecimento de normatizações que se propunham a acender resultados que cruzavam diversos setores do governo e da população¹⁵.

No entanto, para que o discurso legal fosse reluzente na prática como se estruturou na teoria, o governo do Lula pretendia inserir diversos projetos ambientais para garantir a adequação do novo regimento ambiental, e algum desses precisariam do fortalecimento institucional de organizações internacionais, como IDB, para acontecer.

2 O DESENVOLVIMENTO DA NOVA POLÍTICA AMBIENTAL E UM BALANÇO GERAL SOBRE APARTICIPAÇÃO DE ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS NO AMBIENTALISMO NACIONAL


Após uma consolidação política-ambiental no primeiro mandato, as iniciativas de para o uso sustentável dos recursos naturais precisavam ser intensificadas para que pudessem contribuir com redução de exploração e degradação ambiental demasiada¹⁶. No mais, mesmo com a consolidação dessa nova política, uma relação de dicotomia no país remetia a um sistema com grandes propostas ambientais mas que se debatia com o paradigma econômico. A ex-ministra do meio ambiente, Marina Silva, não deu continuidade na sua gestão alegando dificuldades para a formação de bases sociais para seguir com a agenda ambiental e sustentação política insuficiente para o setor.¹⁷

Apesar das ações do governo anterior serem terem sido de exímio carácter e revolucionarem a política ambiental brasileira, o Brasil ainda estava muito longe de ter sua biodiversidade protegida e de ter as grandes áreas degradadas recuperadas. O Ministério do Meio Ambiente, comandado a partir de maio de 2008 por Carlos Minc, deu continuidade das Conferências Nacionais e Conselhos Nacionais criados no governo anterior e em prol do meio

¹⁵ KAGEYAMA, P. Y.; SANTOS, J. D. dos Aspectos da política ambiental nos governos Lula. **Revista FAAC**, Bauru, v. 1, n. 2, p. 179-192, out. 2011/mar. 2012. p. 180.

¹⁶ KAGEYAMA, P. Y.; SANTOS Ibid. 187.

¹⁷ LOSEKANN C. Participação da sociedade civil na política ambiental do governo Lula. *Rev. Ambiente & Sociedade São Paulo* v. XV, n. 1 p. 179-200 jan.-abr. 2012. p. 188.



ambiente, mas ainda não tinha subsídio econômico suficiente para a implantação de programas que pudessem trazer maior efetividade nas medidas propostas¹⁸.

No governo de Lula até a entrada de Carlos Minc, a agenda de prioridades do governo era voltada para a conservação e uso consciente da extensa biodiversidade do país para os agronegócios, priorizando manter intactas às originalidades nacionais mantidas pelos povos indígenas¹⁹. No entanto, pensando na expansão industrial do país, Minc reformulou as prioridades nas agendas governamentais do segundo mandato do ex-presidente para, respectivamente: saneamento, recursos hídricos e desmatamento²⁰.

Nos próximos anos de governo, as projeções de prioridades estipuladas por Minc passaram a se efetivar por meio do discurso legal existente, tornando-se medidas determinadas por atos normativos. Foram estipulados a Resolução nº 101, de 2009, que aprovou o Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica de dois grandes rios nacionais, o Decreto de 15 de setembro de 2010, que determina o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado (PPCerrado) e a Lei nº 12.305, de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos²¹.

Além disso, outras dezenas de determinações foram proclamadas até abril de 2010 que consolidaram um legado jurídico ambiental no país. Posteriormente, o Ministério do Meio Ambiente passou a ser coordenado por Izabella Teixeira, conhecida pela sua capacidade de negociação internacional²². Dada a sua centralidade no panorama das configurações econômicas, as políticas ambientais tiveram suas imbricações, evidenciando um conjunto de

¹⁸ COUTO F. **Governo inicia estudos para agilizar o processo de licenciamento ambiental.** Agência de Canal de energia. Mídia Online. Disponível em:


<http://www.kelman.com.br/english/pdf/canal%20energia%2025>. Acesso em: 25 nov. 2019. p. 2.

¹⁹ KAGEYAMA, P. Y.; SANTOS, J. D. dos Aspectos da política ambiental nos governos Lula. **Revista FAAC**, Bauru, v. 1, n. 2, p. 179-192, out. 2011/mar. 2012. p. 182.

²⁰ VIEIRA DE SOUZA M.; BOEIRA S. L.; BATISTA V. A.; REINERT J. C. **Carlos Minc**: da expectativa aos 100 dias frente ao Ministério do meio ambiente do Brasil. Universidade do Vale de Itajai (Programa de Mestrado em Gestão de Políticas Públicas da UNIVALI-SC, 2009. Disponível em: <http://base.d-p-h.info/pt/fiches/dph/fiche-dph-7837.html>. Acesso em: 21 nov. 2019. p. 2.

²¹ OBSERVATÓRIO ECO- DIREITO AMBIENTAL. **Legislação ambiental do governo Lula.** 2010. Disponível em: <https://observatorio-eco.jusbrasil.com.br/noticias/2520623/legislacao-ambiental-do-governo-lula>. Acesso em: 25 nov. 2019. 11 p.

²² BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Izabella Teixeira continua à frente do Meio Ambiente.** 02 jan. 2015. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/12559-noticia-acom-2015-01-693.html>. Acesso em: 02 dez. 2019. p. 1.



interesses e perspectivas que descreveram uma nova era ambiental, amparada por ONGS e organizações internacionais para colocar o regimento legal em prática²³.

Preliminarmente, deve-se ficar claro que as Organizações Internacionais (OI), propõem, entre os Estados, que um regimento consoante de práticas seja propagado enaltecendo a importância dos aspectos ambientais e sem inferir-se em demais aspectos políticos²⁴.

A existência das organizações internacionais é estabelecida mediante acordos internacionais entre uma quantidade significativa de países, 3 ou mais, que contribuem entre si para a determinação das regras, propostas e base financeira²⁵. A principal finalidade é fornecer, por meios de incentivos financeiros, envio de materiais ou disponibilização de pessoal, para atender demandas ambientais em países com alto nível de desigualdade, que não sobram verbas suficientes para propor todas as políticas públicas necessárias, incluindo as ambientais.²⁶

Notamos que o papel que essas organizações representam são de suma importância na culminação das medidas ambientais e atende às lacunas expostas que poderão ao decorrer dos anos gerar ainda mais consequências globais no meio ambiente. A participação se tornou ainda mais evidente no governo de Lula tendo em vista o estabelecimento de uma política ambiental embasada por uma densa legislação- que ainda que não fosse perfeita- correspondeu a um período de grande avanço ambiental.

3 O PAPEL DO IDBCOMO IMPULSOR DE PROJETOS AMBIENTAIS

Para entendermos como o Banco Interamericano de Desenvolvimento, ou qualquer outra organização internacional, impacta em políticas de cunho doméstico, faz-se necessária

²³JULIANO P. G. R. P. do Meio Ambiente e Relações Internacionais: uma discussão sobre a crise ambiental e a ausência de uma organização internacional para meio ambiente no âmbito das nações unidas. **3º Encontro Nacional da Associação Brasileira de RI- Instituto de Relações Internacionais**v. 3 p. 1-18, abr. 2011, São Paulo. Disponível em:


http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000122011000300030&lng=en&nrm=abn. Acesso em: 2 dez. 2019. p. 3.

²⁴JULIANO P. G. R. P. do Meio Ambiente e Relações Internacionais: uma discussão sobre a crise ambiental e a ausência de uma organização internacional para meio ambiente no âmbito das nações unidas. **3º Encontro Nacional da Associação Brasileira de RI- Instituto de Relações** v. 3 p. 1-18, abr. 2011, São Paulo. Internacionais Disponível em:

http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000122011000300030&lng=en&nrm=abn. Acesso em: 2 dez. 2019. p. 4.

²⁵ BARBÉ, E. **Relaciones internacionales**. 2ª ed. Madrid: Editorial Tecnos, 2001.

²⁶ JULIANO P. G. R; P. do Ibid. p. 3.



uma breve revisão da chamada Teoria dos Jogos de Dois Níveis²⁷, comum a acadêmicos de Política Internacional e Relações Internacionais.

A política, em termos de exercício poder ou de influência, não está circunscrita apenas às fronteiras do Estado nacional: o ambiente internacional também é palco para suas ações, de modo que políticas doméstica e internacional sempre podem se conectar de alguma forma²⁸. James Rosenau foi um dos primeiros pesquisadores a trazer essa questão à tona, com o termo *linkagepolitics*, focando-se particularmente em posturas conflitantes dos Estados, quando contrapostos seus comportamentos em nível interno e internacional²⁹. Mais adiante, com Keohane e Nye, esses estudos são retomados, enfatizando-se a Interdependência Complexa e como regimes e instituições internacionais poderiam ter efeito direto na política doméstica³⁰.

Putnam, por sua vez, vai aprofundar esses estudos, concluindo que “A política doméstica e as relações internacionais com frequência são inextricavelmente vinculadas [...]”³¹. Com um forte base em estudos de negociações e teoria dos jogos, o autor traz o Modelo de Jogos de Dois Níveis, no qual as esferas doméstica e internacional não podem ser desconsideradas pelo tomador de decisão, sendo seu objetivo a maximização de ganhos (ou diminuição de perdas) simultaneamente em ambos os ambientes, estratégica da vez mais utilizada em um sistema de Estados em crescente e complexa Interdependência.

De maneira resumida, o jogo em dois níveis se daria com grupos domésticos (partidos, empresas, sociedade civil, etc) e grupos externos (organizações, instituições, regimes, entre outros) pressionando o governo de um determinado Estado na adoção de determinadas políticas ou tomadas de decisão, enquanto este tenta criar coalizões, fazer acordos, participar de negociações buscando limitar possíveis impactos danosos ou indesejados que aqueles grupos possam ter um sobre o outro, garantindo o melhor resultado de acordo com seus interesses.

Com isso mente, e voltando ao objeto de estudo do presente trabalho, podemos identificar se a política ambiental do governo Lula atuou nos âmbitos interno e internacional de maneira homogênea ou conflitante. Ou, em especial, se o os interesses observados internamente

27 PUTNAM, R. *Diplomacy and Domestic Politics: The Logic of the Two-Level Games*. **International Organization**, v. 42, n. 3, p. 427-460, 1988.

28 Idem

29 ROSENAU, J. *Theorizing Across Systems: Linkage Politics Revisited*. In: WILKENFIELD, J. (ed.), **Conflict Behavior and Linkage Politics**. Nova York, Ed. D. Mckay, 1973

30 KEOHANE, R.; NYE, J. **Power and Interdependence**. Boston, Ed. Brown, 1977

31 PUTNAM, R. *Diplomacy and Domestic Politics: The Logic of the Two-Level Games*. **International Organization**, v. 42, n. 3, p. 427-460, 1988, p. 427

se refletiram nos pedidos de empréstimos e parcerias para a maior instituição de fomento ao desenvolvimento com foco nas Américas.

Para cumprir com este objetivo, buscaram-se todos os acordos firmados entre o IDB e o Brasil no períodos dos dois mandatos de Lula, disponíveis no sítio web da instituição nas abas: *Projects>Brazil>Sectors: Enviromentaland Natural Disasters; Water Management andSanitation; Agriculturaland Rural Development> Status Completed>Years 2003-2010*, todos reunidos na tabela abaixo.

Tabela 1 – Projetos IDB + Brasil 2003-2010 – Meio Ambiente

Título do Projeto	Setor	Investimento (MM USD)	Ano
<i><u>Strengthening Climate Change Budget Planning and Fiscal Management in Brazil</u></i>	Desastres Naturais e Ambientais	1.48	2010
<i><u>Support for science research centers in Brazil climate</u></i>	Desastres Naturais e Ambientais	0.32	2010
<i><u>Alagoas Post-Flooding Emergency Assistance</u></i>	Desastres Naturais e Ambientais	0.2	2010
<i><u>Support to the government of Ceara in the preparation of the ICID</u></i>	Desastres Naturais e Ambientais	0.13	2010
<i><u>Assistance Post Floods&Landslides - Rio de Janeiro</u></i>	Desastres Naturais e Ambientais	0.2	2010
<i><u>Establishment of a Water Operator Partnership (WOP) Brasil</u></i>	Manejo de Água e Saneamento	0.23	2010
<i><u>Support in structuring public partnerships for solid waste management</u></i>	Manejo de Água e Saneamento	0.31	2010
<i><u>Igarapes de Manaus Project</u></i>	Manejo de Água e Saneamento	0.1	2010
<i><u>Commercialization of products from Quilombos</u></i>	Desenvolvimento Agrário e Rural	0.27	2010
<i><u>Strengthening the Communitary Fund Verde Vida</u></i>	Desastres Naturais e Ambientais	0	2009
<i><u>Support for Implementation of National Program for Water Evaluation</u></i>	Manejo de Água e Saneamento	0.72	2009
<i><u>Support to the Regulatory Agency for Sanitation and Energy in Sao Paulo</u></i>	Manejo de Água e Saneamento	0.74	2009
<i><u>Sustainable Development Plan for the Sepetiba Bay</u></i>	Manejo de Água e Saneamento	0.8	2009
<i><u>Solid Waste Management in the State of Minas Gerais</u></i>	Manejo de Água e Saneamento	0.31	2009
<i><u>To Support Commercialization Net of Small Agro ecological Producers</u></i>	Desenvolvimento Agrário e Rural	0.15	2009
<i><u>Environmental & social management methodology</u></i>	Desastres Naturais e Ambientais	0.22	2008
<i><u>Support for the Regulatory Agency for Sanitation and Energy in Sao Paulo</u></i>	Manejo de Água e Saneamento	0.01	2008
<i><u>Forest Vocation Land Policy Implementation in Brazil</u></i>	Desenvolvimento Agrário e Rural	0.29	2008
<i><u>Emergency Relief to the State of Rio de Janiero</u></i>	Desastres Naturais e Ambientais	0.2	2007
<i><u>Water Treatment & Energy Infrastructure for PetroquímicaSuape</u></i>	Manejo de Água e Saneamento	0.03	2007

<u>CEDAE's Commercial Operation Efficiency Improvement Program</u>	Manejo de Água e Saneamento	0.95	2007
<u>Country Environmental Analysis</u>	Desastres Naturais e Ambientais	0.12	2006
<u>Sustainable Development Plan for River Uruguay Watershed</u>	Manejo de Água e Saneamento	1.2	2006
<u>Support for Environmentally Sustainable Integrated Production</u>	Desenvolvimento Agrário e Rural	1.04	2006
<u>Support for Alternative Market Opportunities in Rural Areas in Tocantins</u>	Desenvolvimento Agrário e Rural	0.57	2006
<u>Economical Sustainable Alternatives for Barranco do Mundo Settlement</u>	Desenvolvimento Agrário e Rural	0.15	2006
<u>Program to Support the Amazon Protection System</u>	Desastres Naturais e Ambientais	0.75	2005
<u>Model of Environmental Management of the Public Ministry, San Pablo</u>	Desastres Naturais e Ambientais	0.2	2005
<u>Cadaster and Land Regularization Program</u>	Desenvolvimento Agrário e Rural	2.78	2005
<u>Cana Brava Community Investment Development Fund</u>	Desenvolvimento Agrário e Rural	0.05	2005
<u>Improved Management & Information Systems Tijuca NP</u>	Desastres Naturais e Ambientais	0.25	2004
<u>Develop Ecotourism Strategy Mata Atlantica State Park</u>	Desastres Naturais e Ambientais	0.02	2004
<u>Cairu Strategic Development Plan</u>	Desastres Naturais e Ambientais	0.12	2004
<u>Water Resources National Plan</u>	Manejo de Água e Saneamento	0.55	2004
<u>Technological Innovation & New Manag. Approaches in Agricult. Research AGROFUTURO</u>	Desenvolvimento Agrário e Rural	33	2004
<u>Program to Promote Commercial Opportunities among Rural Small Producers</u>	Desenvolvimento Agrário e Rural	0.72	2003
<u>Support for Rural Microenterprises</u>	Desenvolvimento Agrário e Rural	0.01	2003

Fonte: Elaborado pelos autores.

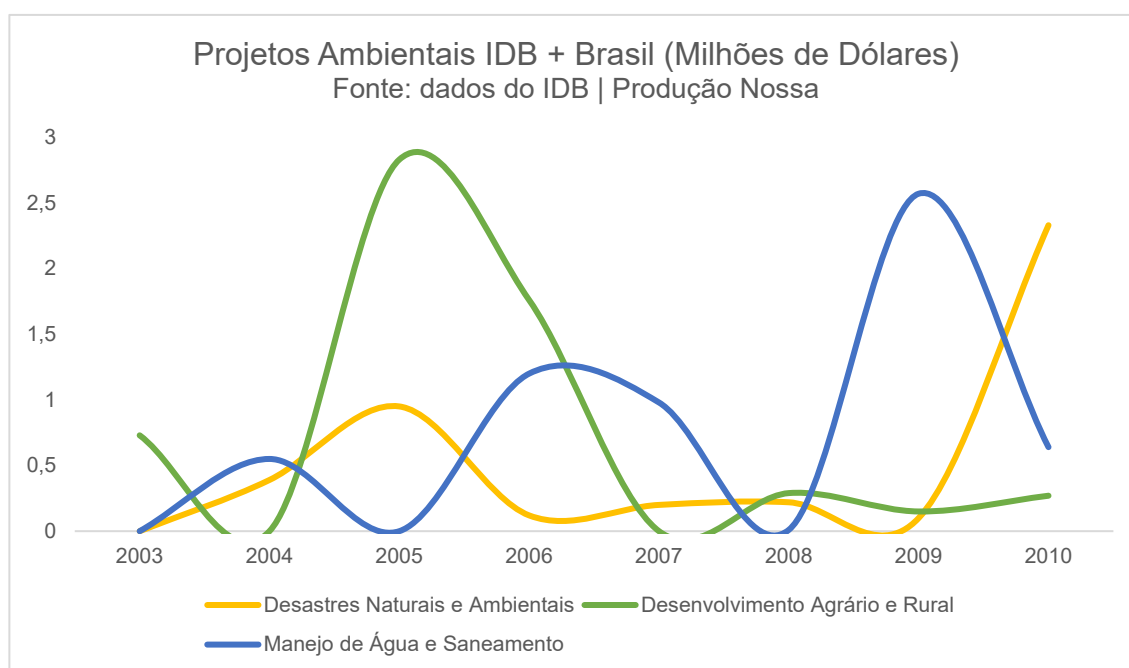
Ao todo, foram 37 projetos aprovados e USD 49,2 milhões de dólares em investimentos da instituição financeira. Importante destacar que 83% do montante total foi investido em um único projeto de 2004 da categoria Desenvolvimento Agrário e Rural, intitulado: *Technological Innovation and New Management Approaches in Agricultural Research*. Seu objetivo era melhorar a competitividade e eficiência do setor agropecuário brasileiro, fortalecendo seus sistemas de inovação em áreas consideradas estratégicas para o desenvolvimento agrícola, como: 1) Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em culturas emergentes, com objetivo de diversificar exportações; 2) modernização tecnológica para atender as áreas de pesquisa; 3) melhorar o acesso ao mercado da produção familiar em cadeias agroalimentares e/ou agroindustriais; e 4) otimizar o modelo de gestão na inovação para atingir maior

reconhecimento internacional, focado na EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).³²

Esse projeto teve execução até o ano de 2009 e representa bem a característica principal da projeção internacional do primeiro mandato do presidente Lula na área do ambiente, que busca alinhar esse tema com desenvolvimento econômico e tecnológico. Entretanto, por representar um *outlier* em termos de montante investido, vamos excluí-lo das análises a seguir, uma vez que sua importância financeira não representa na mesma proporção os esforços brasileiros na área do meio ambiente junto ao IDB.

Após essa breve digressão, focaremos na análise dos acordos, a começar pela evolução de temas e montantes no decorrer dos anos, como mostra o gráfico abaixo.

Gráfico 1 – Projetos Ambientais IDB + Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores.

Interessante observar a importância que a linha de crédito de Desenvolvimento Agrário e Rural teve no primeiro mandato do presidente: foram 7 projetos, concentrando USD 5,3 milhões de dólares, enquanto as outras duas linhas juntas também somaram 7 projetos, mas apenas USD 3,2 milhões de dólares. Também destaca-se o caráter mais social desses projetos de

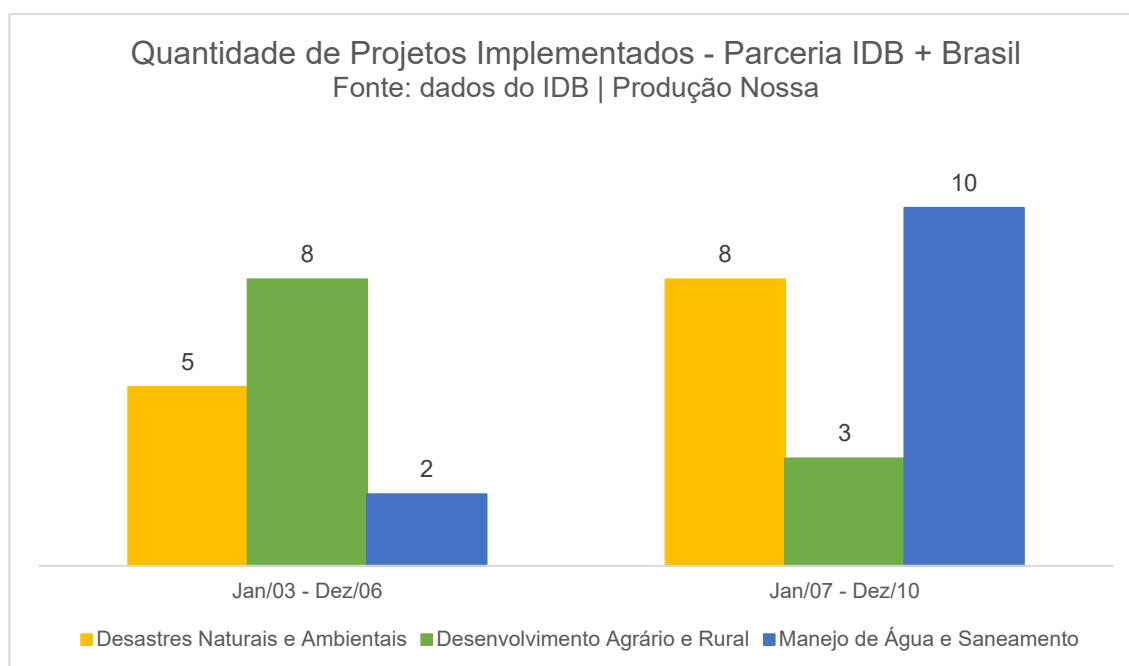
³²Acordo Projeto IDB-Brasil “*Technological Innovation & New Management Approaches in Agricultural Research ‘AGROFUTURO’*”. Disponível em <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=EZSHARE-719445493-8673>. Acesso em 29 de novembro de 2019

desenvolvimento, especialmente no que diz respeito à integração de microempresários rurais, desenvolvimento de oportunidades para pequenos produtores; focando-se em produção ambientalmente sustentável.

O projeto com mais recursos financeiros confirma essa característica e trata sobre regularização de terras, com objetivo geral de contribuir para a segurança dos direitos de propriedade de pequenos produtores, potencializando sua produtividade por meio de programas de desenvolvimento sustentável. Aliás, frases como: “consolidar um modelo replicável de produção”, “pequenos produtores” e “gerenciamento sustentável dos recursos naturais” consta em todo esse conjunto de acordos. Na mesma linha, o *acordo Sustainable Development Plan for River Uruguay Watershed*, maior projeto fora da área de Desenvolvimento Rural e Agrário, também tinha fortes ligações com o tema de desenvolvimento sustentável para a região da bacia hidrográfica.

No segundo mandato, entretanto, há mudanças profundas de atuação do governo no que diz respeito à aquisição de créditos internacionais para investimento em temas relacionados ao meio ambiente. Enquanto nos 4 primeiros anos de Lula, foram 14 acordos de cooperação com o IDB, esse número aumenta em 50% no segundo mandato, subindo para 21 projetos.

Gráfico 2 – Projetos Ambientais IDB + Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores.

Encontram-se mudanças não apenas na quantidade dos acordos, senão também em seu foco: são 10 projetos financiados para Manejo de Água e Saneamento (*versus* 2 no primeiro

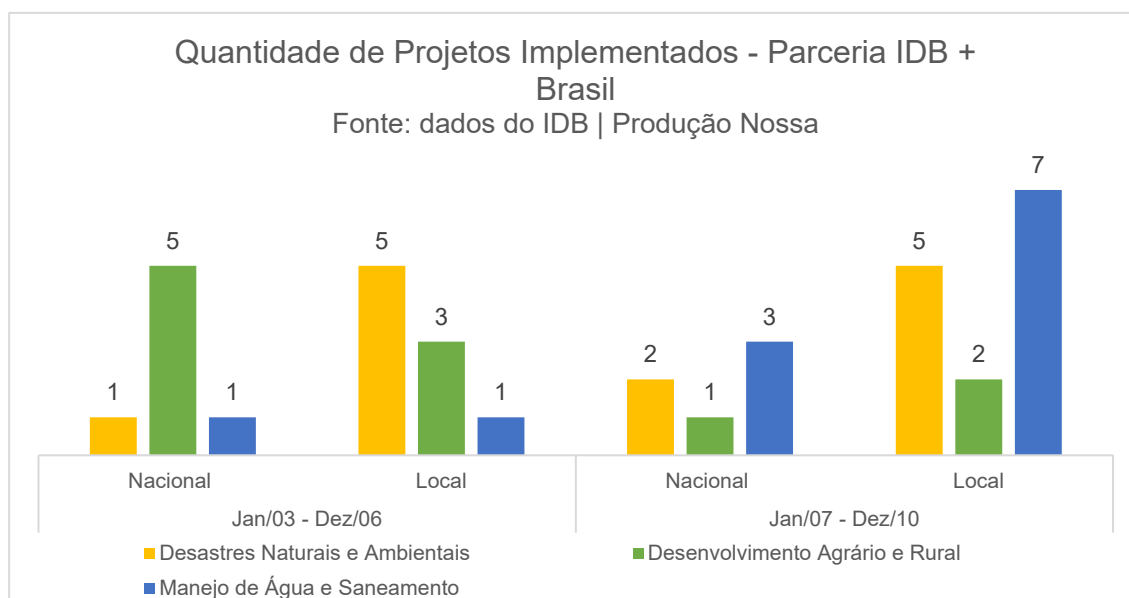


mandato), 8 para mitigação de Desastres Naturais e Ambientais (5 no primeiro mandato) e 3 para Desenvolvimento Agrário e Rural (foram 8 nos primeiros anos da era Lula), sendo todos estes no final do segundo mandato: 2 no auxílio de comercialização e desenvolvimento de comunidades locais, como os Quilombolas, claramente explicitados no acordo de 2010.

A linha de mitigação de Desastres Naturais e Ambientais, como viu-se, ganha mais destaque, especialmente com projetos para estudo e fortalecimento do compromisso brasileiro contra as mudanças climáticas, coincidindo com os preparativos para a chegada da Rio+20 (Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável), sediada pelo Brasil. Juntos, esses acordos receberam pouco mais de USD 2,2 milhões de dólares, sem contar o apoio para o Estado do Ceará em sediar também outro evento internacional ICID (*International Commission on Irrigation and Drainage*), evidenciando a preocupação e protagonismo do brasileiro na temática ambiental perante a sociedade internacional e coincidindo com as diretrizes do Plano Nacional Sobre Mudanças do Clima. O restante dos investimentos foi alocado em projetos regionais patrocinados pelo governo federal, como projetos contra Enchentes e Deslizamentos no estado do Rio de Janeiro (uma linha de crédito em 2007 e outra em 2010), no estado de Alagoas (2010).

Esses acordos evidenciam uma tendência que se confirma com a análise dos projetos de Manejo da Água e Saneamento: a regionalização. Enquanto no primeiro mandato, o foco eram projetos em nível nacional, os do segundo mandato se concentram em nível estadual ou municipal, com execução entre os anos 2009-2010, coincidindo com o período de eleição para Executivo e Legislativo federais e estaduais, alguns anos após o estabelecimento das Diretrizes Nacionais para Saneamento Básico.

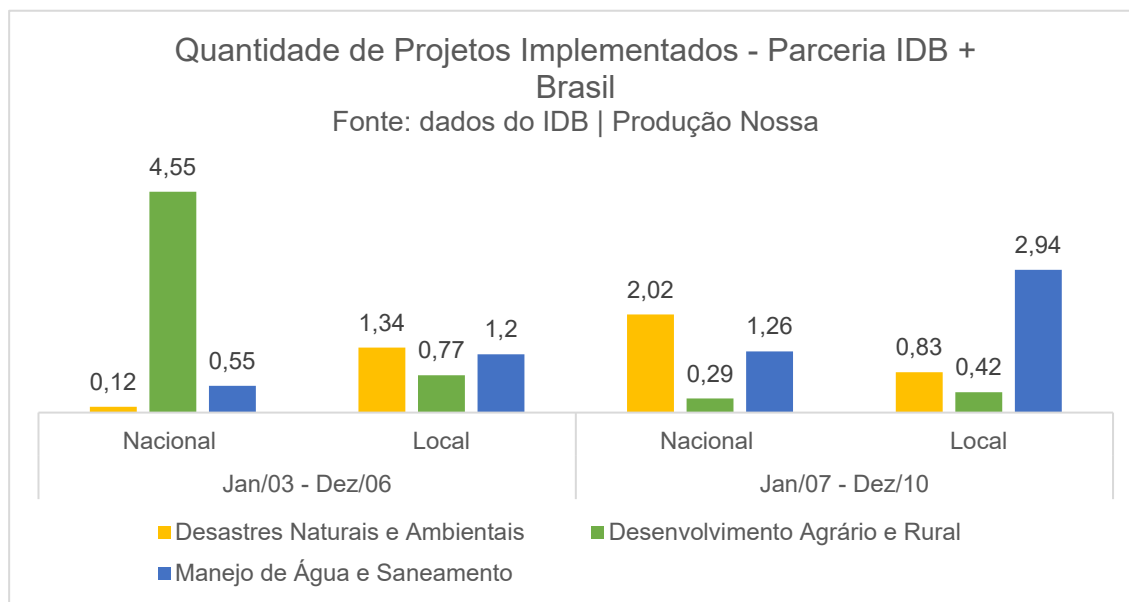
Gráfico 3 – Projetos Ambientais IDB + Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores.


Fica mais visível pela representação gráfica o crescimento da quantidade de projetos de Manejo de Água e Saneamento, assim como o crescimento da importância da regionalização. O mesmo é observado quando analisa-se a quantidade de recurso por linha de projeto.

Gráfico 4 – Projetos Ambientais IDB + Brasil



Fonte: Elaborado pelos autores.

Entre os projetos regionais de maior destaque para a linha de Manejo de Água e Saneamento, 5 se concentram na região sudeste (2 SP, 2 RJ, 1 MG) e tratam de suporte financeiro para agências regulatórias de Água e Esgoto, ou para a companhia pública provedora



desses serviços, sendo que as palavras “modernização”, “recuperação,” e “melhoria da eficiência” se encontram presentes nos objetivos dos projetos destacados.

Importante observar também na queda do investimento médio por projeto. Conforme há a expansão da quantidade de projetos no segundo mandato, percebe-se uma queda de 23% no valor médio financiado pelo IDB, sendo que a linha de Manejo de Água e Saneamento Básico foi a que mais sofreu, com uma queda de 48% no valor médio de seus projetos.


Ademais, em uma análise futura, recomenda-se indicar o impacto desses projetos de acordo com a análise de retorno realizada pela instituição financeira, uma vez que, por exemplo, a CEDAE (Companhia Estadual de Águas e Esgoto do RJ) recebeu investimento direto do IDB e, pouco mais de 10 anos depois, em 2019, configura como prioritária na lista de desestatização do atual governo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante das discussões apresentadas, torna-se evidente que o governo de Lula estabeleceu uma política ambiental - na qual prepondera um regimento focado nas ações institucionais- que se revelou-se em dois vieses: o primeiro determinado por meio das nas normatizações legais constantes, e o segundo nas ações práticas para garantir o cumprimento do discurso jurídico, que contou com a participação significativa do IDB.

A perspectiva aplicada, por sua vez, culminou alguns aspectos que congregam às concepções do governo diante do tema em questão, e os dados selecionados para a discussão versam sobre as diversidades das práticas governamentais ao longo do período de governo. A troca de ministros por três vezes fez com que a política ambiental tivesse diversificações nas prioridades ambientais dos gestores públicos, sem contar a pressão da abordagem econômica e produtiva para barrar as medidas ambientais taxativas e penalizações legais implementadas diante de tantas normatizações instituídas.

Nesse sentido, ao analisarmos os projetos financiados pelo IDB no primeiro e no segundo mandato é evidente que o discurso propagado na política ambiental brasileira, tanto no primeiro como no segundo mandato se repercutiu nas solicitações de auxílio financeiro para execução de projetos ambientais, visto que, nos primeiros 4 anos de governo, os projetos foram realizados concomitantemente com a propagação do discurso voltado para o agronegócio e expansão tecnológica na área, enquanto nos últimos 4 anos de governo foram projetos que



coincidiam com as propostas de saneamento e recurso hídricos delimitados como foco por Minc.

Entretanto, ainda se tratando dos incentivos do IDB, percebe-se uma grande diferença entre o primeiro e segundo mandato. Nos primeiros 4 anos não havia tanta atuação do governo em relação às solicitações de créditos internacionais, que por doravante, cresceu e fortaleceu os acordos de cooperação internacional.

Assim, fica claro que a potencialidade das ações que buscavam financiamento da organização internacional analisada não ocorreram com a mesma constância ao longo do governo. O que não atenua o fato de ter sido algo que progrediu ao decorrer dos anos e refletiu em benefícios não só ambientais, mas também em outros diversos campos sociais e econômicos.

REFERÊNCIAS

IDB-Brasil “*Technological Innovation & New Management Approaches in Agricultural Research* ‘AGROFUTURO’”. Disponível em <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=EZSHARE-719445493-8673>. Acesso em 29 de novembro de 2019

BARBÉ, E. **Relaciones internacionales**. 2ª ed. Madrid: Editorial Tecnos, 2001.

BRASIL, Conferência Rio-92 sobre meio ambiente e planeta: desenvolvimento sustentável dos países. Disponível em: senado.gov/noticias/jornal/emdiscussao/rio-20/rio-a-20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente. Acesso em: 25 nov. 2019.


BRASIL. Decreto Nº 4.703, de 21 de maio de 2003. Presidência da República- Casa Civil: subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4703.htm. Acesso em: 25 nov.2019.

BRASIL. Decreto-Lei n.º 191/2009. Ministério da Economia e Inovação. Diário da República, 1 ed. n. 158, 17 de Agosto de 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Izabella Teixeira continua à frente do Meio Ambiente**. 02 jan. 2015. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/12559-noticia-acom-2015-01-693.html>. Acesso em: 02 dez. 2019.

BRASIL. Secretaria-Geral da Presidência. **Secretaria Nacional de Articulação Social**. s/d. **Relação das Conferências Realizadas no Período 2003-2006**. Brasília. Disponível em: http://www.presidencia.gov.br/estrutura_presidencia/sepm/. Acesso em: 1 dez. 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social**. 2007. Disponível em: www.presidencia.gov.br/cdes. Acesso em: 20 nov. 2019.



COUTO F. **Governo inicia estudos para agilizar o processo de licenciamento ambiental.** Agência de Canal de energia. Mídia Online. Disponível em: <http://www.kelman.com.br/english/pdf/canal%20energia%2025>. Acesso em: 25 nov. 2019.

FARIA, C. F. Estado e organizações da sociedade civil no Brasil contemporâneo: construindo uma sinergia positiva? **Revista de Sociologia e Política**, Curitiba, v. 18, n. 36, p. 187-304, jun. 2010.

JULIANO P. G. R. P. do Meio Ambiente e Relações Internacionais: uma discussão sobre a crise ambiental e a ausência de uma organização internacional para meio ambiente no âmbito das nações unidas. **3º Encontro Nacional da Associação Brasileira de RI- Instituto de Relações Internacionais**. v. 3 p. 1-18, abr. 2011, São Paulo. Disponível em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000122011000300030&lng=en&nrm=abn. Acesso em: 2 dez. 2019. p. 3.

KAGEYAMA, P. Y.; SANTOS, J. D. dos Aspectos da política ambiental nos governos Lula. **Revista FAAC**, Bauru, v. 1, n. 2, p. 179-192, out. 2011/mar. 2012.

KEOHANE, R.; NYE, J. **Power and Interdependence**. Boston, Ed. Brown, 1977.

LOSEKANN C. Participação da sociedade civil na política ambiental do governo Lula. **Rev. Ambiente & Sociedade São Paulo** v. XV, n. 1 p. 179-200 jan.-abr. 2012.

OBSERVATÓRIO ECO- DIREITO AMBIENTAL. **Legislação ambiental do governo Lula**. 2010. Disponível em: <https://observatorio-eco.jusbrasil.com.br/noticias/2520623/legislacao-ambiental-do-governo-lula>. Acesso em: 25 nov. 2019. 11 p.

PUTNAM, R. Diplomacy and Domestic Politics: The Logic of the Two-Level Games. **International Organization**, v. 42, n. 3, p. 427-460, 1988.

ROSENAU, J. Theorizing Across Systems: Linkage Politics Revisited. In: WILKENFIELD, J. (ed.), **Conflict Behavior and Linkage Politics**. Nova York, Ed. D. Mckay, 1973.

SCHIMIDT, M. C. C. BOEIRA S. L. Dilemas da política ambiental no governo Lula. **Revista Sociedade e Estado**. v.34 n. 2, p. 601-607, mai/jun, 2019.

VIEIRA DE SOUZA M.; BOEIRA S. L.; BATISTA V. A.; REINERT J. C. **Carlos Minc**: da expectativa aos 100 dias frente ao Ministério do meio ambiente do Brasil. Universidade do Vale de Itajai (Programa de Mestrado em Gestão de Políticas Públicas da UNIVALI-SC, 2009. Disponível em: <http://base.d-p-h.info/pt/fiches/dph/fiche-dph-7837.html>. Acesso em: 21 nov. 2019.

CAPÍTULO 5

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SOBREMESA LÁCTEA COM ADIÇÃO DE PALMA ‘*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.’

Álvaro Gustavo Ferreira da Silva, Graduando em Engenharia de Alimentos, UFCG
Sinthya Kelly Queiroz Moraes, Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFCG
Bruna Rocha da Silva, Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFCG
Raíssa Cristina Leandro Vitor, Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFCG
Dauany de Sousa Oliveira, Graduanda em Engenharia de Alimentos, UFCG
Larissa da Silva Santos Pinheiro, Engenheira de Alimentos, UFCG
Pedro Victor Crescêncio de Freitas, Graduando em Engenharia de Alimentos, UFCG
Marcelino Maia Bessa, Graduando em Enfermagem, UERN

RESUMO


O Brasil destaca-se por ser um grande produtor da palma *Opuntia ficus-indica*, espécie com vasta distribuição geográfica e grande importância no semiárido. O objetivo foi elaborar e caracterizar um *sobremesa láctea* a base de palma, com finalidade de introduzi-la na alimentação humana. Para isso, cladódios da variedade Gigante foram colhidos na UFCG/CCTA/UATA e levadas para o Laboratório de Análise Sensorial do centro, onde foram devidamente higienizadas e sanitizadas, para posterior elaboração do *sobremesa láctea*, em três formulações que divergiam entre si pela concentração de palma adotada, sendo elas: A (20%), B (24%) e C (28%), sujeitas em seguida às análises microbiológicas, físico-químicas e sensorial. Por fim, obteve-se formulações dentro dos padrões microbiológicos e físico-químicos exigido pelas legislações vigentes, sendo a formulação A mais aceita sensorialmente.

Palavras-chave: Análise sensorial, CATA, sobremesa.

INTRODUÇÃO

A palma forrageira é originária do México, mas possui ampla distribuição geográfica, sendo cultivada na África, Europa e América do Sul (SOUZA et al., 2008). Mundialmente, a maior área plantada encontra-se no Brasil, com aproximadamente 600 mil hectares, sendo a maioria da espécie *Opuntia ficus-indica*, mais conhecida como “Palma Gigante” (MARCONATO et al., 2008).

A *Opuntia ficus-indica* é característica de regiões semiáridas, onde é cultivada principalmente para alimentação de ruminantes em épocas de estiagem, podendo também ser utilizada na alimentação humana (BEZERRA et al., 2012), sendo uma fonte de vitaminas, minerais e aminoácidos, que tornaram da palma um alimento nobre em diversos países do mundo. Além disso, o plantio de palma forrageira é uma alternativa viável na região Nordeste,



onde os longos períodos de estiagem tornam a região um ambiente difícil para as atividades agrícolas, especificamente a agricultura de subsistência (GALVÃO et al., 2018).

Os brotos de palma podem ser consumidos *in natura* ou processados, em salmoura ou vinagre, pré-cozidos, ensopados, guisados, tortas, sopas, sucos, congelados, geleias, doces em calda, em pasta ou corte, balas, entre outros (LOPES et al., 2007). A utilização da palma como matéria prima para produção de sobremesas também é uma alternativa bastante viável para introduzi-la na alimentação humana, como por exemplo na forma de sobremesas caseiras (COUTO et al., 2011).

O objetivo foi elaborar e avaliar a aceitação sensorial de formulações de sobremesa láctea utilizando palma '*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.' como matéria prima.

MATERIAL E MÉTODOS

Elaboração das formulações


Doze cladódios secundários de palma '*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.' foram colhidas no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar (6° 47 '2.16 "S e 37° 48'9.03"O) da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil. Os cladódios foram lavados e sanitizados em solução gelada e clorada a 200 ppm por 15 minutos. Os espinhos e a epiderme foram removidos com facas de aço inoxidável higienizadas. Os cladódios sem espinhos e sem epiderme foram fatiados, triturados em liquidificador industrial e adicionados de 1 L de água para obtenção do suco. O suco foi filtrado, adicionado de leite condensado e creme de leite e homogeneizado em liquidificador industrial durante três minutos. Três formulações de *sobremesa láctea* foram elaboradas, sendo elas: A (20% de suco, 32% de creme de leite e 48% de leite condensado), B (24% de suco, 30% de creme de leite e 46% de leite condensado) e C (28% de suco, 28% de creme de leite e 44% de leite condensado).

Análise físico-química

As formulações de *sobremesa láctea* foram avaliadas, em triplicatas, quanto ao potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ródio e ácido ascórbico (AsA):

pH- determinado por leitura direta em potenciômetro (Tecnal®, TEC-2);

SST- determinados por leitura direta em refratômetro de bancada tipo Abbe (Instrutherm®, RTA-100);



ATT- determinada por titulação com NaOH 0,1 N e solução alcoólica de fenolftaleína 1% como indicador (Instituto Adolfo Lutz, 2008);

Rácio- obtida pela razão SST/ATT;

AsA- determinado por titulação com ácido 2,6 diclorofenolindofenol 0,2% em amostra adicionada de ácido oxálico 5% (AOAC, 1997; Benassi e Antunes, 1998).

Análise microbiológica

As formulações de *sobremesa láctea* foram avaliadas, em triplicatas, quanto à pesquisa de *Salmonella* spp., coliformes a 45 °C e a contagem de estafilococos coagulase positivo, conforme exigido pela RDC nº 12/2001, da ANVISA, para doces e sobremesas tipo caseiras, não industrializadas.


Salmonellaspp. - determinada a partir da incubação de 25 g de amostra em 225 mL de água peptonada tamponada (BPW) a 35°C por 24 h. Aliquotas foram transferidas para os caldos tetracionato (TTB) e Rappaport-Vassiliadis (RV) e incubadas a 42°C por 24 horas. As culturas de enriquecimento seletivo foram semeadas na superfície de ágar de Lactose Vermelho de Fenol Verde Brilhante (BPLS) e Deoxicolato de Xilose Lisina (XLD) e incubados a 35 ° C por 24 h.

Coliformes a 45°C-determinados por meio da técnica de número mais provável (NMPmL⁻¹), através da incubação da amostra em tubos contendo caldo *Lauril Sulfato Triptose* (LST) e tubos Durhan invertidos a 35 ° por 24 horas. Os tubos positivos foram replicados com auxílio de alça de platina para tubos contendo caldo verde brilhante a 2% (VB) e incubados a 35°C por 24 horas. Os tubos positivos foram replicados para o meio EC *Brothe* incubados a 45 ° por 48 horas para confirmação.

Estafilococos coagulase positivo- determinados por inoculação de superfície em ágar *Baird Parker* adicionada de gema de ovo e telurito de potássio e incubação a 36° por 48 horas. As colônias foram contadas. Seis colônias de cada tipo foram transferidas para tubos contendo caldo de infusão de cérebro e coração (BHI) e incubadas a 3°C por 24 horas. As culturas foram submetidas ao teste de coagulase com plasma de coelho liofilizado.

Análise sensorial

As formulações foram avaliadas por 80 provadores voluntários não treinados, de ambos os sexos, na faixa etária de 17 a 38 anos. Para cada provador, foram servidos aproximadamente



30 mL de *sobremesa láctea* em copos plásticos descartáveis de 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos e apresentados em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os provadores receberam a ficha de avaliação sensorial (contendo os testes de aceitação, ordenação de preferência, intenção de compra e CATA) e foram orientados a provarem as amostras da esquerda para a direita e utilizarem água à temperatura ambiente e bolacha d'água e sal entre as amostras, para a limpeza do palato.

O teste de aceitação foi aplicado utilizando escala hedônica de nove pontos, variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo), para avaliação dos atributos de aparência, cor, aroma, sabor, textura e aceitação global. A intenção de consumo foi avaliada utilizando escala de cinco pontos, que varia de 1 (com certeza não consumiria) a 5 (com certeza consumiria). O teste de ordenação de preferência, que consiste em ordenar as formulações da mais a menos preferida, também foi aplicado. O teste “*Checkallthatapply*” (CATA) reúne descritores definidos anteriormente para melhor detalhamento do julgamento de cada provador. Para concluir a avaliação sensorial, fez-se o índice de aceitabilidade (IA), a partir das notas obtidas no teste de aceitação, utilizando-se a metodologia de Peuckert et al. (2010), a partir da fórmula $IA (\%) = A \times 100 / B$, em que, A= nota média obtida para o produto e B= nota máxima dada ao produto.

Análise estatística

Os dados das análises físico-químicas e do teste de aceitação da análise sensorial foram submetidos à análise de variância (ANOVA), comparando-se as médias pelo teste de Tukey, com nível de 5 % de significância ($p < 0,05$) com auxílio do software *Sisvar* 5.6. (Ferreira, 2000). Os dados da ordenação de preferência foram analisados pelo teste de Friedman, utilizando a tabela de Newell e MacFarlane (1987). A intenção de consumo foi analisada pelo *software* Excel (2013). Os dados provenientes do CATA passaram por Análise dos Componentes Principais (ACP), por meio do *software* Past 3.0 (Hammer et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise microbiológica

As três formulações de *sobremesa láctea* de ‘*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.’ encontraram-se dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela resolução - RDC Nº 12, de 02 de janeiro de 2001 (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados da avaliação microbiológica das formulações de sobremesa láctea de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.

Parâmetros Avaliados	Resultados			Padrão (Brasil, 2001)
	A	B	C	
Coliformes/g a 45 °C	0	0	0	10 ²
Estaf. coag. positiva/g	240	200	260	10 ³
Salmonellas/25g	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Os coliformes são bactérias capazes de se desenvolver mesmo em temperaturas de refrigeração (psicotolerantes), causando grande preocupação à indústria de laticínios, uma vez que a síntese de enzimas lipolíticas e proteolíticas pelas bactérias psicotolerantes promove degradação das características físicas e sensoriais dos produtos lácteos (MASIELLO et al., 2016). Além do mais, são agentes patogênicos que causam diarreia e, quando presentes em grande quantidade, sugerem a presença de outros patógenos, desencadeando infecções, febre tifóide, infecções de ouvido, hepatite A etc. (SEDKI et al., 2020). A presença de *Staphylococcus enterotoxigênicos* em alimentos, como, por exemplo, a coagulas e positiva, representa um risco potencial à saúde pública, pois podem sintetizar enterotoxinas que causam intoxicação alimentar (ANDRADE et al. 2011). A *Salmonella* é um patógeno entérico bacteriano associado a reservatórios de animais (THOMAS et al., 2020) e transmitido por alimentos (AL-RIFAI et al., 2020), sendo uma das principais causas de diarreia e febre tifóide sistêmica (Duc et al., 2020).

A falta de higiene é um dos principais fatores que desencadeiam o crescimento microbiano (SOON, 2019). Embora o pH próximo da neutralidade das formulações desenvolvidas facilite o desenvolvimento de microrganismos, o controle de qualidade adequado, seguindo as normas de higiene e segurança de alimentos, permitiu que as formulações permanecessem dentro dos padrões microbiológicos exigidos pela legislação (Brasil, 2001).

Análise físico-química

O teor de ATT não diferiu entre as formulações de *sobremesa láctea*. O teor de AsA foi superior na formulação C e os teores de SST, pH e r  tio foram superiores na formula  o A (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados da avaliação físico-química das formulações de sobremesa láctea de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.

Características	Resultados		
	A	B	C
pH	6,44±0,00a	6,23±0,00b	6,22±0,01c
ATT (%)	0,20±0,02a	0,20±0,02a	0,20 ±0,02a
SST (°Brix)	49,9±0,03a	47,5±0, 03b	37,60±0,03c
AsA (mg/100g)	4,23±0,01c	5,17±0,00b	5,23±0,01a
Rácio	249,50±25,00a	237,5±39,25a	188±5,24b

Médias seguidas de mesma letra nas linhas não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ATT: acidez total titulavel, AsA: ácido ascórbico, SST: sólidos solúveis totais, Rácio: razão SST/ATT.

Os teores de pH e acidez são essenciais no combate ao crescimento bacteriano em alimentos. A adição de ácidos orgânicos (como o ascórbico, acético, propiônico e fumárico) reduzem o pH a faixas seguras, sendo este um método de conservação bastante utilizado (KHAN et al., 2017). O teor de SST foi proporcional à adição de leite condensado na formulação, sendo maior na formulação A. O processo de fabricação do leite condensado consiste em aplicar ao leite um processo que o faça perder uma grande quantidade de água, sendo o teor de sólidos resultante dependente do tipo de processo utilizado, como evaporação ou osmose reversa (PARK; DRAKE, 2016), em que o teor mínimo aceito de sólidos lácteos totais é de 28,0 g/100 g (BRASIL, 2018).

O teor de AsA foi superior na formulação C por causa da maior quantidade de suco de palma adicionado. Frutas e vegetais são as fontes naturais com maior quantidade de AsA quando comparadas a produtos de origem animal (FANG et al., 2017), como o leite condensado e creme de leite. A ingestão de alimentos ricos em AsA é bastante recomendada por sua atuação como antioxidante, na síntese de carnitina e de neurotransmissores, formação de colágeno etc. (TAMMINA; YANG, 2020). A razão (razão SST/ATT) é um indicativo de qualidade do produto, em que valores elevados indicam sabor suave, enquanto valores baixos indicam acidez elevada (GALVÃO et al., 2018), sendo a formulação com menos concentração de suco de palma (Formulação A) considerada mais suave e, provavelmente, mais aceita.

Avaliação Sensorial

Não houve diferença significativa na aceitação da aparência e do aroma das formulações elaboradas. A formulação A obteve maior aceitação no atributo cor. As formulações A e B obtiveram maior aceitação do sabor, textura e aceitação global (Tabela 3).

Tabela 3: Médias dos atributos sensoriais analisados para as formulações de sobremesa láctea de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.

Formulações	Atributos					
	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Consistência	AG
A	6,59±1,8a	7,01±1,7a	6,32±1,8a	6,25±1,9a	6,58±2,1a	6,48±1,9a
B	6,26±1,6a	6,39±1,7b	6,21±1,6a	6,44±2,0a	6,25±1,9ab	6,18±1,7ab
C	6,40±1,9a	6,54±1,9b	5,94±1,8a	5,80±2,0b	5,96±2,2b	5,96±1,8b

Letras diferentes na mesma coluna diferem entre si teste de Tukey, ao nível de significância de 5 % ($p < 0,05$).
AG: aceitação global.

As diferentes concentrações de palma utilizadas não causaram grandes variações na aparência e no aroma das formulações, sendo todas bem aceitas, com médias variando de “gostei ligeiramente” a “gostei moderadamente”. A aparência do produto está diretamente ligada à atitude do consumidor em relação ao poder de compra (VIANA et al., 2018) e o aroma é a outro atributo essencial, principalmente em produtos à base de frutas e vegetais, já que o consumidor associa as características do produto às frutas e vegetais utilizados (BESSA; SILVA, 2019). A aceitação do atributo cor foi superior na formulação A, com menor concentração de palma, que garantiu uma tonalidade de verde mais suave ao *sobremesa láctea*, sendo essa formulação caracterizada pelo termo hedônico “gostei moderadamente”. A cor também é um dos primeiros atributos avaliados pelo consumidor e que também influencia diretamente na aceitação do produto (SILVA et al., 2017).

Quanto aos atributos sabor e consistência, percebe-se que as formulações A e B obtiveram destaque, sendo classificadas com o termo hedônico “gostei ligeiramente”. O sabor é um dos atributos sensoriais mais importantes e é influenciado por fatores de composição e processamento, gerando um impacto elevado na aceitabilidade do produto (SFAKIANAKIS; TZIA, 2017). A consistência também é um atributo importante e é percebida, ponto de vista sensorial, com os sentidos do tato, audição e visão (FARCUH et al., 2020). A maior aceitação do sabor e consistência das formulações A e B deve-se, provavelmente, a menor quantidade de partículas da palma dispersas, fornecendo uma consistência mais homogênea e um sabor mais agradável ao paladar dos julgadores, ainda pouco adaptados ao consumo da palma.

A avaliação global, referente à impressão geral do produto pelo consumidor (Silva, Bessa e Silva, 2017), foi superior nas formulações A e B, com menos concentração de palma, classificando a aceitação global dessas formulações como “gostei ligeiramente”. Isso demonstra

a grande resistência da população em aceitar produtos novos, que não estão na sua dieta habitual (TUORILA; HARTMANN, 2020). A neofobia alimentar, caracterizada como a fobia a alimentos novos e desconhecidos, é uma das maiores barreiras na aceitação de alimentos alternativos da atualidade (Torri et al., 2020).

A formulação A foi a preferida no teste de ordenação de preferência e as formulações B e C obtiveram a mesma aceitação, ambas inferiores à A (Tabela 4).

Tabela 4: Módulos de diferenças entre somas das ordens entre as formulações de sobremesa láctea de *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.

A – B	190 - 160 = 30*
A – C	190 - 139 = 51*
B – C	160 - 139 = 21 ns

*: difere estatisticamente a 5% de probabilidade, ns: não difere estatisticamente a 5% de probabilidade.

O número de julgamentos corretos para estabelecer significância para 80 julgadores e três amostras, obtido da tabela de Newell e Mac Farlan (1987) constitui o valor 30 para a diferença crítica entre as somas das ordens do teste, ao nível de 5% de probabilidade.

A formulação A foi caracterizada pelos avaliadores no teste CATA com os descritores “sabor agradável”, “sabor único”, “suave” e “cremoso”. A formulação B foi descrita principalmente pelos descritores “homogêneo”, “consistente”, “derrete fácil” e “aparência agradável”. A formulação C apresentou poucos descritores representativos, sendo “odor único” e “fluido” os mais próximos (Figura 1).

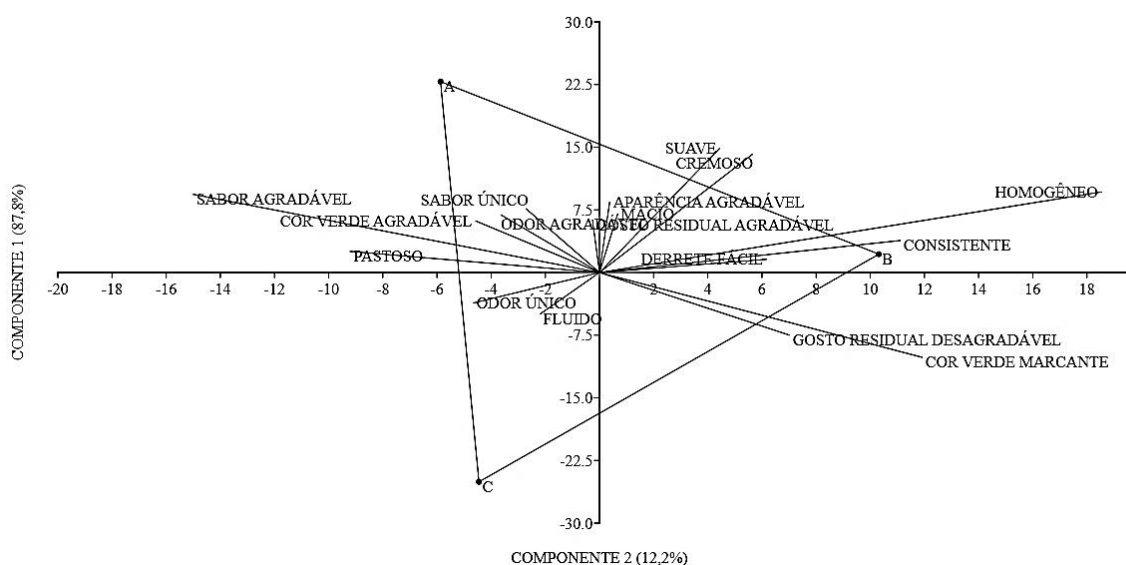


Figura 1: Análise de Componentes Principais para as três amostras avaliadas.

A componente principal 1 explica 87,8% das variações entre as amostras, enquanto a componente principal 2 explica 12,2%, juntas, explicam 100% das variações. Cada vértice do triângulo representa uma amostra e cada vetor, um atributo A proximidade dos atributos das amostras demonstra sua representatividade, ou seja, o quanto os julgadores notaram tal atributo. A formulação A foi a que obteve um maior número de descritores positivos, sendo mais aceita. Os descritores “sabor agradável” e “suave” foram os mais utilizados na formulação A, provavelmente devido sua menor concentração de suco de palma e maior de leite condensado, proporcionando uma maior relação entre os açúcares e ácidos, tornando o produto mais suave e menos ácido, sendo mais aceito sensorialmente. A formulação B foi a segunda mais aceita, apresentando grande quantidade de descritores positivos. A formulação C não apresentou descritores suficientes para uma maior percepção de tais resultados, que podem então associados apenas ao descritor “fluido”, possivelmente devido a temperatura de realização da análise e a maior concentração de palma utilizada. O CATA é um teste bastante útil e de formato consideravelmente simples, pela pequena demanda de esforço cognitivo e à rápida elicitação das características sensoriais dos produtos avaliados pelos provadores, além de ser um teste não holístico, visto que não requer a avaliação simultânea de todas as amostras (Alexi et al., 2018).

As formulações A e B apresentaram maior índice de aceitabilidade (IA) dentre as formulações elaboradas (Tabela 5).

Tabela 5: Índice de aceitabilidade das formulações de *sobremesa láctea* desenvolvidas

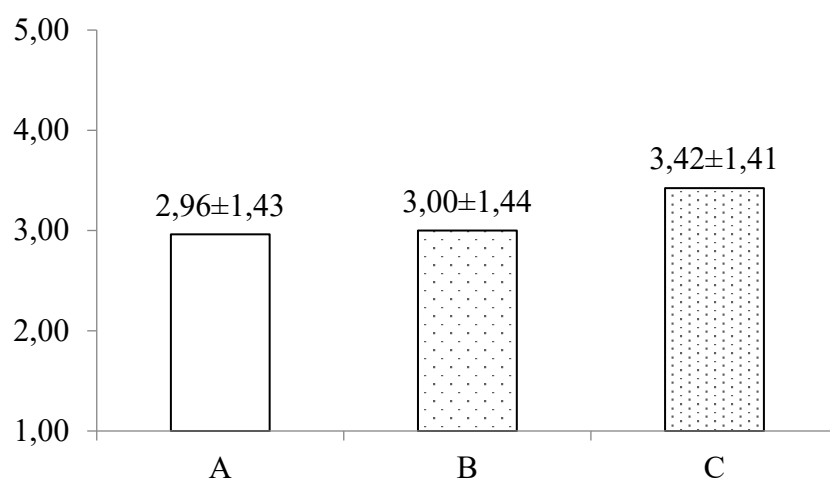
Formulações	IA (%)					
	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Consistência	AG
A	72,95	76,33	69,57	75,36	69,08	73,91
B	72,83	74,46	76,09	71,01	69,57	68,60
C	66,67	69,57	63,77	67,63	59,90	69,10

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

O IA dos atributos sensoriais deve ser de no mínimo 70% para ser considerada bem aceita (Peuckert et al., 2010), sendo portanto as formulação A e B as mais aceitas. No entanto, a formulação A teve baixo IA nos atributos de aroma e consistência, a formulação B foi pouco aceita quanto à consistência e avaliação global, e a formulação C teve IA inferior a 70% em todos os atributos analisados, sendo rejeitada pelos provadores. O elevado teor de suco de palma

adicionado à formulação C pode ser responsável por sua baixa aceitação, influenciando principalmente no aroma do *sobremesa láctea*, que mesmo em menores concentrações obteve baixa aceitabilidade. A consistência “fluida” descrita pelos provadores no teste CATA explica a rejeição das formulações no atributo consistência, pois sobremesas lácteas possuem em sua maioria consistência semi-sólida cremosa (LAZARO; BUENO, 2019).

As formulações elaboradas obtiveram médias correspondentes a “talvez consumisse/talvez não consumisse” no teste de intensão de consumo (Figura 1).



As formulações obtiveram médias de intenção de consumo consideravelmente próximas, mas percebe-se que a intenção de consumo diminui com o aumento na concentração de suco de palma utilizada. No entanto, quando adicionadas baixas concentrações, a utilização de *Opuntiaficus-indica (L.) Mill.* em formulações de alimentos torna-se uma alternativa viável, tendo em vista seu baixo custo e aceitação sensorial satisfatória.

CONCLUSÕES

Os parâmetros microbiológicos avaliados para as três formulações elaboradas estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente. A formulação A foi a mais aceita no teste de aceitação, teste de ordenação de preferência, intenção de consumo e no índice de aceitabilidade global. As formulações A e B foram as que obtiveram maior quantidade e descritores positivos no teste CATA. Sobremesas lácteas utilizando *Opuntiaficus-indica (L.) Mill.* são alternativas econômicas e sensorialmente aceitáveis ao consumidor.



REFERÊNCIAS

ALEXI, N. et al. Check-All-That-Apply (CATA) with semi-trained assessors: Sensory profiles closer to descriptive analysis or consumer elicited data?. **Food Quality and Preference**, v. 64, p. 11-20, 2018.

AL-RIFAI, R.H. et al. Prevalence of non-typhoidal Salmonella enterica in food products in the Middle East and North Africa: A systematic review and meta-analysis. **Food Control**, v. 109, p. 106908, 2020.

ANDRADE, A.P.C. et al. Perfil de Staphylococcus coagulase positiva e negativa contaminantes de queijo de coalho. **Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical**, 2011.

BESSA, M.M.; SILVA, A.G.F. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de iogurte probiótico de tamarindo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 73, n. 4, p. 185-195, 2018.

FANG, T. et al. Variation of ascorbic acid concentration in fruits of cultivated and wild apples. **Food chemistry**, v. 225, p. 132-137, 2017.

FARCUH, M. et al. Texture diversity in melon (Cucumis melo L.): Sensory and physical assessments. **Postharvest Biology and Technology**, v. 159, p. 111024, 2020.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. **Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria**, v. 45, n. 2000, p. 235, 2000.

GALVÃO, T.H.B. et al. Physico-chemical Quality Changes of Young Cladodes of "Mexican Elephant Ear" Minimally Processed during Refrigerated Storage. **Journal of Experimental Agriculture International**, p. 1-9, 2018.

HAMMER, O. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.

KHAN, I. et al. Hurdle technology: A novel approach for enhanced food quality and safety—A review. **Food Control**, v. 73, p. 1426-1444, 2017.

LAZARO, A.A.; BUENO, S.M. Desenvolvimento e análise sensorial de produtos lácteos produzidos com kefir. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, 2019.

MASIELLO, S. N. et al. Identification and characterization of psychrotolerant coliform bacteria isolated from pasteurized fluid milk. **Journal of Dairy Science**, v. 99, n. 1, p. 130-140, 2016.

NEWELL, G. J.; MACFARLANE, J. D. Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. **Journal of Food science**, v. 52, n. 6, p. 1721-1725, 1987.

PARK, C.W.; DRAKE, M. Condensed milk storage and evaporation affect the flavor of nonfat dry milk. **Journal of dairy science**, v. 99, n. 12, p. 9586-9597, 2016.



SEDKI, M. et al. Non-lytic M13 phage-based highly sensitive impedimetriccy to sensor for detection of coliforms. **Biosensors and Bioelectronics**, v. 148, p. 111794, 2020.

SFAKIANAKIS, P.; TZIA, C. Flavour profiling by gas chromatography–mass spectrometry and sensory analysis of yoghurt derived from ultrasonicated and homogenised milk. **International dairy journal**, v. 75, p. 120-128, 2017.

SILVA, A.G.F. et al. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de iogurte light prebiótico adoçado com mel. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 72, n. 2, p. 74-84, 2017.

SOON, J.M. Rapid Food Hygiene Inspection Tool (RFHiT) to assess hygiene conformance index (CI) of street food vendors. **LWT**, v. 113, p. 108304, 2019.

TAMMINA, S.K.; YANG, Y. Highly sensitive and selective detection of 4-nitrophenol, and on-off-on fluorescence sensor for Cr (VI) and ascorbic acid detection by glucosamine derived n-doped carbon dots. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, v. 387, p. 112134, 2020.

THOMAS, K.M. et al. Prevalence of Campylobacter and Salmonella in African food animals and meat: A systematic review and meta-analysis. **International journal of food microbiology**, v. 315, p. 108382, 2020.

TORRI, L. et al. The attitudes of Italian consumers towards jellyfish as novel food. **Food Quality and Preference**, v. 79, p. 103782, 2020.

TUORILA, H.; HARTMANN, C. Consumer responses to novel and unfamiliar foods. **Current Opinion in Food Science**, v. 33, p. 1-8, 2020.

VIANA, P.C. et al. Estatística multivariada como ferramenta descritiva na análise sensorial de alface hidropônica produzida com águas salobras. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 4, p. 2725-2730, 2018.



CAPÍTULO 6

AGENDA DA SEGURANÇA PÚBLICA PARA A SUSTENTABILIDADE DOS POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS

DOI: 10.47402/ed.ep.c20203486988

Anilton da Silva Estevam, Mestre em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental, UNEB
Wnilma Silva de Souza, Mestre em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental, UNEB
Dajana Gabriella Nóbrega Santos da Silva, Mestre em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental, UNEB

Ernani Machado de Freitas Lins Neto, Dr. em Biotecnologia. Universidade Federal do vale do São Francisco. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental, UNEB/DTCS

Carlos Alberto Batista Santos, Dr. em Etnobiologia e Conservação da Natureza. Universidade do Estado da Bahia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental, UNEB/DTCS

RESUMO

Esta pesquisa tem por objetivo associar o debate teórico e acadêmico ao panorama da agenda de segurança pública para a sustentabilidade dos povos e comunidades tradicionais residentes no semiárido da Bahia. Como proposta metodológica, utilizou-se revisão bibliográfica sobre o tema que permitiu a análise das informações através da construção de elos de articulação.


PALAVRAS-CHAVE: Ecologia Humana. Polícia Comunitária. Direitos Humanos.

INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro é tradicionalmente caracterizado como uma região econômica, política e socialmente carente, no entanto, nos últimos anos vem recebendo investimentos públicos e privados em diversos setores, contudo, na zona rural, os resultados destes investimentos são incipientes sobre tudo em virtude da pobreza a que estão submetidas as comunidades ali existentes (BUAINAIN; GARCIA, 2013).

Esta região tem a maior parte do seu território coberto pela Caatinga, uma região rica em espécies endêmicas animais e vegetais que são fontes de alimentos, e servem também a muitas outras necessidades, como uso na medicina tradicional, fornecimento de couro, peças ornamentais e objetos de decoração (ALVES et al., 2009).

Do ponto de vista geoambiental, a caatinga é caracterizada pela diversidade de suas paisagens, tendo como elemento marcante no quadro natural da região, a condição de



semiaridez, de caráter sazonal, que atinge grande parte do seu território, e a alta variabilidade pluviométrica espacial e temporal inerente a esse tipo climático, delimitando duas estações bem definidas a seca e a chuvosa (SALES, 2002), Esta condição ambiental, afeta a pecuária de subsistência e a produção agrícola afetando a sobrevivência dos grupos humanos que vivem da agricultura familiar (RAMOS; ALBUQUERQUE, 2012).

Estudos demonstram a necessidade de investigação mais profunda sobre os efeitos da sazonalidade, uma vez que o mau uso dos recursos da caatinga tem causado danos irreversíveis a este bioma, as consequências de anos de extrativismo predatório são visíveis, causando perdas irrecuperáveis da flora e da fauna (SCHOBER, 2002), e sendo classificada por especialistas como o bioma nacional mais sensível à interferência humana e às mudanças climáticas globais (CONTI; SCHROEDE, 2013).

Este texto analisa a forma como o poder público federal e estadual vê as necessidades de segurança pública dos povos e comunidades tradicionais que habitam o semiárido do Nordeste brasileiro, com vista ao desenvolvimento de uma agenda que priorize a convivência sustentável como o território semiárido, em especial o baiano.

O texto aborda temas ligados à compreensão do semiárido, conceito de políticas públicas, povos e comunidades tradicionais e sustentabilidade, dando ênfase à legislação pertinente discutida a luz da Ecologia Humana.

METODOLOGIA

Através de revisão bibliográfica buscamos identificar o estado da arte dos conceitos que vinculam a Ecologia Humana às agendas de segurança pública para a sustentabilidade dos povos e comunidades do semiárido baiano, sem perder de vista que toda a pesquisa em ecologia humana deve se pautar nos pilares da "interdisciplinaridade; da interface existente entre o meio ambiente e a cultura e principalmente na emancipação humana" (BOMFIM, 2016, p.121).

A pesquisa foi realizada nas bases de dados *Scielo*, e *Google Scholar*. Para a procura nas *databases* utilizou-se os descritores “segurança pública”, “segurança e comunidades tradicionais” e “sustentabilidade de comunidades tradicionais”.

Como recorte geográfico temos o semiárido baiano e como suporte teórico as legislações que norteiam as políticas públicas como o Plano Nacional de Segurança Pública(PNSP/2017), o Plano Estratégico do Sistema Estadual da Segurança Pública do Estado



da Bahia (PLANESP 2016-2025), o Plano Estratégico da Polícia Militar da Bahia 2016-2025 e a Diretriz Operacional da PMBA nº 006 - COPPM/2017 (Operação Distrito).


A REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO

O semiárido brasileiro é a maior do mundo tendo como características chave a aridez do clima, pela deficiência hídrica com imprevisibilidade das precipitações pluviométricas e pela presença de solos pobres em matéria orgânica(ASA-BRASIL, 2016). Um dos fatores marcantes da paisagem semiárida é a vegetação de caatinga, onde se destaca a formação vegetal xerófila com folhas pequenas que reduzem a transpiração, caules suculentos para armazenar água e raízes espalhadas para capturar o máximo de água. Além das cactáceas, destacam-se espécies arbóreas, herbáceas e arbustivas (SILVA, 2007, p.469).

Sua área corresponde a 53% da região Nordeste e abrange 1.133 municípios. Ocupa 86,8% do estado do Ceará, 93,4% do território do Rio Grande do Norte, 86,6%da Paraíba, 88,0% do Pernambuco, 59,9% do Piauí, 69,7% do território da Bahia, 45,6% de Alagoas, 50,9% do Sergipe, além de 17,7% do Norte de Minas Gerais e cerca de 1% do estado do Maranhão. Tendo uma população de cerca de 22 milhões de habitantes e dela faz parte a maior concentração de população rural do Brasil (CONTI; SCHROEDE, 2013, p.46).

A Lei 7.827, de 27/09/89, determina que portaria da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) fixaria os critérios para definição do semiárido, desta forma fazem parte do semiárido, os municípios que possuem em qualquer porção de seu território precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm, ou índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50, ou ainda percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60% considerando todos os dias do ano segundo os critérios exarados pelas Resoluções do Conselho Deliberativo da Sudene de nº 107, 27/07/17 e 115 de 23/11/17 (BRASIL, 2018).

Quando tratamos do semiárido sob a visão da Ecologia Humana, buscamos investigar as interações entre o homem e o meio ambiente (MACHADO, 1984, p.32), assim, observamos que a simples descrição dos fatores geográficos individualmente não responde a todas as questões, sendo necessário a ampliação dos conceitos e das áreas de investigação.



Neste ponto, esta pesquisa converge para a análise do modelo de convivência social dos povos e comunidades do semiárido baiano, e suas relações com os elementos físicos, químicos, biológicos e edáficos da região semiárida.

POVOS E COMUNIDADES TRADICIONAIS

É preciso conceituar e diferenciar os termos povo e comunidade dentro do viés da Ecologia Humana. Pierson (1970), diz que a característica essencial de uma comunidade, é ser territorialmente organizada, mais ou menos completamente enraizada no solo que ocupa, com suas unidades individuais vivendo em relação de interdependência mútua que é antes simbiótica do que social, no sentido em que esse termo é aplicado aos seres humanos.

A este conceito se adiciona o previsto no Decreto nº 6.040, de 07/02/2007, que em seu inciso I, do artigo 3º nos esclarece que povos e comunidades tradicionais são:

Grupos culturalmente diferenciados e que se reconhecem como tais, que possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição para sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica, utilizando conhecimentos, inovações e práticas gerados e transmitidos pela tradição (BRASIL, 2007).

Neste artigo utilizamos o conceito real e uno, diverso e plural de povos e comunidades do semiárido aplicado pelo Decreto nº 8.750/2016.

A Constituição Brasileira de 1988, em seu Artigo 159, cria o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), e assegura ao semiárido, 50% dos recursos para investimentos em atividades econômicos compatíveis com as peculiaridades da área (BRASIL, 1988, 1989).

Além desta, os Decretos nº 6.040/07 e 8.750/2016, de caráter reparador, buscam compensar estas pessoas pela forma como sempre foram tratados pelo poder público que por meio das mais variadas formas de violência lhe impunha por mecanismos formais e informais o controle minucioso dos corpos (FOUCAULT, 2001) bem como a adoção de um tipo ideal (WEBER, 2001) de conduta social que estabeleceria a forma como ocorreria o seu diálogo com a teia social, a forma de acesso aos bens materiais de consumo e serviço que possam atender às necessidades básicas para sua sobrevivência e sem as quais um indivíduo se torna vulnerável. (BARRETO JUNIOR, 2014), essa situação geralmente os direcionam para a sobrevivência nos centros urbanos.



Este entendimento reforça a ilação exposta por Machado (1984, p.109) ao nos afirmar que:

O abandono das tradições e a substituição ou perversão da cultura, quebrando a unidade da comunidade, também conduzem à desadaptação. Os meios de comunicação, particularmente a televisão, levam a toda parte padrões culturais predominantes nas metrópoles. As populações tendem a absorver aqueles padrões, reproduzir aquele estilo de vida. Caminha-se para uma perversa estandardização, destrói-se impiedosamente a identidade das comunidades. Estimulam-se novas aspirações que nada tem a ver com a realidade imediata. É uma violência e uma crueldade. Descobrimo que no seu habitat não encontrará satisfação para as suas novas aspirações, o homem migra. E vai descobrir que não terá satisfeitas as novas nem as velhas aspirações, aglomerado nas favelas, presa fácil da tentação à violência, à prostituição e à droga. Perde o pouco que tinha e não consegue o muito que lhe fora sugerido pela televisão.


Leff (2001) ressalta um ponto essencial à gestão ambiental local que deve partir do saber ambiental das comunidades, saber formado ao longo da história, a partir de formas de manejo sustentável dos recursos locais, além das formulações simbólicas e das práticas sociais apreendidas pela troca de saberes entre gerações. Valores não podem ser perdidos sob pena de se perder a chance não só de valorizar adequadamente a biodiversidade, como também de redefinir o papel de cada um nesse processo, dando o devido valor para a diferença cultural.

A partir desta realidade os ecólogos humanos em seus estudos buscam identificar e apresentar à sociedade uma forma de relacionamento sustentável entre os povos e comunidades com o semiárido baiano em uma época que sofre sensível influência do cenário econômico internacional.

SUSTENTABILIDADE

A I Conferência Internacional, realizada em Estocolmo de 5 a 16 de junho de 1972, foi pioneira ao se preocupar em desenhar o conceito de sustentabilidade, objetivando discutir as ações humanas em relação ao meio ambiente, e assim, chamar a atenção internacional para a degradação ambiental e a poluição, colocando em evidência a necessidade imperativa de proteger o ambiente e melhorar a vida humana para as atuais e futuras gerações, agregado à paz e ao desenvolvimento econômico e social (ARANA, 1999).

O autor acrescenta que em 1987, a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas (CMMAD), na Noruega, elaborou um documento denominado Nosso Futuro Comum também conhecido como Relatório Brundtland, conferiu uma nova conotação ao termo sustentabilidade e, assim, avançamos em muitos




aspectos no que se refere à consciência socioambiental. Este relatório situa a questão ambiental dentro de um marco mais amplo das relações sociais desiguais entre os países e o avanço da pobreza, compreendendo o desenvolvimento com uma meta que não se restringe apenas ao crescimento econômico (ARANA, 1999).

O grande marco para o desenvolvimento sustentável mundial foi, sem dúvida a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em junho de 1992 (RIO 92), onde foram aprovadas uma série de documentos importantes, dentre os quais a Agenda 21, que propunha um plano de ação mundial para orientar a transformação desenvolvimentista, identificando, em 40 capítulos, 115 áreas de ação prioritária.

A Agenda 21 apresenta como um dos principais fundamentos da sustentabilidade o fortalecimento da democracia e da cidadania, através da participação social no processo de desenvolvimento, combinando ideais de ética, justiça, participação, democracia e satisfação de necessidades. O processo iniciado no Rio em 92 reforça que antes de se reduzir a questão ambiental a argumentos técnicos, deve-se consolidar alianças entre os diversos grupos sociais responsáveis pela catalisação das transformações necessárias (AGENDA 21, 1995).

Para Cavalcanti (2003), sustentabilidade denota a possibilidade de se obter continuamente condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em dado ecossistema. Tal conceito equivale à ideia de manutenção de nosso sistema de suporte da vida. Basicamente, trata-se do reconhecimento do que é biofisiologicamente possível em uma perspectiva de longo prazo. O mesmo, ainda, reitera que antes de perseguir qualquer taxa de crescimento econômico, há de se pensar antes naquilo que é ecologicamente sustentável, ou seja, possível, durável e realizável.

Historicamente é recorrente no processo de ocupação do Semiárido a inclusão de práticas econômicas e tratos culturais nem sempre adequados aos ecossistemas locais (SILVA, 2007), deste modo, verifica-se a extrema necessidade em se estabelecer um modelo de convivência sustentável entre os povos e comunidades tradicionais com o semiárido baiano, modelo este que ultrapassaria a simples estratégia defendida pelos governantes no combate à seca desde o século XIX, ou ainda a visão crítica sob as estruturas no olhar dos estudiosos do século XX que perpassa pelo ideário de mudança na orientação das ações do governo como as que motivaram a criação da Sudene em 1959.



A convivência com o Semiárido também vem sendo construída com base nas críticas ao atual padrão civilizatório de desenvolvimento e na formulação do pensamento do desenvolvimento sustentável (SILVA, 2007), adotando o discurso da valorização do local e da diversidade cultural se converge para a consolidação da identidade e dos territórios dos povos e comunidades do semiárido, como ratifica Diniz e Lima (2017, p.193):

A afirmação da proposta de convivência com o semiárido é, justamente, a consolidação de uma identidade em relação a esses processos excludente e dominadores, e tem o protagonismo de um conjunto de “novos” atores sociais oriundos das organizações da sociedade civil que buscam construir uma nova prática sócio-política na região.


Este olhar objetiva otimizar os recursos existentes, recuperar conhecimentos e assim se colocar a serviço das populações locais (DINIZ; LIMA, 2017) na construção de soluções mais eficazes à realidade do semiárido e de sua população. Com razão, o conceito de sustentabilidade para a Ecologia Humana deve estar vinculado ao diálogo que deve permear a convivência das pessoas que compõem os povos e comunidades tradicionais para com ecossistema no qual se encontram inseridos (LIMA, 2016).

POLÍTICAS DE SEGURANÇA PÚBLICA PARA O SEMIÁRIDO

Neste estudo assumimos que políticas públicas constitui o gênero do qual políticas de segurança pública é a espécie, corroborando com Filocre (2009) quando cita Oliveira (2002), afirmando que política de segurança pública é uma expressão ligada às atividades tipicamente policiais, correspondendo à atuação policial *Stricto Sensu*, ao passo que política pública de segurança engloba as diversas ações, governamentais ou não-governamentais, que sofrem ou causam impacto no problema da criminalidade e da violência.

Deste modo, toda a discussão será realizada buscando o diálogo entre os marcos regulatórios existentes e a realidade fática observada pelos povos e comunidades do semiárido.

É sabido que a realidade brasileira sempre foi marcada por injustiças e desigualdades, cenário em que se destaca as dificuldades de acesso a direitos básicos como educação e saúde, pelas camadas mais humildes da população. Diante desta realidade e buscando efetivar os preceitos existentes na Constituição Federal de 1988, surge no cenário nacional a ferramenta de gestão denominada Políticas Públicas, ferramenta essa que foi elaborada com o objetivo precípua de enfrentar o problema público da falta de segurança, o que afeta o bem-estar as pessoas e as suas famílias. Desse modo, as políticas públicas devem atender as necessidades



básicas de uma coletividade, isto é, garantir aos cidadãos a reprodução da vida, com acesso a alimentação, ao vestuário, a moradia, a educação, a saúde, ao transporte etc. (ABRANTES *et al.*, 2017, p.8).

Alinhado a este entendimento, a implementação desta ferramenta no Brasil, busca promover mudanças sociais profundas e permanentes, desenvolvendo propostas para a solução de demandas coletivas anteriormente existentes (ABRANTES *et al.*, 2017). Em *últimatio* a implementação de políticas públicas possibilita o completo exercício da cidadania previsto constitucionalmente, uma vez que o semiárido sempre foi relegado ao ostracismo e a falta de investimentos públicos, estes sempre direcionados para o centro-sul, além de ser histórica e socialmente marcado por injustiças sociais, o que é ratificado pelos indicadores sociais nas áreas de saúde, educação e renda, os piores em relação à média nacional (SILVA, 2007).


As políticas públicas desenvolvidas para os povos e comunidades do semiárido de forma geral, atualmente, possuem caráter compensatório objetivando em sua maioria resolver problemas relacionados ao abastecimento de água para a população (CAMPOS, 2014). Os gestores devem, baseando-se nos princípios que norteiam a administração pública, proporcionar às comunidades que vivem do semiárido brasileiro e em especial no semiárido baiano importantes e significativos avanços no combate à pobreza e a desigualdade social, sendo-lhes garantido o acesso não só à água, mas também à terra, ao trabalho e ao pleno respeito aos direitos humanos (CONTI; SCHROEDE, 2013).

ANÁLISE DOCUMENTAL

Constituição Federal de 1988

Base do ordenamento jurídico nacional, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 se constitui na Carta Magna, lei suprema do ordenamento jurídico pátrio, originou-se de um período de fortes manifestações de caráter nacionalista, que buscava retirar o país do estado de exceção em que se encontrava e nesta esteira recuperar a nação da forte recessão que afligia a economia brasileira e sul-americana (SANTOS, 2012).

Deste cenário surge a redemocratização nacional, que traz em seu conceito um conjunto de necessidades sociais não atendidas pela ditadura militar no Brasil, tendo destaque dentre estas o estabelecimento de um novo modelo político e de proteção social galgado no respeito



às individualidades e aos princípios que norteia os Direitos Humanos internacionalmente (SANTOS, 2012).

A Constituição de 1988 traz como inovações e grandes conquistas a exaltação dos princípios democráticos; avanços no reconhecimento dos direitos e garantias individuais e sociais das mulheres, dos indígenas e da proteção do meio ambiente, ponto que se aproxima sobremaneira dos estudos em Ecologia Humana em especial nas políticas sociais vinculadas aos povos e comunidades tradicionais (BRASIL, 1988). Além disto, esta apresenta característica analítica, uma vez que descreve em pormenores as suas normas, constituindo deste modo extenso texto do qual nos interessa o artigo 144, que estabelece o sistema nacional de segurança pública ao dizer:

Art. 144. A segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, através dos seguintes órgãos: I - polícia federal; II - polícia rodoviária federal; III - polícia ferroviária federal; IV - polícias civis; V - polícias militares e corpos de bombeiros militares (BRASIL, 1988).

Vale destacar que o termo segurança “pública” foi usado pela primeira vez na Constituição Federal (CF) de 1937. Em outras Constituições, como a de 1934, aparece o termo segurança “interna” para tratar as matérias atinentes ao controle da ordem, fato que irá gerar vários dilemas organizacionais no país e em seu pacto federativo. É interessante constatar que, na CF de 1937, cabia exclusivamente à União a competência de regular a matéria e garantir “o bem-estar, a ordem, a tranquilidade e a segurança pública, quando o exigir a necessidade de uma regulamentação uniforme” (BRASIL, 1937).

Deste modo, seja na esfera federal, estadual ou municipal, todos os projetos existentes no que se refere a segurança pública no Brasil devem se alinhar a premissa constitucional do artigo 144, compondo um projeto maior que objetiva a preservação da ordem pública, a incolumidade das pessoas e do patrimônio e por que não a sustentabilidade dos indivíduos em seus territórios identitários (BAHIA, 2017).

Para tanto os entes federativos, baseados no pacto constitucional possuem independência para a elaboração de seu próprio planejamento de políticas públicas, estabelecendo a distribuição de recursos em virtude de suas prioridades. É neste ponto que será realizada a indagação dos documentos encontrados, objetivando se identificar a existência ou não de políticas de segurança pública direcionadas aos povos e comunidades do semiárido, em especial no estado da Bahia.



Plano Nacional de Segurança Pública

Na esfera federal, até o início do ano de 2018 as questões relacionadas à segurança pública encontravam-se centradas no Ministério da Justiça e Cidadania (MJC), o Decreto nº 2.315, de 4 de setembro de 1997, que prevê definir, implementar e acompanhar a Política Nacional de Segurança Pública e os Programas Federais de Prevenção Social e Controle da Violência e Criminalidade, por meio da Secretaria Nacional de Segurança Pública (BRASIL-SENASP). Atualmente essa secretaria encontra-se vinculada ao Ministério Extraordinário da Segurança Pública.

Ainda sob a gestão do MJC em junho de 2017 foi criado o Plano Nacional de Segurança Pública - PNSB, marco regulatório da Política Nacional de Segurança Pública, o qual para melhor entendimento passaremos a esquadrihar.

Senão vejamos, o PNSB se fundamenta sobre três pilares e sobre os seguintes objetivos:


INTEGRAÇÃO – COOPERAÇÃO – COLABORAÇÃO; com os objetivos de Redução de homicídios dolosos, feminicídios e violência contra a mulher; Racionalização e modernização do sistema penitenciário; Combate integrado à criminalidade organizada transnacional (BRASIL-SENASP, 2017, p.2-3).

Da análise destes pilares se extrai que o entendimento da União no que se refere à política de segurança pública encontra-se vinculado ao combate de delitos como homicídio e feminicídio, latrocínio e a efetivação da Lei Maria da Penha, adotando os demais tipos penais menor importância. Observa-se a flagrante preocupação do Governo Federal com o sistema penitenciário brasileiro que há décadas encontra-se sem investimentos significativos para a ressocialização dos ingressos; e com o combate ao crime organizado transnacional, fator de grande importância para um país de dimensões continentais (TOLMASQUIM, 2000).

Em suas ações gerais o PNSP também se firma em três pontos, a capacitação de seu efetivo, a melhoria do subsistema de inteligência e a atuação conjunta dos órgãos que compõem o Sistema Nacional de Segurança Pública.

Em relação a capacitação do efetivo da polícia o PNSP prevê a criação de uma única matriz curricular de formação de policiais, independente do Estado onde o mesmo encontra-se empregado e a elaboração de estatísticas de mensuração para a atividade de polícia judiciária.

Quando trata da área de inteligência de segurança pública o PNSP é bastante minucioso, apresentando ações que vão desde a criação de núcleos regionais de inteligência nos Estados, passando pelo investimento em tecnologia de monitoramento de imagens e radiocomunicação



nas fronteiras, chegando ao compartilhamento de informações entre os diversos órgãos do que compõem o Sistema Brasileiro de Inteligência.

Ao se referir a atuação conjunta dos órgãos do SNSP o PNSP estabelece ampla preocupação com o comércio ilegal de armas de fogo e munições, com o compartilhamento dos bancos de dados de identificação de criminosos, investimento nas ações da polícia científica, acordos de cooperação entre as corporações policiais estaduais e federais e o progressivo aumento do efetivo da Força Nacional para atuação ostensiva de caráter federal (BRASIL, SENASP, 2017).

Plano Estratégico do Sistema Estadual da Segurança Pública / Bahia 2016 à 2025

Alinhado ao posicionamento do Governo Federal, o Governo do Estado da Bahia em 2017 publica o seu Plano Estratégico do Sistema Estadual da Segurança Pública 2016-2025, PLANESP, que estabelece um modelo participativo na segurança pública baiana nos seguintes moldes:


Na Segurança Pública, o modelo participativo foi incorporado aos ciclos de planejamento estratégico, espelhando demandas históricas das instituições policiais e da sociedade, bem como o legado decorrente das lições aprendidas com o Plano Estadual de Segurança Pública – PLANESP [2012-2015] (BAHIA, 2017a, p.9).

Os organizadores expõem na parte introdutória as motivações, objetivos e ferramentas utilizadas para a elaboração do PLANESP, como citado:

Essa foi a lógica da construção deste Plano Estratégico, que apostou na restauração dos pilares e na implementação de inovações e mudanças para alavancar os resultados da Segurança Pública, com a intenção de transformar os sonhos nessa área em realidade (BAHIA, 2017a, p.15).

No registro de sua missão demonstra total alinhamento com o previsto no texto constitucional, buscando preservar a ordem pública e a incolumidade das pessoas; com uma visão institucional que enseja "Ser reconhecida nacionalmente, até 2025, pela excelência da qualidade dos serviços de Segurança Pública cidadã e pela efetiva contribuição para a redução dos índices de criminalidade" (BAHIA, 2017a, p.29), servir e proteger, honestidade, coragem, ética, responsabilidade social, respeito à vida e aos direitos humanos, integração, aprimoramento técnico-profissional, tradição e tecnicidade são apontados como seus valores institucionais.

Para a obtenção dos resultados desejados foi elaborando um Mapa Estratégico estruturado em perspectivas, temas e objetivos estratégicos; os quais de forma ampla definem ações vinculadas à promoção da paz social, a defesa da ordem pública, a eficiência operacional,



a modernização institucional e a gestão de pessoas e investimentos, sendo apontados os devidos indicadores.

Flagrante inovação existente no PLANESP é a utilização política dos territórios de identidade como orientador das ações da Secretaria da Segurança Pública, contudo "as ações serão priorizadas nos municípios com maiores índices de violência, considerando, dentro dos parâmetros técnicos da Segurança Pública, as adequações destas ao atendimento das demandas sociais locais levantadas através das escutas territoriais." (BAHIA, 2017a, p.100), o que demonstra claramente o caráter repressivo do planejamento.

Plano estratégico da PMBA / 2017-2025


No compasso da Secretaria da Segurança Pública (SSP) e adotando metodologia semelhante o Alto Comando da Polícia Militar da Bahia elabora o seu Plano Estratégico 2017-2015, afirmando que a finalidade deste plano é a otimização da ação preventiva da PMBA, com foco na filosofia de Polícia Comunitária, alicerçada nos valores da Hierarquia e Disciplina Militar, com modelo de gestão centrado em resultados (BAHIA, 2017b, p.12).

O Plano Estratégico estabelece os diversos tipos de policiamento utilizados pela Corporação, bem como as modalidades e os processos por meio do qual estes são executados em todo o território baiano. A instituição Policial Militar baiana é o único órgão do Estado que se encontra presente em todos os 417 municípios, condição que por si só amplia a sua responsabilidade enquanto representante do poder estatal.

Como observado no PLANESP o Plano Estratégico da PMBA terce larga descrição da metodologia e dos passos adotados para a sua elaboração; vindo a apresentar papel sintético a observação de seu Mapa Estratégico (BAHIA, 2017b, p.59), o qual apresenta além de sua missão e valores, três perspectivas - Resultados para Sociedade, Serviços Finalísticos e Recursos Organizacionais, organizados de forma que sua leitura de baixo para cima indica a ordem de prioridade Institucional. Estas perspectivas são desdobradas em dezesseis objetivos estratégicos (OE); demonstrando claramente a preocupação da Corporação Policial Militar com os elementos vinculados a sua reestruturação e modernização administrativa e operacional.

Diretriz Operacional n.º 006 – COPPM/2017 (Operação Distrito)

Alinhando ao Plano Estratégico da PMBA 2017-2025 o Comando de Operações PM (COPPM), sensível a problemática vivenciada pela população das regiões interioranas do



Estado publica a Diretriz Operacional nº 006 - COPPM/2017 (Operação Distrito), que objetiva a realização de policiamento ostensivo nos distritos rurais e praianos dos municípios baianos.

Documento operacional que prevê o emprego de policiamento no combate a diversas praticas delituosas, algumas incompatíveis com as necessidades dos povos e comunidades tradicionais, senão vejamos:

É o tráfico de drogas um dos piores males sociais e que vem tirando a paz da comunidade do interior, sendo secundado em igual gravidade pelos crimes contra instituições financeiras, que direcionam suas ações na maioria das vezes para os pequenos municípios e Distritos do interior. Notadamente, outros tipos de delitos também tem trazido bastante intranquilidade à população interiorana, a exemplos daqueles com emprego da violência: roubos a veículos, residências, assaltos a transportes coletivos intermunicipais, a transeuntes, agressões físicas de forma geral, poluição sonora, disparo de arma de fogo em via pública etc (BAHIA, 2017c, p.1).

Permeia a origem da Diretriz Operacional nº 006 a doutrina apregoada no Estado pela lei nº 12.357 de 26/09/2011, que com o objetivo da promoção da paz social cria no âmbito do Sistema de Defesa Social baiano o programa Pacto Pela Vida, que tem como foco principal o combate aos Crimes Violentos Letais Intencionais (CVLI) e Crimes Violentos contra o Patrimônio (CVP).


É sob esta lógica que:

O COPPM reeditou a Operação Distrito, visando ampliar as ações policiais em localidades situadas nas zonas rurais dos municípios do interior do nosso Estado, se aproximando e estabelecendo maior integração e participação junto às comunidades dessa região, fortalecendo dessa forma o policiamento comunitário, enquanto estratégia e filosofia (BAHIA, 2017c, p.2).

Para tanto a mesma recomenda o policiamento ostensivo, "exclusivamente, aos sábados, domingos, feriados e dias de feiras-livres, nos Distritos dos municípios do interior do Estado, com emprego de efetivo no processo motorizado e a pé" (BAHIA, 2017c, p.2) e que este policiamento dever ser predominantemente preventivo.

O presente documento operacional tem como objetivos:

a) Prevenir ocorrências policiais nos dias e horários de maior probabilidade de incidência de delitos, a exemplos de sábado noturno, domingo diurno, dias de feiras livres além dos feriados; b) Ocupar e integrar-se ao cotidiano dos Distritos rurais não policiados ou com pouca presença da PM; c) Ampliar a presença da PM nos Distritos do interior baiano, tornando a ação policial como referência marcante do Estado nessas localidades; d) Aproximar a PM das comunidades dos Distritos rurais da Bahia, desenvolvendo o sentido de pertencimento entre PM e comunidade, comunidade e PM, contribuindo assim para a melhoria dos resultados operacionais do policiamento ostensivo; e) Envolver os vários setores da sociedade civil organizada e os órgãos públicos em ações preventivas de segurança pública (BAHIA, 2017c, p.3).



A diretriz identifica os Comandos de Policiamento da Região Norte, Sul, Leste, Oeste, Sudoeste e Chapada como executores da Operação Distrito; estabelecendo uma série de procedimentos de polícia comunitária a serem executados pelos comandos subordinados e pelos policiais militares empregados no policiamento, referindo-se inclusive ao registro de anseios da população, identificação de lideranças e lavratura de ata de reuniões com a comunidade.


CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando o contexto doutrinário contido no artigo 144, da Constituição Federal de 1988, a qual apresenta características de rompimento com o sistema político de exceção existente a época no país; trazendo ao ordenamento jurídico pátrio inovações no que tange aos direitos individuais e sociais; tratando de forma exordial sobre a proteção do meio ambiente e direitos dos povos e comunidades tradicionais, em especial dos povos indígenas, contudo, as inovações apresentadas não foram acompanhadas dos mecanismos necessários para a sua implementação.

No mesmo compasso se encontra a materialização das políticas de segurança pública, quer seja na esfera federal ou estadual, sendo fato que ao se tratar de políticas públicas para o semiárido, o poder público somente as entende como as ações históricas de combate a seca (SILVA,2007); que sobre nova roupagem se reinventam com propostas de segurança alimentar, para a mulher e educação (ABRANTES,2017), não sendo a segurança incluída como política pública que pode contribuir para a mitigação das vulnerabilidades a que estão sujeitas estas comunidades (BARRETO JUNIOR,2014).

Quando esquadrihamos sob a ótica da Ecologia Humana (BOMFIM, 2016; 2017) a agenda pública de segurança brasileira; logo se extrai que para os idealizadores da PNSP a realidade dos povos e comunidades tradicionais não é contemplada; sendo dada prioridade a redução dos homicídios, com destaque ao feminicídio e a política em defesa das mulheres, ao comércio ilegal de armas de fogo em nível internacional, perpassando pela política carcerária nacional e pelo combate ao crime organizado transnacional.

Somente podemos entender que as necessidades dos povos e das comunidades do semiárido são contemplados pelo PNSP se o analisarmos de forma transversal, uma vez que a aplicação do ali previsto pode acarretar a redução da criminalidade no país como um todo; deste modo, carece ao gestor público federal de um olhar sensível a realidade dos povos e



comunidades tradicionais, que necessitam de investimentos direcionados a sua manutenção em seus territórios de identidade.


Ao mesmo entendimento se chega ao realizarmos o estudo metuculoso do PLANESP, uma vez que somente de forma ampla pode se entender que o mesmo objetiva atender as precisões dos povos e comunidades tradicionais existentes no estado da Bahia; uma vez que se limita a estabelecer parâmetros de desenvolvimento e consolidação institucional para a Secretaria da Segurança Pública por meio da redução dos índices de criminalidade, sendo flagrante a preocupação para com a realidade vivida nos grandes centros urbanos do estado, em peculiar a cidade de Salvador.

Neste ponto, merece destaque a capilaridade da PMBA, entretanto não destoando dos seus antecessores, o Plano Estratégico da PMBA anda no mesmo compasso, constituindo-se em um documento técnico, um tratado de administração moderna, mais preocupado com a reestruturação e modernização administrativa da Instituição, contudo distante dos anseios de seu público alvo.

Em contraponto, mesmo reconhecendo o direcionamento dos recursos para os centros urbanos existente no plano estratégico da PMBA, se interpretarmos de forma generosa podemos entender que as carências dos povos tradicionais são contemplados em seus objetivos estratégicos de número 05 - Otimizar as ações de policiamento ostensivo, e 08 - Fomentar a polícia comunitária (BAHIA, 2017b).

A ratificação desta inteligência se encontra na publicação da Diretriz Operacional nº 006, que institui a Operação Distrito, sendo evidente que o objetivo da Instituição da Polícia Militar baiana é a manutenção da segurança dos grandes centros urbanos, uma vez que esta entende ser "o Distrito a divisão menor de um território subordinada ao poder de um governo, jurisdição, inspeção ou de uma autoridade judicial, fiscal e policial" (BAHIA, 2017c, p.2), e que sua atuação nestas localidades melhora a segurança nos grandes aglomerados urbanos.

Finalizando esta discussão ratificamos que estes documentos são constituídos em sua maioria de diplomas com forte influência das teorias administrativas, que mais estabelecem um norte para a melhoria estrutural das Instituições que uma real preocupação para com as necessidades sociais. Nestes documentos se constata a forte influência dos elementos urbanos, inexistindo de forma geral a contemplação das necessidades dos povos do semiárido, comunidade rural que continua desassistida.




Sendo necessário a existência de um olhar para os fazeres e viveres dos povos e comunidades tradicionais, inserindo-os no debate político (MONTEIRO; BELTRÃO, 2007) por meio da realização de audiências e consultas públicas, de estudos técnicos e científicos para analisar e propor intervenções que venham a efetivamente contribuir para a elaboração de uma agenda de segurança pública que retrate e atenda o desejado pelos povos e comunidades do semiárido contribuindo para a sua sustentabilidade.

Apesar da segurança pública ser temática antiga nas discussões dos especialistas brasileiros e estar presente nas necessidades de toda a população vislumbramos que no pertinente as carências dos povos e comunidades tradicionais, o estado da Bahia acompanha o modelo adotado pelos demais estados do país, a exemplo do Pará, ao não oferecer ao seu efetivo policial treinamento específico com foco antropológico, o que proporcionaria a discussão sobre este tipo especial de policiamento (MONTEIRO; BELTRÃO, 2007).

Para um Estado que diz adotar em suas instituições policiais a filosofia de polícia comunitária fundada na premissa de que a polícia e a comunidade devem trabalhar juntas na identificação, priorização e resolução de problemas, tais como crimes, drogas, medo do crime, desordens físicas e morais, melhorando a qualidade de vida geral evitando a decadência do bairro (G.T, PORT. SENASP N°002/2007, 2008, p.39); a realidade demonstra flagrante carência no emprego desta filosofia para o atendimento das demandas sociais de representativo grupo de sua sociedade.

A aplicação da filosofia de policiamento comunitário nas áreas não urbanas do semiárido, considerando os saberes e fazeres das comunidades e povos tradicionais (DIAS; REIS, 2015) na elaboração da agenda de segurança pública constitui importante proposta de intervenção objetivando proporcionar sobre a percepção da ecologia humana a emancipação do homem por meio da mudança nos modos de pensar e agir da sociedade (OLIVEIRA, 2002) estabelecendo uma relação de sustentabilidade para com seu relacionamento com o semiárido.

Os gestores públicos responsáveis pela elaboração da agenda de segurança pública devem se aproximar dos povos e comunidades tradicionais, o que pode ser feito inicialmente por meio de reuniões com as entidades comunitárias existentes nas localidades e posteriormente, o amadurecimento deste debate pode vir a fomentar a criação e consolidação de um Conselho de Segurança Pública para os Povos e Comunidades Tradicionais nos moldes



previstos atualmente para os centros urbanos (G.T, PORT. SENASP Nº002/2007, 2008), contudo adequado a realidade destas comunidades.

REFERÊNCIAS

ABRANTES *et al.* **Políticas públicas para os povos do semiárido: avanços e desafios.** Fortaleza: Gráfica Mundo Digital, 2017.

AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento.** Brasília: Câmara dos Deputados, Comissão de Defesa do Consumidor, Meio Ambiente e Minorias, 1995.

ALVES *et al.* Hunting Strategies Used in the Semi-arid Region of Northeastern Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, [S. l.], v. 5, n. 12, p. 1-50, 2009.

ARANA, Luis Vinatea. **Aquicultura e o desenvolvimento sustentável: subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aquicultura brasileira.** Florianópolis: UFSC, 1999.

ÁVILA-PIRES, Fernando de. **Princípios de Ecologia Humana.** Porto Alegre: UFRGS, 1983.

BAHIA, S. S. P. **Planesp: Plano Estratégico do Sistema Estadual da Segurança Pública.** Salvador: EGBA, 2017a.

BAHIA, P. M. **Diretriz Operacional n.º 006 – COPPM/2017 - Operação Distrito.** Salvador: Comando de Operações PM, 2017c.

BAHIA, P. M. **Plano Estratégico da Polícia Militar da Bahia 2017/2025.** Salvador: Departamento de Planejamento, Orçamento e Gestão, 2017b.


BARRETO JUNIOR, Carlos Moraes Jatobá. **Moradores das paredes dos rios: estudo ecossistêmico do processo de ocupação urbana nas margens.** 100f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Humana) - Universidade do Estado da Bahia, 2014.

BUAINAIN, **Antonio Marcio**; GARCIA, **Junior Ruiz.** Desenvolvimento rural do semiárido brasileiro: transformações recentes, desafios e perspectivas. *Revista Franco-brasileira de Geografia*, v.19, n.19, 2013, *Confins* [Online], posto online no dia 18 novembro 2013, consultado o 12 junho 2018. <http://journals.openedition.org/confins/8633>; DOI : 10.4000/confins.8633

BOMFIM, Luciano Sergio Ventin. As raízes da ecologia humana no brasil. in: ALVIM, Ronaldo Gomes e MARQUES, Juracy. **As raízes da ecologia humana.** Paulo Afonso: SABEH, 2017.

BOMFIM, Luciano Sergio Ventin. No Brasil, a ecologia humana é um paradigma científico ou um outro tipo de ciência emergente?. **Revista ecologias humanas**, v.2, n.2, 2016, p.99-122.

BRASIL-SENASP, **Plano nacional de segurança pública - PNSP2017.** Brasília: SENASP, 2017.



CAMPOS, José Nilson B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Estudos avançados**, n.28, 2014, p.65-88.

CAVALCANTI, Clóvis. **Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 2003.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**, de 22 de setembro de 1988. Brasil. Constituição Federal, Brasília, Outubro de 1988.

CONTI, Irio Luiz. SCHROEDE, Edni Oscar. **Convivência com o semiárido brasileiro: autonomia e protagonismo Social**. Brasília-DF, Brasil: IABS, 2013.

BRASIL. **Decreto nº 8.750, de 09 de maio de 2016**. Institui o conselho nacional dos povos e comunidades tradicionais. Brasília, Março de 2016.

BRASIL. **Decreto nº 6.040, DE 7 DE FEVEREIRO DE 2007**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília, Fevereiro de 2016.

BRASIL. **Lei nº 7.827, de 27 de setembro DE 1989**.Regulamenta o art. 159, inciso I, alínea c, da Constituição Federal, institui o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte - FNO, o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE e o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste – FCO. Brasília, Setembro de 1989.

DIAS, Ana Cecília dos Reis; REIS, Willany da Cunha. A ecologia dos sentidos: percepções a partir dos saberes dos povos e comunidades tradicionais. **II Congresso Nacional de Educação**, n.1, 2015, p.01-12.

DINIZ, Paulo Cesar Oliveira; LIMA, Jorge Roberto Tavares de. Mobilização social e ação coletiva no Semiárido Brasileiro: convivência, agroecologia e sustentabilidade. **Redes**,v.22, n.2, 2017, p.190-207.

FILOCRE, D’Aquino. Classificações de políticas de segurança pública. **Revista Brasileira de segurança pública**, v.3, n.5, 2009, p.146-158.

FOUCAULT, Michel. **Vigiar e punir: nascimento da prisão**. 17. Ed,Petrópolis: Vozes, 2001.

G.T, PORT. SENASP Nº002/2007.**Curso nacional de promotor de polícia comunitária**. Brasília: SENASP, 2008.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental. Sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. Petrópolis: Vozes, 2001.

LIMA, Eudes Ferreira. **Dicionário de termos técnicos usados em ecologia**. Parnaíba: UFPI, 2016.

MACHADO, Paulo de Almeida. **Ecologia Humana**. São Paulo: Autores Associados, 1984.

MARQUES, Juracy. **Ecologias humanas**. Feira de Santana: UEFS, 2014.

MONTEIRO, Alisson Gomes; BELTRÃO, Jane Felipe. **Povos indígenas e segurança policial: os tembé do alto rio Guamá (PA)**. Belém/PA, 2007. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/conpedi/manaus/arquivos/anais/manaus/estado_dir_povos_alisson_g_monteiro_e_jane_beltrao.pdf> Acesso em 19 jun. 2018.

OLIVEIRA, Gilson Batista de. Uma discussão sobre o conceito de desenvolvimento. **Revista da FAE**, v.5, n.2, 2002, p.37-48.

PIERSON, Donald. **Estudos de ecologia humana**. VI. Ed, São Paulo: Martins, 1970.

RAMOS, M. A.; ALBUQUERQUE, U. P. The Domestic Use of Freewood in Rural Communities of the Caatinga: how seasonality interferes with patterns of firewood collection. **Biomass and bioenergy**, [S. l.], v. 39, p. 147–158, 2012.

SALES, M. C. L. Evolução dos Estudos de Desertificação no Nordeste Brasileiro. **Espaço e Tempo**, São Paulo, n. 11, p. 115–126, 2002.

SANTOS, Maria Paula Gomes dos. **O Estado e os problemas contemporâneos**. 2. Ed, Florianópolis: UFSC, 2012.

SCHOBER, J. Notícias do Brasil - Caatinga: preservação e uso racional do único bioma exclusivamente nacional. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 54, n. 2, p. 6–7, 2002.

SILVA, Roberto Marinho Alves da. Entre o Combate à Seca e a Convivência com o Semiárido: políticas públicas e transição paradigmática. **Revista Econômica do Nordeste**, v.38, n.3, 2007, p.466-485.

TOLMASQUIM, Mauricio. As origens da crise energética brasileira. **Ambiente & Sociedade**, n.6-7, 2000, p. 179-183.

Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2000000100012&lng=en&nrm=iso>.access on 12 June 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2000000100012>.

WEBER, Max. **A ética protestante e o espírito do capitalismo**. São Paulo: Martins Claret, 2001.

ASA-BRASIL–Articulação no Semiárido Brasileiro. Semiárido. Disponível em: <<http://www.asabrasil.org.br/>> Acesso em: 10 mai. 2016

BRASIL. Constituição (1937) **Constituição dos Estados Unidos do Brasil**. Rio de Janeiro, 1937. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao37.htm> Acesso em: 15 mai. 2018

BRASIL. SUDENE **Delimitação do semiárido**. Brasília, 2018. Disponível em: <<http://sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>> Acesso em: 15 mai. 2018



CAPÍTULO 7

ATUAÇÃO DE SETOR COM VIÉS SUSTENTÁVEL ALIADO AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO E TÁTICO DE IES

Cinara Dayse Soares Pereira, Graduada em Engenharia Ambiental, IFCE
Fabrynne Mendes de Oliveira, Graduanda em Engenharia Ambiental, IFCE
Daniel Pereira de Moraes, Graduando em Engenharia Ambiental, IFCE
Thâmara Martins Ismael de Souza, Docente, UFCA
Joelma Lima Oliveira, Docente e Mestre em Engenharia Civil, IFCE

RESUMO


As Instituições de Ensino Superior (IES) têm um papel relevante no despertar da consciência ambiental e formação de um pensamento crítico dos futuros profissionais a fim de propiciar um ambiente adequado ao desenvolvimento de uma realidade sustentável e de que os alunos se constituam sujeitos coletivos e voltados à participação efetiva nos processos sociais. Com isso, este trabalho tem como objetivo realizar o levantamento de práticas sustentáveis em uma IES de Juazeiro do Norte-CE, que é coordenada por um setor aliado à sustentabilidade dentro da instituição, e mostrar sua importância para o desenvolvimento sustentável. Assim, foi feito um levantamento no banco de dados da coordenadoria e aplicados questionários a setores administrativos. Como resultado, foi possível verificar que a IES trabalha através do Plano de Logística Sustentável, elaborando um relatório semestralmente, com intuito de trabalhar com 04 eixos temáticos: material de consumo, obras sustentáveis e manutenção predial, serviços sustentáveis e deslocamento sustentável. Assim, trás diversos benefícios ambientais, sociais e econômicos. Concluiu-se, então, que a IES busca atingir metas que são instituídas em sua missão, visão e valores, buscando constante melhoria para alcançar eficiência no desenvolvimento regional sustentável e ter uma boa visão diante do mercado.

PALAVRAS-CHAVE: Meio Ambiente, Sustentabilidade, Ensino Superior

INTRODUÇÃO

Um dos conceitos mais utilizados para definir o desenvolvimento sustentável é disposto no Relatório de Brudland (CMMAD, 1991, pg.46) que afirma: “é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras para satisfazer as suas próprias necessidades”. Como também, é baseado em cinco dimensões (Sachs, 1993), que devem ser considerados simultaneamente: social, econômico, ecológico, espacial e cultural.

Em relação a isso, as Instituições de Ensino Superior (IES) têm um papel relevante no despertar da consciência ambiental e formação de um pensamento crítico dos futuros



profissionais, a fim de propiciar um ambiente adequado ao desenvolvimento de uma realidade sustentável e de que os alunos se constituam sujeitos coletivos e voltados à participação efetiva nos processos sociais (ZEITOUNE et al., 2019). Portanto, diversas instituições vem adotando práticas sustentáveis para conciliar o crescimento economicamente viável e socialmente justo com a redução do uso de recursos naturais.

Em decorrência disso, a IES escolhida tem papel importante na disseminação de práticas sustentáveis, pois essa temática está presente em seu planejamento estratégico e tático mencionado em sua visão, missão e valores. A universidade em questão possui quatro campi (distribuídos em Barbalha, Brejo Santo, Crato e Juazeiro do Norte-CE) que compreende diversas atividades que dão suporte ao funcionamento da instituição – desde setores administrativos às operacionais – que estão vinculados as três dimensões do processo educativo tal como ensino, pesquisa e extensão. Conseqüentemente, em seu processo de funcionamento, há consumo de água, energia elétrica e geração de resíduos sólidos, sendo necessária a adoção de práticas que visem reduzir desperdícios e gastos públicos.

Posto isto, este trabalho tem como objetivo realizar o levantamento de práticas sustentáveis em uma IES de Juazeiro do Norte-CE, que é coordenado por um setor aliado à sustentabilidade dentro da instituição, e mostrar sua importância para o desenvolvimento sustentável.

METODOLOGIA

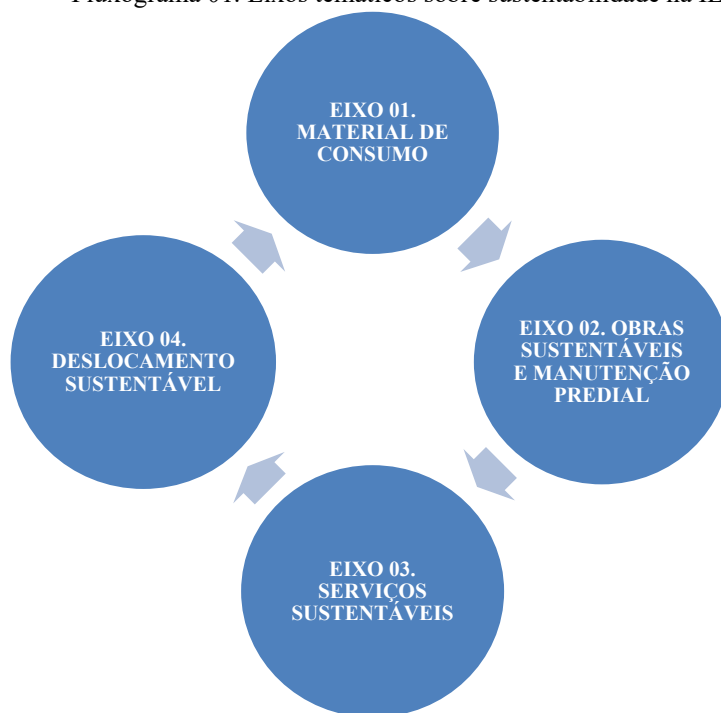
Trata-se de uma pesquisa quantitativa e qualitativa, na qual a IES escolhida se encontra instalada em quatro cidades da Região Metropolitana do Cariri (RMC), sendo elas Barbalha, Brejo Santo, Crato e Juazeiro do Norte. Assim, foi realizado um levantamento no banco de dados da coordenadoria ligada à sustentabilidade da instituição, que se encontra em uma pró-reitoria em Juazeiro do Norte-CE, com intuito de identificar práticas sustentáveis que são desenvolvidas em todos os campi. Para alguns resultados, foi preciso elaborar e aplicar questionários, de forma específica a cada setor administrativo, para obter as informações necessárias.

Após isso, o tratamento dos dados foi realizado com a elaboração de gráficos para facilitar o entendimento dos resultados encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A universidade trabalha com base no Plano de Logística Sustentável que é um documento que possui como objetivo o pleno atendimento aos requisitos estabelecidos pela Instrução Normativa nº10 (BRASIL, 2012) e ao Princípio da Responsabilidade ao desenvolver atividades com a visão holística ao desenvolvimento sustentável. Ela elaborou seu PLS com apoio do Comitê de Governança e Comissão Gestora do Plano de Gestão de Logística Sustentável. O esquema abaixo mostra os 04 eixos temáticos que a instituição trabalha voltada ao tema:

Fluxograma 01. Eixos temáticos sobre sustentabilidade na IES

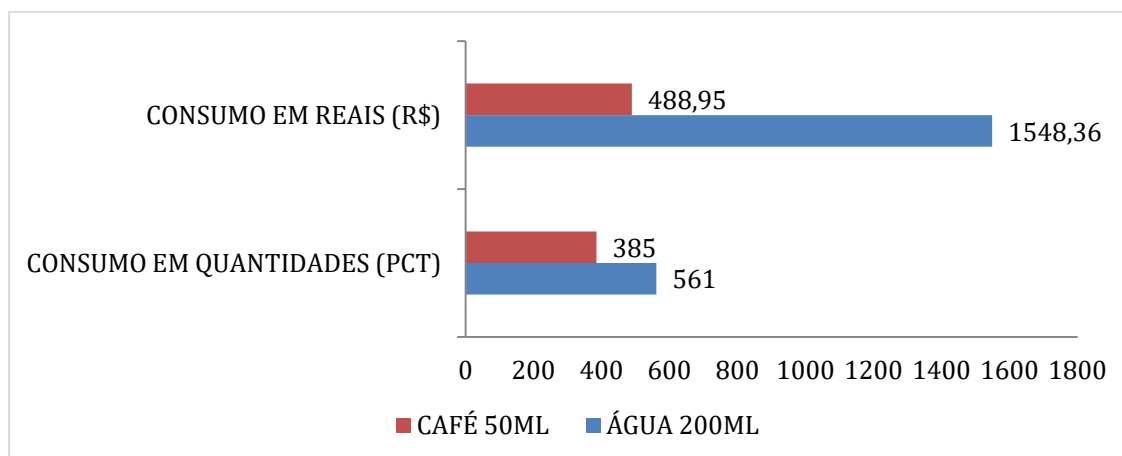


Fonte: Autores, 2019.

O eixo 01 está relacionado ao material de consumo que, de acordo com a Instrução Normativa nº 04, pode ser definido como “todo material que, em razão de sua utilização, perde normalmente sua identidade física e/ou tem sua utilização limitada a dois anos”. Ele tem como objetivo o controle institucional dos materiais de consumo adquiridos. Dentre os materiais que estão sendo trabalhados para sua redução estão os copos descartáveis, onde a IES trabalha para a substituição por copos reutilizáveis, assim, não ocorre a licitação de compra de copos descartáveis desde o pregão de 2017, ou seja, vêm sendo utilizados os que já contém em estoque no almoxarifado como mostra o gráfico 01; e resmas de papel (gráfico 02), na qual este último

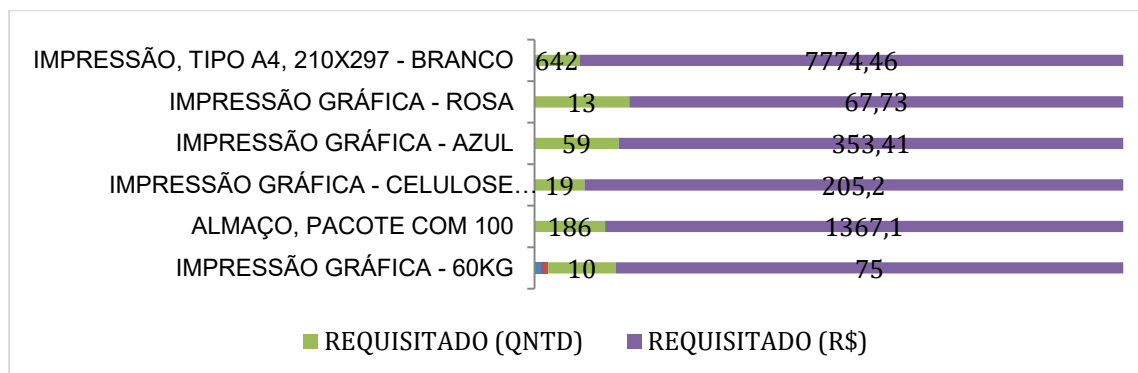
tem como objetivo a preferência de utilização de papel reciclado, visto que ele reduz a necessidade de extração de matéria-prima (árvores) na linha de produção dessas resmas.

Gráfico 01. Consumo de copos descartáveis



Fonte: Autores, 2019.

Gráfico 02. Consumo de Resmas de papel

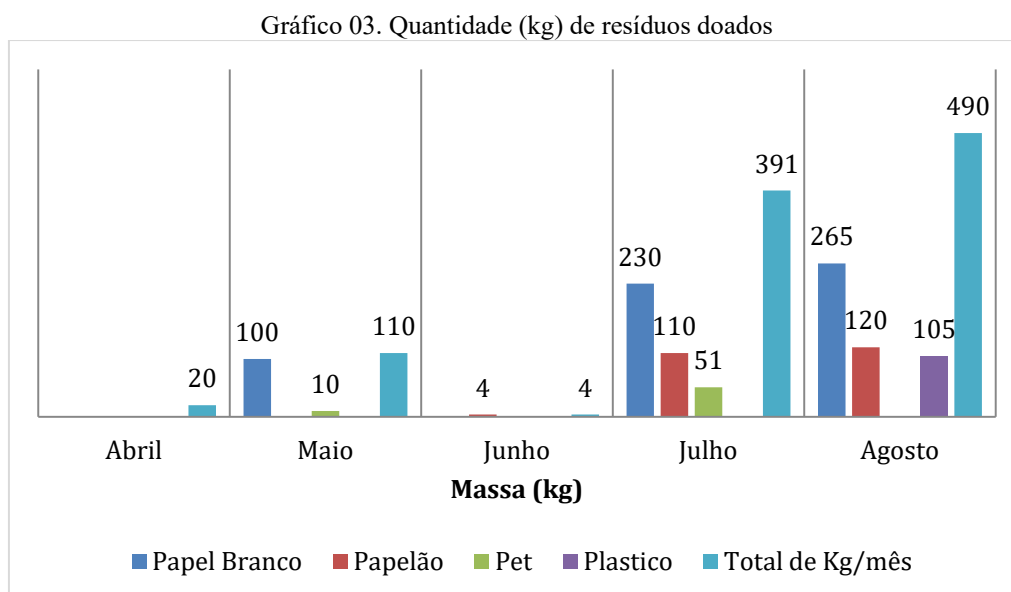


Fonte: Autores, 2019.

O eixo 02 está direcionado às obras sustentáveis e manutenção predial existente nos campi que, de acordo com a instituição, tem como objetivo “assegurar a sustentabilidade nas obras e manutenção, sendo assim, pauta-se em iniciativas que focam em práticas para tornar as obras mais eficientes nos âmbitos ambiental, social e econômico”. Com isso, tem-se a iniciativa de inclusão do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PGRSCC) visto que há a exigência contratual de que a empresa de manutenção predial disponha desse plano. Como também, todos os campi já possuem infraestrutura acessível de acordo com a NBR 9050:2004 e no campus Juazeiro, nas obras de urbanização, estão sendo instalados novos pisos táteis.

O eixo 03 é relacionado aos serviços sustentáveis praticados na instituição, tais como: gerenciamento de resíduos sólidos, melhoria na eficiência energética, redução de consumo de água, tratamento de esgoto, otimização de limpeza e telefonia, paisagismo e revitalização.

Com relação ao gerenciamento de resíduos sólidos, a IES trabalha com base no Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006, na qual dispõe sobre a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis. Um dos campi já possui seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e dois deles realizam a doação de materiais recicláveis a associações de catadores, enquanto que os resíduos eletrônicos estão sendo destinados para outras entidades para realizar o destino ambientalmente adequado. No gráfico 03 mostra-se a quantidade de resíduos sólidos doados pela instituição do *campus* de Juazeiro do Norte-CE no ano de 2019.



Fonte: Autores, 2019.

A doação de resíduos é de suma importância para a IES, pois, além de realizar o destino ambientalmente adequado, há a geração de renda para as associações como mostra a tabela abaixo:

Tabela 01. Renda gerada para as associações de catadores 2017-2019 do campus Juazeiro do Norte-CE

Tipo	Quantidade em kg			Renda gerada (R\$)			Total (R\$)
	Ano			Ano			
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	
Papelão	368	375	290	40,80	42,80	42,80	361,90

Papel	-	280	645	-	28,00	64,50
Plástico	-	-	105	-	-	21,00
Metais	-	-	-	-	-	-
Óleo	-	-	-	-	-	-
Eletrônicos	-	418	20	-	83,60	4,00
Garrafa Pet	-	43	45	-	17,20	17,20

Fonte: Autores, 2019.

Lembrando que, no mês de setembro de 2019, foi firmada a parceria do campus Crato com a associação de catadores, portanto, ainda não há dados disponíveis.

Para a elaboração dos PGRS dos demais campus estão sendo realizados gravimetrias (figura 01), com o intuito de verificar a quantidade de resíduos sólidos gerados em todos os campi, como também para o processo de licitação de compras de kits de coletores seletivos para serem distribuídos em salas de aula, laboratórios e área externa. De acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, lei nº 12.305/2010, é imprescindível a elaboração do PGRS para atender a gestão integrada (BRASIL, 2010).

Figura 01. Realização de gravimetria no campus Crato



Fonte: Autores, 2019.

Além disso, a IES realizou capacitações com os funcionários da limpeza (figura 02) com o intuito de promover a educação ambiental e conscientização de práticas de otimização de limpeza, como também, organização de eventos sobre resíduos sólidos para a unidade acadêmica. Conforme a Lei nº 9.795, (BRASIL, 1999), entende-se por educação ambiental “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua

sustentabilidade.” Ela é de suma importância para a efetivação de práticas que podem evitar impactos ambientais adversos ao meio ambiente e evitar possíveis sanções administrativas conforme a lei nº 9.605/1998 que dispõe sobre os crimes ambientais.

Figura 02. Capacitação com funcionários



Fonte: Autores, 2019.

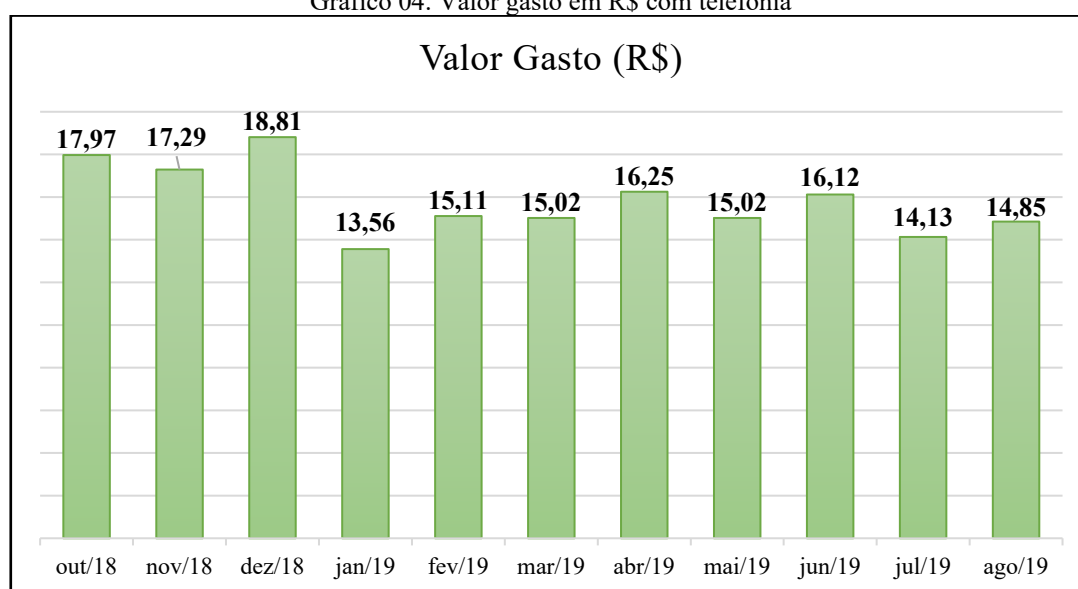
Em relação a eficiência energética, a universidade abriu uma chamada pública no mês de outubro de 2019 para submissão de projeto ao edital referente ao Programa de Eficiência Energética da ENEL, obtendo experiência na execução de serviços técnicos, especificamente relacionados a este tipo de projeto. De acordo com a ENEL (2019), serviços públicos de distribuição de energia elétrica devem aplicar anualmente valor equivalente a 0,50% (cinquenta centésimos por cento) de sua receita operacional líquida anual para o desenvolvimento de programas de eficiência energética no uso final de energia elétrica, por meio de projetos a serem implementados em instalações de seus Clientes, comunidades de baixa renda, projetos educacionais e gestão energética municipal. Além disso, outra IES forneceu duas placas solares para a realização do projeto de instalação de ilhas ou pontos específicos que permitem o carregamento de equipamentos eletrônicos, a partir da energia solar.

A instituição também tem como objetivo a redução do consumo de água através de cartazes de conscientização, palestras e instalações hidráulicas e sanitárias adequadas com vistorias periódicas. Conforme a universidade, a iniciativa que visa a aquisição de acessórios hidráulicos mais eficientes, tais como vasos com caixas acopladas e torneira com temporizador, foi quase totalmente realizada, visto que todas as descargas dos campi já possuem sistema de

economia de água e todas as torneiras, exceto as de acessibilidade, são de acionamento por pressão com temporizador.

Para otimizar custos com telefonia foi implantado em todos os campi (Barbalha, Brejo Santo, Crato, Icó, Juazeiro do Norte e Reitoria) a tecnologia Voz sobre IP, totalizando 307 ramais VoIP instalados. O gráfico 04 mostra os gastos com telefonia pela instituição. Por fim, com relação ao paisagismo, foi realizada uma campanha de “troque uma garrafa pet por uma muda” com o intuito de doar as garrafas pet para uma associação de catadores e distribuir mudas nativas, frutíferas e medicinais com a finalidade de incentivar o aumento de áreas verdes na região.

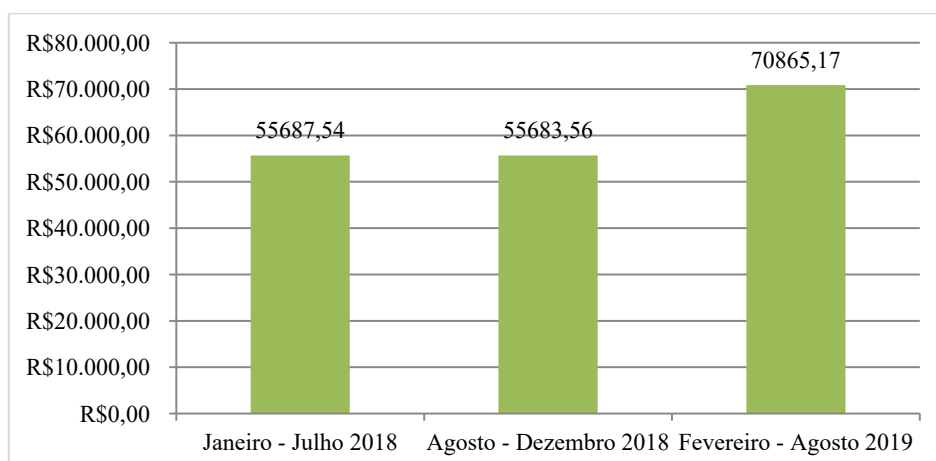
Gráfico 04. Valor gasto em R\$ com telefonia



Fonte: Autores, 2019.

Por último, o eixo 04 dispõe sobre o deslocamento sustentável, onde de acordo com a instituição, este eixo visa a sustentabilidade no deslocamento, assim, contemplando iniciativas que focam na redução da necessidade de deslocamento e, conseqüentemente, a diminuição no consumo de combustível utilizado nos veículos. O gráfico abaixo mostra o valor gasto mensalmente de combustíveis na instituição:

Gráfico 05. Valor gasto em R\$ com deslocamentos nos 04 campi



Fonte: Autores, 2019.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano de Logística Sustentável (PLS) é uma ferramenta de planejamento, com objetivos e responsabilidades definidas, ações, metas, prazos de execução e mecanismos de monitoramento e avaliação, que permitem aos órgãos ou entidades estabelecerem práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos na administração pública, trazendo diversos benefícios para a instituição e para o meio ambiente.


Constatou-se que a IES apresenta diversas práticas sustentáveis visando a redução de consumo de água, melhoria na eficiência energética, minimização e destino ambientalmente adequado de resíduos sólidos. Assim, além de reduzir os gastos públicos, há diminuição e mitigação de impactos ambientais adversos.

Sendo assim, a IES busca atingir suas metas que são instituídas em sua missão, visão e valores, buscando constante melhoria para alcançar eficiência no desenvolvimento regional sustentável e ter uma boa visão diante do mercado.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.** Brasília – DF: 1999.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.** Brasília – DF: 1998.



BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 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.** Brasília – DF: 2010.

BRASIL. Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de 2006. **Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências.** Brasília – DF: 2006.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instrução Normativa nº 10, de 12 de novembro de 2012. **Estabelece regras para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável de que trata o art. 16, do Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, e dá outras providências.** Brasília – DF: 2012.

CMMAD, Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum.** 2 ed. Rio de Janeiro, Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1991.

ENEL. **Chamada Pública Enel Distribuição Ceará 001/2019.** Disponível em: <<http://enel-ce.chamadapublica.com.br/>>. Acesso em 31 de outubro de 2019.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio Ambiente.** São Paulo: Studio Nobel e Fundação de Desenvolvimento Administrativo (FUNDAP), 1993.

ZEITOUNE, B. et al.. **Práticas sustentáveis: adoção de cultura institucional em IES.** Revista Pensamento Contemporâneo em Administração, Rio de Janeiro, v.13, n. 1, 2019. Disponível em:<<https://search.proquest.com/openview/63f586067a3c23c765b58c706ff51926/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032639>>. Acesso em 31 de outubro de 2019.

CAPÍTULO 8

INTEGRAÇÃO ENTRE O *TRIPLE BOTTOM LINE* E O *BALANCED SCORECARD*: ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA SERGIPANA

Margareth de Souza Costa, Mestra em administração, PROPADM/UFS

David Nunes da Cunha, Mestre em administração, PROPADM/UFS

Jérsica Florindo de Araújo Barros, Mestranda em administração, PROPADM/UFS

Ricardo Tadeu Soares Santos, Doutorando em demografia, PROPADM/UFS

RESUMO


As empresas precisam reformular seus modelos de negócios para atender aos aspectos da sustentabilidade, como também para atender aos preceitos gerados pela gestão da qualidade. Dessa forma, a presente pesquisa teve como intuito, por meio de uma empresa de serviços ambientais, realizar a integração dos pilares de sustentabilidade do Triple Bottom Line para garantir a estratégia da qualidade a partir do Balanced Scorecard. Quanto aos procedimentos metodológicos, a pesquisa possui natureza qualitativa. A estratégia utilizada foi o estudo de caso em uma empresa sergipana de serviços ambientais. Para tanto, os dados foram coletados por meio de entrevista semiestruturada. Os resultados apontaram que a empresa atendeu aos preceitos do Triple Bottom Line e a partir disso foi realizada uma integração com as perspectivas do Balanced Scorecard. Por fim, por meio da análise realizada permitiu concluir que a empresa estudada possui uma estratégia bem definida e, com isso, as perspectivas do Balanced Scorecard, bem como do Triple Bottom Line puderam ser delineadas conforme apresentadas na integração exposta na presente pesquisa.

Palavras-chave: Balanced Scorecard; Sustentabilidade; Triple Bottom Line.

1 INTRODUÇÃO

Conforme Nidumolu, Prahalad e Rangaswami (2009), Wals e Schwarzin (2012) e Silveira (2013), a busca da sustentabilidade deve gerar indiscutivelmente estratégias organizacionais.

Os autores Lange, Busch e Delgado-Ceballos (2012) discorreram de maneira mais ampliada que a sustentabilidade pode ser definida como uma abordagem de negócio que considera de forma equilibrada e holística os aspectos econômicos, sociais e ambientais gerando em longo prazo benefícios a gerações futuras às partes interessadas. Para tanto, a perspectiva de sustentabilidade que leva em consideração aspectos ambientais, econômicos e sociais é denominada de *Triple Bottom Line*.



Conforme Varadarajan (2017), as organizações precisam reformular seus modelos de negócios para que sejam adaptadas ao cenário competitivo e, principalmente, à sustentabilidade e, com isso, conseguir estratégias para a gestão da qualidade. Com relação à gestão da qualidade, uma ferramenta bastante difundida é o *Balanced Scorecard* e que leva em consideração aspectos relacionados a pessoas, processos, mercado e financeiro.

Pensando assim, o presente artigo tem como intuito, por meio de uma empresa de serviços ambientais, realizar a integração dos pilares de sustentabilidade do *Triple Bottom Line* para garantir a estratégia da qualidades a partir do *Balanced Scorecard*.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Triple Bottom Line*

Uma empresa sustentável é aquela que contribui para o desenvolvimento, gerando, simultaneamente, benefícios econômicos, sociais e ambientais conhecidos como os três pilares da sustentabilidade (HART; MILSTEN, 2004).


Para Savitz e Weber (2007), uma organização é sustentável quando gera lucro para os acionistas, protege o meio ambiente e melhora a vida das pessoas com quem mantém interações.

Observa-se que a sustentabilidade voltada para os aspectos econômicos, ambientais e sociais também é chamada de *Triple Bottom Line* (TBL) e tem como o intuito melhorar os aspectos financeiro, como também ambiental e social da organização (BOONS; LÜDEKEFREUND, 2013).

Ao abordar aspectos relativos aos desafios para a avaliação da sustentabilidade nas organizações, ferramentas e instrumentos de avaliação que intencionem mensurar a sustentabilidade em contexto organizacional não devem se limitar a um ou dois pilares do *TBL*, se estas forem suas referências, para ser considerada sustentável, uma empresa precisa ter equilibradas suas dimensões econômica, social e ambiental (MUNCK, 2013).

2.2 *Balanced Scorecard*

O *Balanced Scorecard* (BSC) baseia-se na análise do desempenho organizacional. Para tanto, leva em consideração indicadores financeiros e não financeiros (MERCER; WILDAUER, 2015).



Conforme Upadhyay (2012), após realizar um estudo na Índia, constatou que o *Balanced Scorecard* tem como objetivo medir o desempenho organizacional e com isso elencou medidas de gestão empresarial, por meio de uma análise coerente, apresentando os seguintes objetivos: a) esclarecer e traduzir a visão e a estratégia; b) comunicar e associar objetivos e medidas estratégicas; c) planejar, estabelecer metas e alinhar iniciativas estratégicas; d) melhorar o feedback e o aprendizado estratégico.

Telles (2003) ratifica que o *Balanced Scorecard* baseia-se em uma perspectiva de dimensões independentes e que proporciona resultados atuais e desejados para um melhor desempenho organizacional em alcançar metas e ações estratégicas a longo prazo, bem como satisfazer as necessidades dos clientes, conforme as especificações dos produtos ou serviços das organizações.

2.3 *Triple Bottom Line e Balanced Scorecard*

Para Masocha e Fatoki (2018), o êxito e a sobrevivência de uma organização se relacionam à sua capacidade de atender às necessidades e às expectativas de seus clientes. Pensando assim, devem ser identificadas, entendidas e utilizadas para que os produtos possam ser desenvolvidos, criando o valor necessário para conquistá-los e retê-los (BARBIERI, 2010).

Uma alternativa para a avaliação do desempenho organizacional, levando-se em conta eficácia e eficiência, trata-se do BSC. Segundo Ghazinoory e Soofi (2012), o BSC é constituído de critérios que prestam suporte aos gestores e facilitam a visão do negócio como um todo, priorizando não somente os indicadores com métricas financeiras, mas também não financeiras usualmente relacionados às perspectivas pessoas, processos e mercado.

No tocante às métricas não financeiras, tem se buscado uma junção dos conceitos com um aporte metodológico que possibilite a construção de indicadores de sustentabilidade.

Conforme Hanai e Espíndola (2011) a medição da sustentabilidade deve ser integrada ao longo do tempo com o intuito de padronizar processos organizacionais, atender às perspectivas dos clientes, bem como funcionários e atender aos parâmetros estabelecidos pelas legislações ambientais para uma organização.

Nicoletti, Oliveira e Helleno (2017) se dispuseram a estabelecer um modelo que associa a sustentabilidade com preceitos do *Balanced Scorecard* e que levou em consideração aspectos financeiros e não financeiros.


Dessa forma, as correlações foram fundamentadas pelos relatórios estabelecidos de sustentabilidade com o intuito de apresentar aderência ao propósito. A seguir, o Quadro 1 demonstra o modelo proposto pelos autores.

Quadro 1: Modelo de implantação para a gestão da qualidade sustentável

Correlação	BSC	TBL	Características	Exemplo de indicador
Atratividade	Pessoas	Financeiro	Potencial de atração de talentos	Salários x benefícios x mercado
Reconhecimento		Social	Ambiente interno e percepção dos colaboradores	Turnover
Reputação		Ambiental	Percepção da sociedade sobre a empresa	Diversidade
Lean & Green Produtividade	Processos	Financeiro	Uso de técnicas produtivas para a Sustentabilidade	Produtividade
Segurança, saúde e ergonomia		Social	Preocupação com segurança, saúde e ergonomia das operações	Acidentes, incidentes
Atendimento à Legislação Ambiental		Ambiental	Respeito à legislação ambiental	Tratamento de resíduos
Qualidade, custo, prazo, inovação	Mercado	Financeiro	Competitividade	Market share
Impactos sociais		Social	Relacionamento com a sociedade	Ocorrências sociais
Impactos ambientais		Ambiental	Percepção com relação ao meio ambiente	Ocorrências ambientais
Lucratividade	Financeiro	Financeiro	Retorno financeiro para a empresa	EBITDA (*)
Investimentos sociais		Social	Percepção da sociedade sobre investimentos	Investimentos em projetos sociais
Investimentos ambientais		Ambiental	Percepção com relação aos investimentos no meio ambiente	Investimentos em projetos ambientais

Fonte: Adaptado de Nicolleti, Oliveira e Helleno (2017).

Observa-se, por meio do Quadro 1, que o BSC realiza uma interligação entre o TBL e as correlações propostas pelos autores Nicolleti, Oliveira e Helleno (2017), com o intuito de



analisar as características estabelecidas, bem como indicar exemplos de indicadores.

Importante salientar que a presente pesquisa busca analisar a integração, por meio desse modelo proposto, levando em consideração a abordagem da sustentabilidade voltada para o TBL e sobre o BSC.

3 METODOLOGIA

Com o intuito de atender ao objetivo proposto, esta pesquisa se caracterizou como qualitativa. O método de pesquisa adotado foi o estudo de caso.


Para a realização da pesquisa foi escolhida uma empresa de serviços ambientais com atuação no estado de Sergipe. A empresa tem uma estrutura destinada à triagem de materiais recicláveis, que contribui para a preservação do meio ambiente e inclusão social. A escolha baseou-se no critério de acessibilidade e tipicidade.

Com relação à acessibilidade, deve-se ao fato de uma das filiais da empresa estar presente no município de Rosário do Catete em Sergipe, bem como pela disponibilidade do entrevistado em prestar as informações necessárias para a realização da pesquisa. Já no tocante à tipicidade, deve-se pelo fato de ela ser uma das maiores empresas de serviços ambientais do Brasil, bem como por contribuir com soluções para a gestão de resíduos.

A principal fonte de evidência foi entrevista. Na entrevista, utilizou-se um roteiro de entrevista semiestruturada, o que permitiu ao entrevistado uma maior flexibilidade nas respostas.

Para tanto, a entrevista foi realizada com o coordenador comercial atuante na filial de Sergipe e que possui formação em engenharia ambiental. O entrevistado foi escolhido por ter as informações necessárias para o alcance do objetivo proposto da pesquisa, sem a necessidade de realização de outras entrevistas.

O roteiro de entrevista foi composto por quatro seções, sendo que em cada seção houve questionamentos sobre a temática proposta: na primeira seção, descreveram-se a caracterização da organização pesquisada; na segunda, dispuseram-se as informações na perspectiva da dimensão econômica; na terceira, versaram-se referente à perspectiva da dimensão ambiental e, por fim, na quarta, estabeleceram-se questões na perspectiva da dimensão social. Vale destacar que os questionamentos referentes às perspectivas econômica, ambiental e social foram extraídos a partir do modelo proposto por Nicolleti, Oliveira e Helleno (2017).



Após a coleta de dados, foi realizada a transcrição da entrevista e, posteriormente, procedeu-se à análise de conteúdo. Neste estudo, o intuito não foi mencionar o nome fantasia da empresa, portanto priorizou-se pelo sigilo.

4 RESULTADOS

4.1 Perspectivas na dimensão econômica

Partindo do pressuposto do modelo de implantação para a gestão da qualidade sustentável, na perspectiva econômica foi estruturada conforme os elementos de análise: atratividade para talentos, práticas que minimizam desperdícios, lucro e eficiência em qualidade e potencial inovação.

Assim, no que concerne à atratividade para talentos, a empresa busca crescer, desenvolver e atingir grandes objetivos. Além do mais, o entrevistado informou que isso só é possível se cada colaborador também se empenhar em buscar novos conhecimentos, desenvolver habilidades e superar desafios.


A empresa possui projetos que capacitam os colaboradores para que eles se tornem ainda mais potenciais. Entre eles estão a formação de coordenadores de operação, o programa de excelência operacional, como por exemplo, o Instituto PROA que insere jovens de baixa renda a ter acesso de educação profissionalizante.

No tocante a práticas que minimizam desperdícios, a empresa leva em consideração a minimização de desperdícios e a conservação do social e ambiental. Pois, a empresa é referência no Brasil no tocante a soluções ambientais, de forma inovadora, ética e sustentável.

Com relação à lucratividade, o entrevistado afirmou que a empresa se mantém estabilizada e honra com os pagamentos dos funcionários e fornecedores.

Vale ressaltar que a tradução do EBITDA é comumente denominada Lajida e é um indicador utilizado para avaliar empresas de capital aberto.

Dando continuidade, com relação à eficiência em qualidade e potencial inovação, o entrevistado informou que a organização está preparada para atendimento às demandas do mercado com a maior eficiência em qualidade, custo, prazo, além de seu potencial de inovação.



4.2 Perspectivas na dimensão ambiental

Partindo do pressuposto do modelo de implantação para a gestão da qualidade sustentável, a perspectiva ambiental foi estruturada conforme os elementos de análise: investimento no meio ambiente e os benefícios; reação da empresa no quesito de impacto ambiental; reconhecimento da empresa perante a sociedade e integração da empresa com a legislação ambiental.

Dessa forma, no tocante ao investimento no meio ambiente, a empresa fornece aos investidores informações necessárias e transparentes para os interessados. O entrevistado informou que:


Com relação ao quesito de impacto ambiental, a empresa proporciona justamente a redução desse impacto, tanto voltado para as empresas como para as cidades. No que concerne aos impactos ambientais dentro da organização, há estratégias que favorecem aos princípios da sustentabilidade, como por exemplo, a fomentação da prática de sustentabilidade em todas as áreas da empresa, a impulsão da cultura interna de sustentabilidade entre todos os seus colaboradores, a participação ativa do tema sustentabilidade dentro da organização, o cuidado do relacionamento com a comunidade e, por fim, a promoção da educação ambiental dentro e fora da empresa.

No tocante ao reconhecimento da empresa perante à sociedade, vale destacar que a empresa é comprometida com projetos sociais, como também busca um relacionamento com a comunidade. Os projetos sociais voltados para o estado de Sergipe estão relacionados à cooperativa de reciclagem.

Por fim, a integração da empresa com a legislação ambiental se deu primeiramente em 2004 com a aquisição da ABNT NBR ISO 14001. Assim, essa legislação permitiu que a empresa atuasse na gestão ambiental de forma estratégica, pensando no desenvolvimento sustentável.

A empresa também conta com outras legislações, como por exemplo, com a ISO 37001 que estabelece o combate à corrupção, por meio de uma cultura de integridade, transparência com as leis e regulamentações aplicáveis.

Além disso, a organização também conta com a norma OHSAS 18000 que está relacionada com a segurança e saúde do trabalho, tendo como objetivo a redução de acidentes.



4.3 Perspectivas na dimensão social

Dando continuidade aos pressupostos do modelo de gestão sustentável da qualidade, na dimensão social da empresa estudada, destacou-se como elementos de análise: a retenção de talentos, a preocupação da empresa com o funcionário e com a sociedade, a geração de impacto social para a sociedade e o investimento em ações sociais.

A retenção de talentos na empresa se dá por meio de programas que capacita os colaboradores, como por exemplo, o projeto Green Belt que certifica os profissionais a executarem projetos, projeto Giro de Metas que tem como objetivo fazer com que os executivos percorram as unidades da companhia para apresentar os resultados locais do período, entre outros.

A preocupação da empresa com o funcionário se dá por meio desses projetos e programas, bem como com a integração de benefícios na remuneração, como por exemplo, remuneração variável.

Enquanto que a preocupação da empresa com relação à sociedade se dá por meio de elaboração e implantação de projetos sociais, principalmente no tocante à reciclagem.


A geração de impacto da sociedade, conforme dados do relatório da empresa em 2017, 31 milhões de pessoas são atendidas diariamente, são 13,3 mil colaboradores atuando na empresa. Com relação ao investimento em ações sociais, são 340 mil pessoas envolvidas na educação ambiental atuante na empresa.

Por fim, no tocante ao investimento em ações sociais, a empresa em Rosário do Catete disponibilizou consultorias para a regularização de associações, promoveu ações de engajamento social que envolvem o poder público e atuou em obras ligadas à paróquia, que proporciona atividades de capacitação (aulas de informática, inglês, corte e costura etc).

4.4 Integração entre o *Triple Bottom Line* e o *Balanced Scorecard*

Foi possível observar que a empresa estudada se insere nas dimensões do *Triple Bottom Line* em suas práticas organizacionais, bem como a empresa estudada insere-se nos pilares do *Balanced Scorecard*.

Pois, conforme Hikage, Spinola e Laurindo (2006) a organização permite a avaliação do desempenho, traduzindo a estratégia em objetivos e medidas organizados nas perspectivas financeira, dos clientes, dos processos internos, aprendizado e crescimento.



Dessa forma, no tocante à perspectiva financeira do BSC, a empresa estudada possui, com relação à dimensão social do TBL, distribuição de ganhos às partes interessadas, ou seja, há no escopo da empresa o sistema de remuneração variável.

No âmbito da dimensão econômica do TBL, relacionado aos lucros, o entrevistado informou que os resultados da empresa melhoraram por causa das margens operacionais e da redução de despesas com relação a impostos.

Já no escopo da dimensão ambiental do TBL, percebeu-se que a empresa investe em tecnologias e inovação, participa de índices de sustentabilidade e participa de programas ambientais.

No tocante à perspectiva clientes do BSC, a empresa analisada na dimensão social do TBL, apresentou percepção externa quanto ao seu comprometimento social por meio do desenvolvimento de programas sociais junto aos órgãos públicos ou privados. Na dimensão econômica do TBL, a empresa conseguiu aumentar a participação no mercado, bem como reter mais clientes e identificar novos mercados.

Enquanto que na dimensão ambiental do TBL, verificou-se que a organização apresenta uma percepção externa quanto ao seu comprometimento ambiental com o desenvolvimento de programas ambientais.

A perspectiva dos processos internos do BSC foi elencada pela empresa, na dimensão social do TBL, a partir da transparência, ética e tratamento justo nos relacionamentos intraorganizacionais. Enquanto que na dimensão econômica do TBL, a empresa conseguiu estabelecer padronização, reduzindo erros e desperdícios dentro e fora da organização.

Já na dimensão ambiental do TBL, a organização possui exigência de práticas ambientalmente corretas nos processos intraorganizacionais, bem como possui normas ambientais, como por exemplo, a ABNT NBR ISO 14001 que permite à empresa atuar na gestão ambiental de forma estratégica, pensando no desenvolvimento sustentável.

E, por fim, a perspectiva de aprendizado e crescimento do BSC se configura na empresa analisada da seguinte forma: na dimensão social do TBL por meio do desenvolvimento educacional e por projetos sociais, na dimensão econômica do TBL por meio de investimento no desenvolvimento de competências necessárias para os resultados da organização e na

dimensão ambiental do TBL por meio da conscientização, desenvolvimento e multiplicação de cultura ambientalmente responsável.

O Quadro 2 sintetiza a integração realizada entre as dimensões do *Triple Bottom Line* e as dimensões do *Balanced Scorecard*.

Quadro 2: Integração entre o TBL e BSC


Dimensões	Social	Econômico	Ambiental
Financeiro	Distribuição de ganhos às partes interessadas.	A empresa se mantém estabilizada e honra com os pagamentos dos funcionários e fornecedores.	Investimento em tecnologias e inovação, participa de índices de sustentabilidade e participa de programas ambientais.
Clientes	Percepção externa quanto ao seu comprometimento social através do desenvolvimento de programas sociais junto aos órgãos públicos ou privados.	A empresa consegue aumentar a participação no mercado, bem como reter mais clientes e identificar novos mercados.	Apresenta uma percepção externa quanto ao seu comprometimento ambiental com o desenvolvimento de programas ambientais.
Processos internos	Transparência, ética e tratamento justo nos relacionamentos intraorganizacionais.	Padronização, redução de erros e desperdícios dentro e fora da organização.	Práticas ambientalmente corretas nos processos intraorganizacionais, bem como normas ambientais, como por exemplo, a ABNT NBR ISO 14001.
Aprendizado e crescimento	Desenvolvimento educacional e por projetos sociais.	Investimento no desenvolvimento de competências necessárias para os resultados da organização.	Conscientização, desenvolvimento e multiplicação de cultura ambientalmente responsável.

Fonte: Pesquisa de campo (2019)

Dessa forma, observou-se que foi possível realizar a integração das dimensões do *Triple Bottom Line* e do *Balanced Scorecard* na empresa da presente pesquisa.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo foi desenvolvido com o intuito de, por meio de uma empresa de serviços ambientais, realizar a integração dos pilares de sustentabilidade do *Triple Bottom Line* para garantir a estratégia da qualidade a partir do *Balanced Scorecard*.



Com base na análise do estudo de caso, foi possível identificar que a empresa atendeu aos preceitos das dimensões ambiental, social e econômica e a partir disso foi realizada uma integração com as dimensões do BSC: financeira, dos clientes, dos processos internos, aprendizado e crescimento.

A perspectiva financeira mostrou que a empresa possui um sistema de remuneração variável para seus colaboradores. Enquanto que na perspectiva clientes, foi verificada a percepção da sociedade no que concerne aos projetos sociais realizados pela empresa.

Já na perspectiva dos processos internos, apresentou-se que a empresa possui exigências de práticas ambientalmente corretas nos processos intraorganizacionais. E, por fim, na perspectiva de aprendizado e crescimento, observou-se que a empresa investe no desenvolvimento da educação tanto dos colaboradores, como da sociedade.

No mais, a análise do caso permitiu concluir que a empresa estudada possui uma estratégia bem definida e, com isso, as perspectivas do BSC e do TBL puderam ser delineadas conforme apresentadas na análise integradora exposta na presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARBIERI, J. C., de Vasconcelos, I. F. G., ANDREASSI, T., & de VASCONCELOS, F. C. (2010). Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. **RAE-Revista de Administração de Empresas**, 50(2), 146-154.

BOONS, F., MONTALVO, C., QUIST, J., & WAGNER, M. (2013). Sustainable innovation, business models and economic performance: an overview. **Journal of Cleaner Production**, 45, 1-8. Cavalcanti, Clóvis. (org.). (2003) Desenvolvimento e Natureza: estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez.

BOONS F, LÜDEKEFREUND F. 2013. Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda. **Journal of Cleaner Production** 45: 9–19.

COOPER, D. R.; SCHINDLER, P. S. Métodos de pesquisa em administração. 7. ed. Porto Alegre: Bookman, 2003.

GAZIULUSOY, A. İ., BOYLE, C., & MCDOWALL, R. (2013). System innovation for sustainability: a systemic double-flow scenario method for companies. **Journal of Cleaner Production**, 45, 104- 116.

HANAI, F. Y., & ESPÍNDOLA, E. L. G. (2011). Indicadores de sustentabilidade: conceitos, tipologias e aplicação ao contexto do desenvolvimento turístico local. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, 5(3), 135-149.

HART, S. L., MILSTEIN, M. B. (2004). Criando valor sustentável. **RAE Executivo**, 3(2)



HIKAGE, O. K.; SPINOLA, M. M.; LAURINDO, F. J. B. Software de balanced scorecard: proposta de um roteiro de implantação. **Revista Produção**, v. 16, n. 1, p. 140-160, 2006.

MASOCHA, R; FATOKI, O. The Impact of Coercive Pressures on Sustainability Practices of Small Businesses in South Africa. **School of Economics and Management**, University of Limpopo, South Africa. 2018.

MERCER, A. C.; WILDAUER, E. W. **Fatores críticos de sucesso na implementação do Balanced Scorecard em organizações**. Ciências Sociais Aplicadas em Revista, 15, 28, 41-64, 2015.

MUNCK, L. **Gestão da sustentabilidade em contexto organizacional**. São Paulo: Cengage, 2013.

NICOLLETI, J. A.; OLIVEIRA, M. C.; HELLENO, A. L. Proposta de um modelo para gestão da sustentabilidade integrando o *Triple Bottom Line* e o *Balanced ScoreCard* a partir da Gestão da Qualidade. **6 th International Workshop Advances in Cleaner Production**. São Paulo, 2017.

NIDUMOLU, R., PRAHALAD, C. K., & RANGASWAMI, M. R. (2009). Why sustainability is now the key driver of innovation. **Harvard business review**, 87(9), 56-64.

SAVITZ, Andrew W. WEBER, Karl. **A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental**. Rio de Janeiro: Campus; 2007.

UPADHYAY, A. Y. A. **Balanced Scorecard – fostering learning organizations towards achieving strategic results: a case study of an oil PSU in India**. Development and Learning in Organizations, 26, 4, 13-16, 2012.

VARADARAJAN, R. Innovating for sustainability: a framework for sustainable innovations and a model of sustainable innovations orientation. **Journal of the Academy of Marketing Science**. V 45, p 14–36. 2017.



CAPÍTULO 9

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DENTÁRIOS EM CLÍNICAS ODONTOLÓGICAS E SUA RELAÇÃO COM O MEIO AMBIENTE

Edith Umasi Ramos, Doutoranda, UNESP
Joan Carlos Santos Silva, Mestre, UFBA
Ana Paula Farnezi Bassi, Professora, UNESP

RESUMO


Os resíduos dentais são compostos por diferentes tipos de materiais, entre estes podemos encontrar alguns elementos tóxicos, apesar da proporção de produção destes resíduos ser mínima, está claramente estabelecido que existem materiais que produzem graves efeitos para a saúde, portanto. O objetivo deste trabalho é abordar a gestão de resíduos odontológicos produzidos em clínicas odontológicas privadas, com esta análise pretendesse contribuir para uma melhor gestão de resíduos biomédicos e dentais em áreas urbanas; este trabalho consiste em uma revisão da literatura nas bases de dados: Pubmed / Medline, Scielo, encontrando como resultados, que há um nível deficiente nas medidas de gerenciamento de resíduos em clínicas odontológicas do setor privado, o que se deve principalmente à falta de conscientização pelos profissionais de saúde sobre as repercussões no meio ambiente, e que este por sua vez é responsável pelo aparecimento de doenças de difícil diagnóstico, soma-se a isso o controle insuficiente do cumprimento das normas estabelecidas pelas entidades governamentais; como conclusão deste trabalho, observa-se a necessidade de promover programas de capacitação em gestão de resíduos odontológicos na esfera privada, sendo também necessário a realização de estudos sobre os programas de saúde para conhecer a realidade da área urbana com a qual possa contribuir para melhor desenvolvimento dos países em desenvolvimento.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão Ambiental, Resíduos Odontológicos, Clínicas Odontológicas, Poluição Ambiental, Monitoramento Ambiental.

INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos dentais em países em desenvolvimento apresenta deficiências visto que as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) não são seguidas de forma adequada (DANA EI *et al.*, 2014), isso gera efeitos adversos ao meio ambiente, pode ser devido à falta de interesse e organização por parte dos profissionais de saúde bucal.

Outra causa que pode estar na origem desse problema de saúde ambiental, é a falta de treinamento ou de leis que regulamentem o gerenciamento de resíduos dentais (ALQAHTANI *et al.*, 2019). Em geral, os resíduos gerados em clínicas odontológicas e consultórios podem ser divididos em três grupos, tais como: perfurocortantes, resíduos infecciosos e resíduos com alto



teor de metais pesados. Desses três grupos, o terceiro tem maior prioridade, uma vez que a contaminação do meio ambiente com metais pesados é uma preocupação mundial, por exemplo, a prata usada no processamento de raios X, chumbo que afeta o ecossistema aquático (DANAIEI *et al.*, 2014). Apesar disso, num estudo transversal, observou-se que 44% dos entrevistados que incluíam dentistas, estudantes e auxiliares de odontologia desconheciam o manejo de resíduos biológicos e apenas 7% tinham conhecimento do assunto (ALQAHTANI *et al.*, 2019).

Além da classificação dos resíduos dentais já expostos, existem alguns resíduos dentais que podem ser classificados como perigosos aqui temos: amálgama, equipamento de condicionamento ácido, poeira cáustica, fixador de raios-x, desinfetantes, embalagens de chumbo e alumínio (DANAIEI *et al.*, 2014); e esses elementos são frequentemente usados e amplamente conhecidos. Porém, para gerar uma mudança consciente e comportamental nos profissionais de saúde bucal, é necessário reforçar o treinamento durante a fase de formação profissional, para realmente gerar um hábito comportamental (ALQAHTANI *et al.*, 2019).

Por isso, o objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão atualizada sobre a situação atual da gestão de resíduos em consultórios e clínicas odontológicas. A hipótese nula foi que as clínicas ou consultórios odontológicos não seguem os protocolos de gerenciamento de resíduos odontológicos de acordo com as normas estabelecidas pelos órgãos de saúde dos diferentes municípios.

MATERIAL E MÉTODOS


Para esta revisão da literatura, foram considerados os estudos de 2000-2020; os critérios de inclusão foram: estudos em inglês, espanhol e português; a busca foi realizada nas bases de dados Pubmed / Medline, base de dados Scielo, identificando artigos até fevereiro de 2020; Os termos de busca do MeSH / Pubmed foram: "Dental waste" AND "ambiental management".

RESULTADOS

Abordaremos vários tópicos, para facilitar o entendimento do trabalho.

Produção de lixo urbano e hospitalar

A geração de resíduos ambientais está relacionada à modernidade, o que significa que quanto maior o desenvolvimento de uma sociedade, maior a produção de resíduos; resíduos são todos os artigos que estão abandonados ou que já ultrapassaram a sua vida útil. Nos Estados Unidos, em 2015, foram produzidos 22 vezes mais resíduos do que outras partes do mundo,



ocupando o primeiro lugar em volume total de produção de resíduos; o Brasil ficou em quinto lugar na produção de lixo em volume, com 51.432.000 toneladas de lixo(BROWN, 2015).


Essa enorme produção de resíduos representa um problema para todas as administrações municipais em todo o mundo, por isso é necessária tecnologia para o tratamento e posterior disposição final (BROWN, 2015). No Brasil, em 2015, foram geradas 79 milhões de toneladas, sendo que apenas 50% tem disposição adequada em aterros sanitários (DRUDI *et al.*, 2019).

Por outro lado, no que se refere aos resíduos de tipo hospitalar, devemos considerar que a eliminação desse tipo de resíduos tem um custo maior, além de gerar uma grande quantidade de resíduos; nesta área podem ser classificados basicamente em dois tipos: resíduos clínicos e resíduos gerais. Ressalta-se que a política de gerenciamento de resíduos hospitalares tem maior ênfase, mas apesar disso, os resíduos não são destinados de forma adequada(WYSSUSEK *et al.*, 2016). Outra área importante é a produção de resíduos odontológicos, especificamente aqueles que são provenientes de clínicas odontológicas e consultórios odontológicos, em 2017 observou-se que a produção per capita de resíduos odontológicos é de aproximadamente 62,5 g/dia (MOMENI *et al.*, 2018); de acordo com Dewi *et al.* a produção de resíduos por cirurgião-dentista é em média 4,62 kg/ano na Indonésia. Por outro lado, na população iraniana em 2018 foi observada uma produção média de resíduos dentais de 5.456 kg/ano em um total de 25 clínicas odontológicas (EBRAHIMZADEH *et al.*, 2018).

Classificação de resíduos dentais

De acordo com as normas internacionais, as classificações dos resíduos hospitalares variam de acordo com o risco à saúde e ao meio ambiente, tais como: lixo infeccioso, lixo não infeccioso e lixo doméstico. No Brasil essas diretrizes são seguidas e os resíduos odontológicos são regulamentados sob o controle de resíduos médicos (VIEIRA *et al.*, 2009), os serviços odontológicos classificam os resíduos como: perigosos, não perigosos, de risco biológico, farmacêutico e cortante (SABBAHI; EL-NAGGAR; ZAHRAN, 2020); Descreveremos essa classificação a seguir.

Resíduos infecciosos: Aqui podemos encontrar luvas de látex e policloreto de vinila (PVC), algodão e gaze contaminados com sangue ou saliva, máscara, material de impressão, ejetor de saliva, anestésicos, dentes extraídos, cera, seringas, objetos afiados (VIEIRA *et al.*, 2009).



Resíduos não infecciosos: São os papéis, embalagens, sacolas plásticas, vidros, tecidos, gesso, protetores de chumbo (VIEIRA *et al.*, 2009).

Lixo doméstico: Onde podemos encontrar restos de comida, canetas, espuma, cotonetes, escova de dente e algodão (VIEIRA *et al.*, 2009). De acordo com a classificação de resíduos dentais na Grécia, produtos domésticos são: gesso, silicone, alginato, máscaras e filme de raios-X (MANDALIDIS *et al.*, 2018).


Na odontologia podemos fazer uma classificação mais específica com base nos tipos de materiais utilizados, aqui temos por exemplo o grupo de resíduos tóxicos (DEWI *et al.*, 2019; MANDALIDIS *et al.*, 2018), e aqui podemos encontrar à amálgama que contém mercúrio e produz efeitos no meio ambiente, através do esgoto e até mesmo da incineração(VIEIRA *et al.*, 2009).

Resíduos tóxicos em odontologia

Na odontologia trabalhamos com materiais que apresentam algum grau de toxicidade, e estes geram riscos ao meio ambiente e à saúde, aqui encontramos ao amálgama residual extraído dos dentes, as cápsulas de amálgama(MANDALIDIS *et al.*, 2018), resíduos de amálgama originados no consultório (MOMENI *et al.*, 2018) e folhas de chumbo encontradas no raio X(DEWI *et al.*, 2019; MANDALIDIS *et al.*, 2018).

Em relação ao amálgama, sabe-se que contém 50% de mercúrio, a Food and Drug Administration Organisation (FDA) dos Estados Unidos em 2009 reconheceu que a liberação de mercúrio é muito baixa (HOMME *et al.*, 2014), porém, a exposição ao mercúrio é atualmente reconhecida como um problema de saúde pública (ATTIYA *et al.*, 2020), e em 2014 surgiram estudos que sugeriram suscetibilidade à toxicidade do mercúrio principalmente para crianças com variantes genéticas comuns; outros estudos indicam que a exposição a vapores de mercúrio pode ser insegura (HOMME *et al.*, 2014).

Os sintomas de envenenamento por mercúrio são variados e difíceis de detectar, manifestando-se somente depois de muitos anos e ter causado danos graves (HOMME *et al.*, 2014); uma pesquisa realizada em 2020 na Arábia Saudita revelou que 57% dos clínicos gerais e 36% dos dentistas especialistas utilizam esse material por ser de maior longevidade; nesta mesma pesquisa, 52% dos dentistas indicaram não ter conhecimento sobre amálgama e apenas 7% tinham conhecimento sobre o mercúrio da amálgama (AL-NAHEDH; EL-HEJAZI; HABIB, 2020).



Atualmente, continuam as discrepâncias em relação aos efeitos da exposição prolongada ao amálgama, em 2020 foi realizado um estudo no Marrocos, onde foi observado que 76% dos dentistas declararam usar amálgama na consulta diária, também determinou-se que 63% da exposição ao amálgama é aquela que está presente na boca dos pacientes, e ainda mais impressionante que 46% dos dentistas relataram algum tipo de queixa neurológica (ATTIYA *et al.*, 2020).


Até o momento está claro que o amálgama continua sendo considerado um elemento com efeitos tóxicos à saúde, sendo um material utilizado mundialmente por dentistas; agora vamos nos referir aos efeitos tóxicos no meio ambiente.

O elemento mercúrio encontrado no amálgama é produzido de duas maneiras através da produção vulcânica e na indústria de mineração; é liberado no meio ambiente de forma natural e por meio de atividades humanas, como fundição de metais, produção de carbono e descarte descontrolado de resíduos (HÖRSTED-BINDSLEV, 2004). No ano 2000, em todo o mundo entre 20.000 e 30.000 toneladas de mercúrio foram lançadas no meio ambiente como resultado das atividades humanas, no entanto, a poluição produzida na odontologia é de 3 a 4% da produção terrestre de mercúrio (CHIN *et al.*, 2000).

Na odontologia, 46% do amálgama recém-triturado é reaproveitado e o restante é convertido em resíduo (CHIN *et al.*, 2000), contra isso, a gestão da coleta de resíduos de amálgama ordenou o uso de separadores de amálgama, a fim de reduzir a quantidade de água contaminada liberada em clínicas odontológicas (CHIN *et al.*, 2000), e esses filtros também mostraram ser 91-99% eficazes (HÖRSTED-BINDSLEV, 2004).

A quantidade de resíduos de amálgama produzida por dentistas em Ontário em 2002 foi de 2.500 kg e isso representa 1.250 kg de mercúrio em um ano (MOHAPATRA; NIKOLOVA; MITCHELL, 2007). Por outro lado, no Canadá, a maior fonte de produção de mercúrio vem da fundição de metais não ferrosos, e a segunda, tanto no Canadá quanto nos Estados Unidos, é a incineração de resíduos urbanos e médicos (MOHAPATRA; NIKOLOVA; MITCHELL, 2007).

O efeito da contaminação por mercúrio derivado da produção de resíduos de consultórios odontológicos é observado pela falta de gerenciamento adequado dos resíduos, uma vez que isso faz com que esses resíduos sejam destinados aos esgotos (CHIN *et al.*, 2000; HÖRSTED-BINDSLEV, 2004). Em geral, a maior concentração de mercúrio em lagos é devido



à descarga direta na água, deposição de sedimentos e deposição atmosférica; foi realizado um estudo onde se observou que os peixes dos lagos tinham uma concentração maior de mercúrio, acredita-se que esses altos níveis de mercúrio podem ter um efeito sobre os bebês e, finalmente, verificou-se que a hospitalização por paralisia cerebral é atribuída a grandes concentrações de mercúrio nos lagos (MOHAPATRA; NIKOLOVA; MITCHELL, 2007).


Gestão de resíduos odontológicos em consultórios

A gestão de resíduos odontológicos de clínicas e consultórios continua a ser um desafio para a gestão dos municípios, principalmente nos países em desenvolvimento, pois a correta coleta, transporte, tratamento e finalmente eliminação dos resíduos (SABBAHI; EL-NAGGAR; ZAHRAN, 2020) depende do conhecimento e comportamento dos profissionais de saúde (SUDHAKAR; CHANDRASHEKAR, 2008); Em 2008, um estudo em Bangalore relatou que uma grande porcentagem dos dentistas entrevistados 64,3% não pratica métodos adequados para a segregação de lixo hospitalar, 47,6% entregam o lixo para coletores de lixo de rua, 42,1% indicou que faltavam serviços de gerenciamento de resíduos e, por fim, 16,9% apontaram que a falta de conhecimento era o motivo para a não remoção correta dos resíduos dentais (SUDHAKAR; CHANDRASHEKAR, 2008).

No Irã, em 2013, um estudo em 14 clínicas privadas relatou que 89,1% descartavam resíduos dentários junto com lixo doméstico, além disso, nenhuma das clínicas descartava resíduos farmacêuticos e fixador de raios-X pelo método padrão, eles também relataram que menos de 10% de amálgama e sacos de papel eram reciclados e 66% descartaram amálgama junto com o lixo doméstico, em compensação 60% das clínicas odontológicas relataram que eliminam objetos cortantes usando o método padrão (DANAIE *et al.*, 2014).

Um estudo mais recente no Irã em 2017, onde avaliaram 48 clínicas, 54% relataram que não há protocolo nas clínicas para a eliminação de resíduos dentais, 48% eliminam a solução fixadora do processamento de raios-x para o esgoto, em geral Constatou-se que falta planejamento para o gerenciamento dos resíduos odontológicos, por outro lado, 57% das clínicas relatam ter filtro de amálgama instalado nas unidades odontológicas (MOMENI *et al.*, 2018).

Na Arábia Saudita em 2020, onde foi avaliado o nível de conhecimento sobre a eliminação de resíduos dentais, apenas 33% relataram ter recebido informações sobre gestão de



resíduos, portanto, o nível de conhecimento é considerado muito deficiente sobre o manejo de resíduos dentais nessa região, para que o cirurgião-dentista cumpra as diretrizes estabelecidas sobre o assunto (SABBAHI; EL-NAGGAR; ZAHRAN, 2020).

Quantificação de resíduos em consultórios odontológicos

Os resíduos gerados em consultórios odontológicos podem ser muito variados, aqui relataremos qual foi a proporção dos resíduos contabilizados em diferentes estudos.

No estudo de Majlesi et al. realizada no Irã em 2016, foram contabilizados os resíduos gerados em 21 clínicas, reportando 33,2% de resíduos domésticos, 64,1% de resíduos biológicos e 2,7% de resíduos farmacêuticos; Além disso, 81% das clínicas realizavam gerenciamento de resíduos de amálgama; 100% das clínicas realizam o manuseio correto do material perfurocortante, 52% utilizam programa de redução da quantidade de resíduos produzidos; 66% seguem um programa de reciclagem, 71% seguem um programa de separação de resíduos sólidos e 33% dos consultórios odontológicos pesam e registram a quantidade de resíduos dentais produzidos(MAJLESI *et al.*, 2018).

Momemi et al. conduziu um estudo em 2017 no Irã (Birjand), onde 48 clínicas odontológicas foram analisadas, relatando 54% de resíduos domésticos, 29% de resíduos infecciosos, 12% de resíduos farmacêuticos, 3,9% de resíduos perfurocortantes e 0,1% de resíduos tóxicos. 54% das clínicas colocaram o amálgama residual em solução fixadora e depois colocaram no lixo, 6% reciclaram esse material; 71% usaram um sistema para separar o amálgama residual na rede de esgoto após retirá-lo da boca dos pacientes(MOMENI *et al.*, 2018).

No estudo de Dewi et al. no ano 2018, onde foi determinado que cada dentista gera um total de 0,3 Kg por dia, com uma produção de 69% de lixo infeccioso, 27% de lixo tóxico e 4% de lixo radioativo(DEWI *et al.*, 2019).

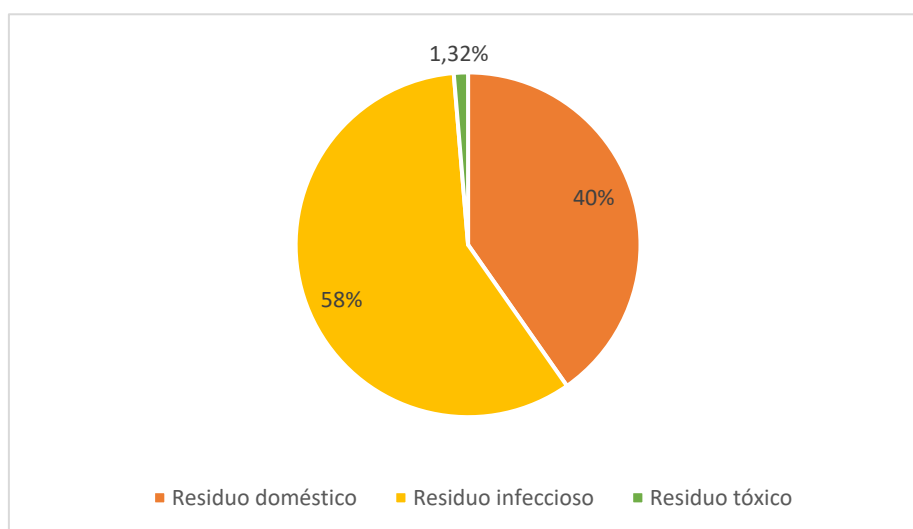
Mandalilis et al., Em 2018, realizaram um estudo para contar os resíduos produzidos em 20 clínicas odontológicas na Grécia, relatando uma produção de 381 ± 15 g / de resíduos dentais por visita em um dia e $53,3 \pm 1,4$ g por paciente ao dia; de acordo com a legislação grega que classifica em 4 categorias, 88,5% (6216 g/dia) de resíduos infecciosos e potencialmente infecciosos, 3,5% (247g / dia) de resíduos tóxicos, 8% (561g / dia) de resíduos domésticos e a proporção de resíduos mistos (infecciosos e tóxicos juntos) não foi relatada porque era uma quantidade muito pequena; num relatório mais detalhado, foram encontrados 36% (19,6g) de

papel, 30% de luvas, 12% de produtos plásticos da produção total de resíduos dentais por dia; um cálculo realizado por paciente indicou um total de (19,6g) de papel, 15,2g de luvas, 6,6g de plástico; os resíduos de amálgama foram 0,01% ,. 0,8% de cápsulas de amálgama de um total de 7.024 g por dia(MANDALIDIS *et al.*, 2018).

Finalmente, Ebrahimzadeh et al. Em 2018, realizaram um estudo no Irã na cidade de 5456,9 kg / ano de Zibol onde foram avaliadas 25 clínicas, relatando um total de 5456,9 kg / ano, com um total de 47% (2623,5 9 kg / ano) de resíduos potencialmente infecciosos , 43% (2.387,3 kg/ano) dos resíduos domésticos, 8,1% (446 kg/ano) dos resíduos químicos e farmacêuticos e 0,65% dos resíduos tóxicos(EBRAHIMZADEH *et al.*, 2018).

A média aproximada da produção de resíduos odontológicos em consultórios odontológicos com base nos estudos relatados acima, nos mostra que a maior quantidade de resíduos gerados é de resíduos infecciosos é de 58%, seguido de resíduos domésticos 40% e resíduos tóxicos 1,32 %. (Figura 1)

Figura 1:Cálculo médio de resíduos dentais em clínicas odontológicas




Fonte: Imagem do autor.

Eliminação de resíduos dentais

Neste tópico analisaremos alguns resíduos dentais importantes para a saúde e o meio ambiente.

Resíduos contendo chumbo:

As folhas de chumbo encontradas nas embalagens de raios X contêm uma toxina que contamina o solo e a água após o descarte, este elemento deve ser entregue em um transportador




de resíduos biomédico certificado(AGARWAL *et al.*, 2012); por outro lado, no estudo de Momemi et al. Observou-se que desse material, 3% desse material foi descartado na rede de esgoto, 29% foi eliminado no lixo doméstico e apenas 11% foi reciclado. Devemos mencionar que quando existe ingestão em grandes quantidades, pode ocorrer neurotoxicidade, sendo o chumbo uma das causas mais comuns de deterioração neuropsicológica (MASON; HARP; HAN, 2014); além disso, pode também produzir carcinogenicidade renal, imunológica, reprodutiva, etc.(AGARWAL *et al.*, 2012)

Amalgama

A gestão adequada de resíduos de amálgama deve incluir o uso de filtros separadores de amálgama nas unidades dentárias, os dentes extraídos com restaurações de amálgama não devem ser jogados no lixo doméstico, um recipiente de mercúrio deve ser usado para armazenar todos os resíduos, também pode ser usada a prata para descartar o amálgama e por fim não eliminar esse elemento para o esgoto (AGARWAL *et al.*, 2012). No estudo de Danei et al. Observou-se que 71% das clínicas eliminam as partículas retiradas dos pacientes no esgoto, 6% das clínicas eliminam os resíduos de amálgama no esgoto, 17% das clínicas eliminam as partículas ou restos de amálgama no lixo doméstico, 77% das clínicas descartam as cápsulas de amálgama no lixo doméstico e apenas 6% das clínicas usam um sistema de reciclagem para os fragmentos de amálgama. Por outro lado, no estudo de Danei et al. foi relatado que 60% dos restos de amálgama foram descartados no lixo doméstico(DANAEI *et al.*, 2014).

DISCUSSÃO

O gerenciamento de resíduos dentais em clínicas privadas com base nos artigos revisados não segue os padrões estabelecidos, e se possui algum tipo de protocolo é deficiente (DEWI *et al.*, 2019; MOMENI *et al.*, 2018), na maioria dos estudos observa-se que a eliminação dos resíduos dentais é até certo ponto negligente usando como justificativa a falta de conhecimento sobre o assunto; Em relação a isso, em estudo realizado em uma universidade pública em 2019, observou-se que os alunos têm conhecimento sobre a eliminação e reciclagem de resíduos odontológicos e que também estão cientes da necessidade de um gerenciamento adequado dos resíduos do tratamento dental (DIAZ-SORIANO *et al.*, 2020). Por outro lado, em 2016 observou-se que havia um desconhecimento dos estudantes de odontologia sobre o gerenciamento de resíduos biomédicos e a reciclagem de materiais odontológicos, tendo em




vista que 44% não tinham conhecimento sobre gerenciamento de resíduos biomédico; em comparação com 5% dos alunos que tinham amplo conhecimento de gestão de resíduos (RANJAN *et al.*, 2016).

Como o nível de conhecimento sobre gerenciamento de resíduos odontológicos é considerado deficiente nos alunos de odontologia, quando os cirurgiões-dentistas foram avaliados, observou-se que três quartos não tinham conhecimento sobre a eliminação de resíduos contaminados, além de citar que o gerenciamento de resíduos odontológicos o atendimento odontológico não é regulamentado no Senegal ou na maioria dos países em desenvolvimento (FAYE; MBACKÉ LO; KANOUTÉ, 2014). Portanto, é necessário aprimorar as políticas públicas de saúde para um melhor controle do meio ambiente.

Em relação ao gerenciamento de resíduos hospitalares, há maior atenção, e estes são separados, tratados de forma adequada e descartados com segurança, essa organização que se estabelece no ambiente hospitalar é realizada para contribuir com o cuidado com o meio ambiente e evitar a disseminação de doenças (RAJAN; ROBIN; VANDANARANI, 2019). É necessário que as políticas públicas para a gestão dos serviços de saneamento reconheçam que falta ênfase na organização adequada dos resíduos produzidos pelos consultórios odontológicos, com base nos estudos relatados neste trabalho. Por outro lado, os resíduos odontológicos gerados em hospitais também não possuem um plano de gerenciamento adequado para esses resíduos, os itens que têm a destinação correta são: os perfurocortantes e mercúrio (NAZAR *et al.*, 2005).

No ambiente hospitalar, são utilizados diferentes métodos de coleta de resíduos, como sistema de cores para separar o tipo de resíduo coletado, a cor vermelha corresponde aos resíduos contaminados; na cor amarela resíduos químicos, microbiológicos; na cor azul vidro e elementos metálicos (DATTA; MOHI; CHANDER, 2018). Por outro lado, quando os resíduos são coletados em consultórios odontológicos privados, não realiza nenhum método de segregação dos resíduos gerados (DANAEI *et al.*, 2014; MAJLESI *et al.*, 2018; MOMENI *et al.*, 2018), o que pode causar a propagação de doenças, apesar das diferentes legislações nas jurisdições municipais cada lugar.

A poluição do meio ambiente ocorre por vários motivos, por exemplo, quando os resíduos biomédicos não são tratados adequadamente, o ar fica poluído devido à queima de plástico e materiais perigosos que liberam dioxinas e furanos (carcinógenos) (RAJAN; ROBIN;



VANDANARANI, 2019), outros estudos têm demonstrado que várias clínicas odontológicas descartam seus resíduos junto com o lixo doméstico, então é provável que esses materiais sejam queimados (EBRAHIMZADEH *et al.*, 2018; MOMENI *et al.*, 2018).

O elemento vital água está contaminado pela presença de substâncias biológicas, químicas ou radioativas, essas substâncias alteram o pH e a demanda de oxigênio (RAJAN; ROBIN; VANDANARANI, 2019), apesar de serem poucos os produtos tóxicos de uso odontológico, alguns estudos observaram que as clínicas odontológicas removem lençóis de chumbo e amálgama do esgoto em proporção mínima (DANAEI *et al.*, 2014; MOMENI *et al.*, 2018), deve-se considerar que o número de clínicas odontológicas no mundo é considerável.

O outro elemento que se contamina com a eliminação dos resíduos biomédicos é a terra, já que todos os resíduos são eliminados nela, metais pesados como o mercúrio são absorvidos pelas plantas que podem finalmente ser absorvidos pelo homem devido à cadeia alimentar (RAJAN; ROBIN; VANDANARANI, 2019), os resíduos odontológicos também têm como destino final a terra, além disso, se não for feito um bom manejo dos resíduos, a proporção que nele é eliminada será maior, por outro lado, estudos mostraram que os microrganismos com maior risco de poluição do ar são *Mycobacterium tuberculosis* e *Staphylococcus aureus*; a contaminação da água, produz água contaminada com predominância do vírus da hepatite A, e a bactéria de *Escherichia coli*; e os microrganismos encontrados no solo são *Pseudomonas aeruginosa*, vírus da hepatite B, *enterococos* e *Staphylococcus aureus* (RAJAN; ROBIN; VANDANARANI, 2019).

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que existe um problema latente no que diz respeito à gestão dos resíduos dentais produzidos em clínicas privadas de países em desenvolvimento, sendo necessário que os municípios por meio do serviço de saneamento analisem o problema e realizem programas de gestão de resíduos direcionados a esses estabelecimentos de saúde, os quais deverão ser congruentes com a realidade e que possam realmente ser executados por consultórios odontológicos de acordo com a realidade de cada área urbana.

REFERÊNCIAS

AGARWAL, B.; NIKRAM SINGH, S.; BHANSALI, S.; AGARWAL, S. Waste Management in Dental Office. **Indian Journal of Community Medicine**, v. 37, n. 3, p. 200–201, 2012..

AL-NAHEDH, H. N.; EL-HEJAZI, A. A.; HABIB, S. R. Knowledge and Attitude of Dentists and Patients Toward Use and Health Safety of Dental Amalgam in Saudi Arabia. **European Journal of Dentistry**, v. 14, n. 2, p. 233–238, 2020.

ALQAHTANI, J.; ALZAHIRANI, F.; ALTHUBAIT, S.; ASIRI, G.; ALAMRI, S.; ALFAIFY, A. Knowledge, attitude, and practices about Bio-Medical Waste management across Dentists, Dental students and Auxiliary Staff among main cities and towns in Saudi Arabia. **The Saudi Dental Journal**, v. 31, p. S38, 2019.

ATTIYA, N.; FATTAHI, R.; EL-HAIDANI, A.; LAHRACH, N.; AMAROUCHE, M.-Y.; FILALI-ZEGZOUTI, Y. Exposition au mercure et état de santé des médecins dentistes de deux régions du centre du Maroc: enquête transversale descriptive. **Pan African Medical Journal**, v. 36, p. 1–13, 2020.

BROWN, D. P. Garbage: How population, landmass, and development interact with culture in the production of waste. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 98, p. 41–54, 2015. DOI 10.1016/j.resconrec.2015.02.012.

CHIN, G.; CHONG, J.; KLUCZEWSKA, A.; LAU, A.; GORJY, S.; TENNANT, M. The environmental effects of dental amalgam. **Australian Dental Journal**, v. 45, n. 4, p. 246–249, 2000.


DANAEI, M.; KARIMZADEH, P.; MOMENI, M.; PALENIK, C. J.; NAYEBI, M.; KESHAVARZI, V.; ASKARIAN, M. The management of dental waste in dental offices and clinics in Shiraz, southern Iran. **International Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 5, n. 1, p. 18–23, 2014.

DATTA, P.; MOHI, G.; CHANDER, J. Biomedical waste management in India: Critical appraisal. **Journal of Laboratory Physicians**, v. 10, n. 01, p. 006–014, 2018.

DEWI, O.; SUKENDI, S.; IKHWAN, Y. S.; NAZRIANTI, E. Characteristics and factors associated with medical waste management behaviour in private dental health services in Pekanbaru city, Indonesia. **Macedonian Journal of Medical Sciences**, v. 7, n. 1, p. 157–161, 2019.

DIAZ-SORIANO, A.; GALLO, W.; LUZA, S.; MUNIVE-DEGREGORI, A.; BOCANEGRA, R.; MAYTA-TOVALINO, F. Knowledge and awareness of effective recycling of dental materials and waste management among Peruvian undergraduate students of dentistry: A logistic regression analysis. **Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry**, v. 10, n. 3, p. 309–315, 2020.

DRUDI, K. C. R.; DRUDI, R.; MARTINS, G.; ANTONIO, G. C.; LEITE, J. T. C. Statistical model for heating value of municipal solid waste in Brazil based on gravimetric composition.



Waste Management, v. 87, p. 782–790, 2019. DOI 10.1016/j.wasman.2019.03.012.

EBRAHIMZADEH, G. R.; NORZAEI, S.; DJAHED, B.; ENAYAT, E.; FAKHRI, Y.; TAGHAVI, M. Quantitative and qualitative analysis of dental clinics waste in Zabol city, Iran. **Data in Brief**, v. 19, p. 1865–1870, 2018.

FAYE, D.; MBACKÉ LO, C. M.; KANOUTÉ, A. Gestion des déchets issus des soins bucco-dentaires au niveau des districts sanitaires de Dakar au Sénégal. **Medecine et Sante Tropicales**, v. 24, n. 4, p. 403–408, 2014.

HOMME, K. G.; KERN, J. K.; HALEY, B. E.; GEIER, D. A.; KING, P. G.; SYKES, L. K.; GEIER, M. R. New science challenges old notion that mercury dental amalgam is safe. **BioMetals**, v. 27, n. 1, p. 19–24, 2014.

HÖRSTED-BINDSLEV, P. Amalgam toxicity - Environmental and occupational hazards. **Journal of Dentistry**, v. 32, n. 5, p. 359–365, 2004.

MAJLESI, M.; ALAVI, N. A.; MOHAMMADI, A. A.; VALIPOR, S. Data on composition and production rate of dental solid waste and associated management practices in Qaem Shahr, Iran 2016. **Data in Brief**, v. 19, p. 1291–1296, 2018.

MANDALIDIS, A.; TOPALIDIS, A.; VOUDRIAS, E. A.; IOSIFIDIS, N. Composition, production rate and characterization of Greek dental solid waste. **Waste Management**, v. 75, p. 124–130, 2018.

MASON, L. H.; HARP, J. P.; HAN, D. Y. Pb neurotoxicity: Neuropsychological effects of lead toxicity. **BioMed Research International**, v. 2014, 2014.

MOHAPATRA, S. P.; NIKOLOVA, I.; MITCHELL, A. Managing mercury in the great lakes: An analytical review of abatement policies. **Journal of Environmental Management**, v. 83, n. 1, p. 80–92, 2007.

MOMENI, H.; TABATABAEI FARD, S. F.; AREFINEJAD, A.; AFZALI, A.; TALEBI, F.; SALMANI, E. R. Composition, production rate and management of dental solid waste in 2017 in Birjand, Iran. **International Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 9, n. 1, p. 52–60, 2018.

NAZAR, I. M. W.; ALMEIDA, I.; PORDEUS, L.; FURQUIM, M. A. Gerenciamento de resíduos sólidos de odontologia em postos de saúde da rede municipal de Belo Horizonte, Brasil. **Rev Panam Salud Publica.**, v. 17, n. 4, p. 237–42, 2005.

RAJAN, R.; ROBIN, D. T.; VANDANARANI, M. Biomedical waste management in Ayurveda hospitals – current practices and future perspectives. **Journal of Ayurveda and Integrative Medicine**, v. 10, n. 3, p. 214–221, 2019.

RANJAN, R.; PATHAK, R.; SINGH, D. K.; JALALUDDIN, M.; KORE, S. A.; KORE, A. R. Awareness about biomedical waste management and knowledge of effective recycling of dental materials among dental students. **Journal of International Society of Preventive and**



Community Dentistry, v. 6, n. 5, p. 474–479, 2016.

SABBAHI, D. A.; EL-NAGGAR, H. M.; ZAHRAN, M. H. Management of dental waste in dental offices and clinics in Jeddah, Saudi Arabia. **Journal of the Air and Waste Management Association**, v. 70, n. 10, p. 1022–1029, 2020.

SUDHAKAR, V.; CHANDRASHEKAR, J. Dental health care waste disposal among private dental practices in Bangalore City, India. **International Dental Journal**, v. 58, n. 1, p. 51–54, 2008.

VIEIRA, C. D.; DE CARVALHO, M. A. R.; DE MENEZES CUSSIOL, N. A.; ALVAREZ-LEITE, M. E.; DOS SANTOS, S. G.; DA FONSECA GOMES, R. M.; SILVA, M. X.; DE MACÊDO FARIAS, L. Composition analysis of dental solid waste in Brazil. **Waste Management**, v. 29, n. 4, p. 1388–1391, 2009. DOI 10.1016/j.wasman.2008.11.026.

WYSSUSEK, K. H.; FOONG, W. M.; STEEL, C.; GILLESPIE, B. M. The Gold in Garbage: Implementing a Waste Segregation and Recycling Initiative. **AORN Journal**, v. 103, n. 3, p. 316.e1-316.e8, 2016.



CAPÍTULO 10

AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM ZONA ESTUARINA DO RIO CAPIBARIBE, RECIFE-PE, BRASIL

Edja Lillian Pacheco da Luz, Mestra em Engenharia Ambiental, UFRPE
Patrícia Nazaré Ferreira dos Santos, Mestranda em Engenharia Ambiental, UFRPE
Marília Costa de Medeiros, Mestra em Engenharia Ambiental, UFRPE

RESUMO


Com a crescente ampliação das áreas urbanas cada vez mais impactos negativos são refletidos no meio ambiente. Embora os problemas ambientais urbanos não sejam recentes, somente nas últimas décadas começaram a fazer parte da consciência pública, sobretudo em função da escala e da gravidade por eles assumidas. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar os impactos ambientais em área de zona estuarina do rio Capibaribe na cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco. Os impactos foram investigados através de visita *in loco*, e realizado o processo de *checklist*, que contém uma lista de indicadores ambientais e antrópicos, esses indicadores com os pesos e efeitos do impacto, fornecem como resultado um valor negativo da classe de impacto. Os principais impactos ambientais avaliados na área estuarina do Capibaribe estão relacionados às perturbações antrópicas, provocadas pelos processos de degradação socioambiental do espaço urbano na cidade do Recife.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiente Urbano, Degradação, Ação Antrópica

INTRODUÇÃO

A crescente ampliação das áreas urbanas tem contribuído para o crescimento de impactos negativos no ambiente. Esses impactos ambientais são definidos pela Resolução do Conama 01/86 como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente resultantes de atividades humanas que, direta ou indiretamente afetem a saúde, a segurança, e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Os costumes e maus hábitos no uso da água e a produção de resíduos pelo exacerbado consumo de bens materiais são responsáveis segundo Mucelin e Bellini (2008) por parte das alterações e impactos ambientais. Para Silva e Travassos (2008) embora os problemas ambientais urbanos não sejam recentes, somente nas últimas décadas começaram a fazer parte da consciência pública, sobretudo em função da escala e da gravidade por eles assumidas.



Na cidade do Recife dentre os problemas ambientais os que mais se manifestam são a retirada do bioma natural no percurso do rio Capibaribe e das vegetações litorâneas, ocasionando alterações climáticas e aumento da temperatura nas áreas mais urbanizadas e a extinção de algumas espécies de fauna e flora do ecossistema como avaliam Melo e Silva (2018).

A comunidade pode contribuir na proteção e preservação ambiental com a preparação de planos de desenvolvimento autossustentáveis, dependendo tanto da obtenção dos conhecimentos científicos, apoiados na elaboração de pesquisas, estudos e relatórios de impactos ambientais, como na sua divulgação ao público em geral. Para isso, deve-se permitir que toda a sociedade fique esclarecida, através de uma educação ambiental, para que a mesma seja capaz de escolher o melhor caminho para solucionar o problema como sugere Rogerio (2010).

Até o século XIX, a relação entre a vida do rio e a cidade do Recife, capital do estado de Pernambuco era muito próxima. No entanto, durante o processo de urbanização, a relação com os moradores com o rio foi se rompendo, em função do processo de deterioração das águas através dos esgotos domésticos e do lixo despejado (SILVA; SELVA, 2014; SANTANA et al. 2011).

Localizada no litoral oriental da América do Sul, na costa do Nordeste brasileiro, Recife é composta por uma planície entrecortada de rios e riachos formando um complexo estuarino. Um dos graves problemas ambientais enfrentados são o desaparecimento dos manguezais e a ocupação desordenada da faixa litorânea segundo Silva e Selva (2014).

As áreas estuarinas são apontadas como os ambientes naturais mais impactados na faixa intertropical, principalmente aqueles que apresentam manguezais. São ambientes protegidos de ondas e tempestades, apresentam a base da cadeia alimentar que sustenta as áreas costeiras e funcionam como filtro para essas águas e berçário para peixes e invertebrados (LINNEWEBER; LACERDA, 2002; MANSON et al., 2004).

Portanto, a presente pesquisa buscou a partir de uma avaliação de indicadores de impactos analisar os principais problemas ambientais e seus efeitos onde as ações antrópicas influenciam diretamente na vulnerabilidade do meio físico, químico, biológico e social das áreas estuarinas na cidade do Recife-PE.



METODOLOGIA

O estudo foi realizado através de visita *in loco*, obtendo informações do cenário da área de estudo, além de foto registros na área de manguezal e estuário do Rio Capibaribe, nas imediações dos bairros de São José e do Pina, na cidade do Recife, através de barco.

O método de avaliação de impacto ambiental utilizado foi o da listagem de controle (check-list), este, por sua vez, possui os indicadores adaptados de Tommasi (1994) para áreas estuarinas.

Os impactos ambientais foram apresentados em colunas e os seus efeitos em fila. Para cada impacto foram atribuídos pesos (1- pequeno; 3- moderado ou 5- extremo) de acordo com a sua importância em relação aos princípios de análise adotados. Consideraram-se extremos os impactos que interferem de forma drástica ou global em cada ambiente e moderados todos aqueles que, mesmo sendo expressivos, tinham características mais pontuais.

Valoraram-se também os efeitos dos impactos, mas com notas negativas (-1, -3 e -5), dependendo de sua intensidade, ou com zero (0) quando ausentes. Através da multiplicação dos pesos atribuídos aos impactos pelas notas dos seus efeitos obtiveram-se os resultados que permitiram classificar cada impacto nas seguintes categorias: pequeno (valores de -1 a -3), moderado (valores de -5 a -9) e extremo (valores de -15 a -25). O somatório dos valores desta multiplicação forneceu o índice geral de impacto na área analisada do Rio Capibaribe.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Mucelin e Bellini (2008) à medida que a cidade se expande, frequentemente, ocorrem impactos com o aumento da produção de sedimentos pelas alterações ambientais das superfícies e produção de resíduos sólidos; deterioração da qualidade da água pelo uso nas atividades cotidianas, e lançamento de lixo, esgoto e águas pluviais nos corpos receptores. Ou seja, a expansão urbana gera efeitos extremos, pois acaba por desencadear uma série de consequências de impacto negativo que acaba por degradar o meio ambiente. Os valores reportados para o checklist aplicado na área estuarina do rio Capibaribe, estão descritos na Tabela 1, os índices gerais de impactos alcançaram -190 de acordo com os indicadores e efeitos avaliados.

Conforme foi observado vários pontos da área investigada são extremamente ocupados (Figural); nas margens existem muitas residências (intensificando inclusive, o processo de

verticalização), comércios, palafitas; além de grandes empreendimentos (Shopping, edifícios), portos comerciais, sendo suas margens interligadas por pontes. A urbanização nessa área sobrecarrega a infraestrutura existente, além disso, ao longo do percurso verificou-se uma desigualdade social extrema.

Quadro 1. Checklist dos impactos ambientais investigados em ambiente estuarino do rio Capibaribe, Recife- PE

Indicadores	Peso	Efeito	Classe
Expansão Urbana	3	-5	-15
Aterro nos Manguezais	5	-5	-25
Processos erosivos	3	-3	-9
Pontes	1	-3	-3
Deposição de lixo	5	-3	-15
Agricultura de subsistência	0	0	0
Degradação da vegetação	5	-5	-25
Emissão de efluentes domésticos	3	-1	-3
Recreação	1	-3	-3
Pesca artesanal (estuário/mangue)	1	-3	-3
Portos/Marinas	3	-5	-15
Invasão de áreas públicas (rio/mangue)	5	-3	-15
Morte do Manguezal	5	-5	-25
Emissão de efluentes domésticos (estuário/mangue)	5	-5	-25
Viveiros de Camarão	3	-3	-9
Pesos dos impactos (Pi)	Nota dos efeitos (Ne)	Classificação (PixNe)	
5= extremo	-5= extremo	-1 a -3= pequeno	
3= moderado	-3= moderado	-5 a -9= moderado	
1= pequeno	-1= pequeno	-15 a -25= extremo	

A expansão urbana é um tipo direto de impacto, em que seus efeitos são sentidos de imediato pelo ecossistema, possui abrangência regional, de duração permanente, que pode ser reversível caso haja um conjunto de ações de recuperação das áreas degradadas.

Ficou evidente o efeito gerado pela urbanização ao longo do Rio Capibaribe, os estuários recebem uma grande quantidade dos rejeitos produzidos nos centros urbanos e industriais sem tratamento adequado, o que vem modificando as condições ambientais destes locais e gerando um desequilíbrio prejudicial para todas as espécies presentes neste ecossistema.

Figura 1. Área de extrema ocupação comercial às margens do Capibaribe



Esse lançamento indiscriminado de esgoto e lixo no corpo d'água é um dos principais causadores da morte de peixes nos rios. Este tipo de poluição também causa o mau cheiro e segundo Nóbrega (2011) gera a eutrofização dessas águas e o favorecimento da condição anóxica (diminuição de oxigênio) deste ambiente, esse tipo de contaminação gera um grande risco à saúde das pessoas que vivem nestes locais, devido ao aparecimento de micro-organismos patogênicos, que podem ser ingeridos pelo homem, através do consumo de peixes ou frutos do mar contaminados, ou ainda pelo contato direto com a água.

A emissão de efluentes domésticos é um indicador de efeito direto, de ação imediata e de abrangência global uma vez que a descarga desses efluentes lançados no Capibaribe acabará no Oceano Atlântico, apresenta uma duração permanente, mas pode ser reversível só depende do controle e tratamento adequado antes do lançamento para que o processo natural de ciclagem de nutrientes seja capaz de suprir a quantidade lançada.

Sabe-se que no ambiente urbano a produção exacerbada de lixo e a forma com que esses

resíduos são tratados ou dispostos no ambiente (Figura 2), geram intensas agressões ao ambiente em que são liberados, além de afetar outras regiões, como no caso em questão o rio acaba sendo o local de deposição desse lixo. O material encontrado nas águas na cidade do Recife muitas vezes já percorreu muitos quilômetros do local de origem, uma vez que ele passa por mais 11 cidades antes de chegar a capital e desaguar no oceano, levando em seu curso todos esses resíduos.

Figura 2. Acúmulo de resíduos presos a plantas aquáticas flutuantes



Com relação às áreas de mangue como explicam Moreau et al. (2010), estas são constituídas de um ecossistema prioritariamente não habitável, que para tal fim são aterradas e desmatadas. Além disso, sofrem com a poluição dos rios, despejo de resíduos e falta de informação sobre a importância desse ecótono para o meio ambiente. Levando assim a uma gradativa e crescente extinção de espécies de peixes, crustáceos e mariscos.

O nível de impacto produzido pelo aterro do manguezal nos trechos observados, nas proximidades do Shopping Rio Mar, no bairro do Pina, a área que originalmente era recoberta por mangue foi totalmente aterrada para a construção de píeres, casas (Figura 3), palafitas, edifícios, estabelecimentos e até mesmo pousadas com vista panorâmica para o rio, causando uma grande alteração para o ecossistema e mesmo para a paisagem das margens do Capibaribe que ficam totalmente comprometidas e acabam sendo fonte de poluição visual. A partir dos trechos posteriores ao Empreendimento Rio Mar, nota-se uma recuperação da paisagem natural, com cobertura vegetal nativa (Figura 4), sendo possível observar a presença de animais.

Figura 3. Ocupações residenciais onde anteriormente era ocupado por mangue



Figura 4. Margem com manguezal preservado



Como observado nas figuras 5 e 6 foi verificado uma maior quantidade de barcos a motor como catamarãs, lanchas e outras embarcações utilizadas para passeio nas proximidades da marina e em menor número embarcações a vela, usadas para fins esportivos. Estes causam menor efeito no meio ambiente, mas em média foi atribuído efeito baixo para esse indicador, classificando-o como um indicador de pequeno impacto para a o ecossistema da área. Vale ressaltar que o uso do rio para a recreação traz benefícios à população que pode usufruir da prática de esportes, passeios turísticos e lazer.

Figura 5. Embarcações a vela usadas na prática de esporte



Figura 6. Lanchas e outras embarcações a motor próximas a marina




Como sintetiza Villaboim (2014) a paisagem natural que ainda sobrevive na região do Pina impressiona. Mas ela, assim como outras áreas de manguezal na capital de Pernambuco, vive sob constante ameaça. A ação do homem é a principal destas ameaças: lixo e despejo de resíduos nos rios da cidade, além da ocupação de suas margens, são os grandes vilões atuais de um dos ecossistemas mais ricos do planeta e de grande importância ecológica e cultural.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função dos resultados apresentados, foi possível verificar que as áreas estuarinas e de manguezal observadas nesse estudo têm sofrido um processo de degradação acentuado. Um dos principais fatores é a expansão urbana que desencadeia vários outros processos extremamente impactantes, tais como os avaliados neste estudo; o aterro das áreas de manguezal, a deposição de lixo e a emissão de efluentes domésticos.

Contudo, também foram verificadas áreas preservadas de manguezais com presença de flora e fauna nativa, em outro ponto foi observado atividades de recreação que associam o uso



do rio Capibaribe a ações de pequeno impacto no ambiente e que trazem qualidade de vida a população por meio de práticas esportivas e de lazer, estas podem e devem ser mais bem exploradas para pelos cidadãos.

REFERÊNCIAS

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1986_001.pdf. Acesso em: 24 abr. 2019.

LINNEWEBER, V.; DE LACERDA, L. D. **Mangrove Ecosystems: Function and Management.** Springer, Berlin. 2002.

MANSON, F. J.; LONERAGAN, N. R.; PHINN, S. R. Spatial and temporal variation in distribution of mangroves in Moreton Bay, subtropical Australia: a comparison of pattern metrics and change detection analyses based on aerial photographs. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** n.57, p.653-666. 2003.

MELO, J. G. S.; SILVA, E. R. A. C. Avaliação do estuário do Capibaribe (Recife/Pernambuco, Brasil) acerca da degradação ambiental nos manguezais em ambientes urbanos. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, 2018.

MOREAU, A. M.S. S.; HORA, J. B.; AMORIM, R.R.; KER, J. C.; GOMES, F.H.; MOREAU, M.S. Uso e ocupação dos Manguezais da área urbana de Ilhéus: Uma abordagem histórica e socioambiental. **Revista da Gestão Costeira Integrada.** v. 8. n.2. 2010. p.1-9.

MUCELIN, C. A; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**,Uberlândia. 2008. p. 111-124.

NOBREGA, A. S. C. **Fontes de Contaminação no estuário do rio Capibaribe, Pernambuco. Recife.** Originalmente apresentado como trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Pernambuco. 2011. p.3.

ROGERIO, P. M. **Caracterização Revitalização da nascente da biquinha no bairro Bromélias.** 2010. disponível em: <<http://www.meuartigo.brasilecola.com.br>>, acesso em: 27 mai.2019.

SANTANA, F.L.C.; BEZERRA, J.S.C; PONTES JÚNIOR, E.; DOMINGUES, S. Análise da paisagem dos espaços urbanos, vegetação de mangue e a poluição hídrica nas comunidades ribeirinhas do Bode e Beira-Rio em Recife –PE. **Anais...13º Congresso Nordestino de Ecologia.** Recife: SNE, 2011.

SILVA, L. S.; TRAVASSOS, L. Problemas ambientais urbanos: desafios para a elaboração de políticas públicas integradas. **Cadernos metrópole**, n. 19 . 2008. p. 27-47.



SILVA, S.G.D.; SELVA, V.S.F. **Vulnerabilidade climática às mudanças em comunidades de baixa renda na cidade do Recife-PE**. Recife: Sociedade Nordestina de Ecologia, 2014, 82p.

TOMMASI, L.R. **Estudo de impacto ambiental**. São Paulo: CETESB: Terragraph Artes e Informática. 1994, 354p.

VILLABOIM, M.A. Preservação dos manguezais tem o homem como principal vilão. **Linha Verde**, n. 5, 2013, p.11-15.



CAPÍTULO 11

DIESEL x GNV: ALTERNATIVA DE MITIGAÇÃO DA EMISSÃO DE CO₂ PELO TRANSPORTE PÚBLICO DE PASSAGEIROS

Sonaly Mendes Arruda, Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental, UFCG

Hélio da Silva Queiroz Júnior, Graduando em Engenharia Civil, UFCG

Isabelle Marie Trindade Bezerra, Professora, UFCG

Walter Santa Cruz, Professor, UFCG

Isabelle Yruska de Lucena Gomes Braga, Professora, UFPB

RESUMO


As problemáticas decorrentes das emissões de poluentes se desenvolvem de forma contígua com a evolução do plano urbanístico. Sendo assim, o enfoque do transporte público de passageiros como fator-chave na caracterização dos novos planos de mobilidade urbana, evidencia sua influência direta nos índices de Gases de Efeito Estufa (GEE's) difundidos nos perímetros de atuação deste. A definição dos fatores de emissão locais é essencial ao estabelecimento de medidas mitigadoras para possíveis insalubridades resultantes do sistema de transporte público. Diante disso, tem-se como proposta para atenuação das emissões do GEE CO₂ a aplicação de um combustível alternativo ao diesel, garantindo também a eficiência energética requerida aos ônibus urbanos. No caso da cidade de Campina Grande-PB, o uso de Gás Natural Veicular (GNV) utilizado como alternativa energética ao diesel apresentou redução teórica de 10,85% da emissão de CO₂, o que ressalta o uso de um modelo *dual-fuel* como a melhor adequação a curto prazo de otimização dos motores da frota atual.

Palavras-chave: Transporte público, Gases de Efeito Estufa, Diesel, GNV.

INTRODUÇÃO

A incidência de poluentes é um fator de extrema relevância no cenário político-ambiental do mundo. Em direta relação com o progresso econômico, social e industrial, as problemáticas observadas são decorrentes da inexistente noção dos efeitos de tais atividades nos primórdios de suas aplicações (BRAGA *et al.*, 2001).

A poluição do ar, definida por Galvão Filho (1989) como “a presença de um ou mais contaminantes colocados na natureza ou atividades do homem, em quantidades que podem causar dano ao homem, animais, plantas ou propriedades; ou que possam interferir negativamente no bem estar das pessoas, na vida das plantas e animais, no meio físico ou na propriedade”, atinge os diversos âmbitos sociais, econômicos e ambientais e revela uma



preocupação iminente, razão de estudos de impacto ambiental, de saúde pública, de políticas públicas, entre outros.


A iniciativa político-ambiental, proposta em 1988 pela conferência de Toronto sobre a atmosfera em mudança (Toronto Conference on the Changing Atmosphere), tornou atuantes e deliberativas, uma série de ações e práticas prementes a respeito do panorama em que se encontrava a situação ambiental da época e sua futura evolução. Posteriormente, o Protocolo de Kyoto (1997), propôs uma redução de cerca de 5% das emissões de poluentes pelos países desenvolvidos em relação aos seus números no ano de 1990, dando sequência às práticas de controle e regulamentação das emissões de poluentes no mundo.

O Brasil, assim como garantem Matter *et al.*, (2005), devido sua caracterização como país em desenvolvimento, não possuía responsabilidades diretas no cumprimento das sanções definidas pelos protocolos iniciais. Contudo, desde 1993, por meio da resolução de N° 7, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) definiu a contribuição da emissão de poluentes para a contínua deterioração da qualidade ambiental, ademais evidenciou a necessidade de parâmetros e padrões de emissão para veículos em uso; garantiu-se, então, amparo às camadas afetadas diretamente pela poluição do ar, de forma a incidir políticas preventivas ao caso nacional.

O setor de transportes se apresenta como influenciador de significativa relevância na elevação dos números sobre emissão de GEE's (Gases de Efeito Estufa), como apresentado na 24ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP 24), que aconteceu no ano de 2018 em Katowice, Polônia, ao ser observado que 25% das emissões globais de GEE's são decorrentes deste setor que lançou para a atmosfera, só no ano de 2016, 7,5 bilhões de toneladas de CO₂ (BRITO, 2018).

No Brasil, segundo o último Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários (Brasil, 2013), as emissões de dióxido de carbono (CO₂), atingiram valores superiores a 210 milhões de toneladas, no ano de 2012, tomando por base a avaliação de emissão por tipo de veículo. De acordo com o Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento (ITDP), a COP 24 ainda mostrou que 48% de todas as emissões de CO₂ equivalente são oriundas do setor de transporte no país (ITDP, 2019).

No modelo de transporte urbano vigente no Brasil, o transporte público de passageiros é caracterizado como o elemento primordial na idealização dos planos urbanísticos, visto que esta categoria de transporte possui um contingente usuário significativo, além de ser um serviço



público de interesse local que tem caráter essencial resguardado constitucionalmente através do inciso V, do artigo 30, da Constituição Federal/1988 (Brasil, 2005).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), tomando como base as Pesquisas de Orçamento Familiar (POF), entre os anos de 2017 e 2018, 17,9% da despesa total familiar corresponde ao gasto da população urbana brasileira com transporte, para a população rural este número corresponde a 20% da despesa familiar total.

Desta forma, as análises do INEAVAR (Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários), ressaltam emissões provenientes da frota de ônibus urbano e rodoviário, utilizando o diesel mineral como combustível, com valores acima de 4 milhões de toneladas de CO₂ emitidos na atmosfera, correspondentes a 9% do total emitido, para o último ano publicado, 2012.

Isto posto, verifica-se que a adoção de critérios avaliativos, que trazem a problemática para contextos regionais, atribuem e otimizam as tentativas de mitigação adequadas para o ambiente de estudo, conferindo veracidade e aplicabilidade aos dados e estimativas de emissões, além de prover sustento à avaliação de inovações para o setor do transporte público local.

Nesse contexto, Andrade & Santos (2009) avaliaram a proposta de modificação da matriz energética proveniente da frota de ônibus do município de Natal-RN, para o uso de Gás Natural Veicular (GNV), apresentando redução das externalidades e do passivo ambiental presente. Observa-se com isso, a eficácia de análises e levantamentos de fatores de emissão locais, visto que estes auxiliam no tratamento direcional quanto as ferramentas e exercícios mitigadores selecionados e aplicados, como neste caso em específico, com atenção a parcela de transporte público de passageiros que utiliza diesel mineral como fonte combustível.

Diante disso, para o município de Campina Grande-PB, esse trabalho objetivou estabelecer estimativas quanto às emissões de CO₂ em regiões de maior tráfego de ônibus e pedestres, a fim de classificar o município quanto à salubridade. Campina Grande é o segundo maior município da Paraíba, com população de 411.807 habitantes (IBGE, 2020), com sistema de transporte público regulamentado pela Superintendência de Trânsito e Transportes Públicos-STTP. O Plano Diretor do município (2006) garante o avanço na política de mobilidade urbana com a “*priorização para o uso de vias pelo transporte público de passageiros*”, ressaltando a presença prioritária dos ônibus nas vias.



REFERENCIAL TEÓRICO


O funcionamento dos sistemas de comércio e indústria, apesar das particularidades que influenciam as evoluções que ocorrem nas diferentes regiões do mundo, demandam regularizações ambientais acerca das diversas poluições (do ar, da água, do solo) provenientes das atividades econômicas de maior impacto (construção civil, transporte de carga e passageiros, etc.), de modo que os efeitos negativos gerados no ambiente possam ser evitados, amenizados ou mitigados.

As alterações climáticas, seus efeitos e os possíveis riscos à humanidade, possuem como um dos principais órgãos avaliadores o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o qual utiliza de informações científicas, técnicas e socioeconômicas para a avaliação e compreensão das mudanças climáticas.

O IPCC estabelece métodos e ferramentas para o levantamento de dados sobre as emissões antropogênicas, que servem de base para seus estudos, como o “*Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*” (IPCC,2006), o qual apresenta as especificações para o levantamento dos dados de emissão de GEE’s, sendo parâmetro base para o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) e a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, CETESB, que influenciam a regulamentação das atividades em âmbito nacional.

No Brasil, por meio da Lei N°12.187/2009, estabeleceu-se a Política Nacional sobre a Mudança do Clima (PNMC), a qual determina a adoção de medidas mitigadoras com o intuito de que sejam alcançados números de redução das emissões de GEE’s na atmosfera do país.

Os inventários nacionais de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários se apresentam como a ferramenta concreta para acompanhar a evolução do quadro de poluentes do Brasil. O primeiro inventário data do ano de 2011, apresentando dados decorrentes de 1980 até o último ano base. Assegurados pelo Programa Nacional de Qualidade do Ar (PRONAR) por meio da Resolução CONAMA n° 5 de 1989, os inventários possuem como objetivos definir novos limites de emissão apresentados em forma de um relatório unificado; melhorar a qualidade dos combustíveis; servir de subsídio a programas de eficiência energética; auxiliar na avaliação do impacto das emissões sobre a saúde humana; planejar, elaborar e avaliar os Planos de Controle de Poluição por Veículos em Uso (PCPV), quando realizado a partir de avaliações locais de emissão (Brasil, 2011).




Desta forma, o segundo relatório de estimativas anuais de emissões de GEE's no Brasil, apresenta como média geral de emissões para o período entre 1990 a 2012 o valor de 1.773.009 milhões de toneladas de CO_{2eq} emitidas para a atmosfera pelos diversos setores consumidores de energia analisados pelo levantamento. O dióxido de carbono equivalente (CO_{2eq}) é utilizado para avaliação dos dados levantados, atribuindo pesos aos demais gases em relação ao peso do CO₂ (Brasil, 2013).

Assim, os valores apresentados pelo segundo inventário das emissões atmosféricas (Brasil, 2013), dentre os tipos de combustíveis utilizados, atribuem ao diesel mineral 49% das emissões de CO₂ para o ano de 2012. O óleo diesel é um dos principais insumos energéticos utilizados pelo setor de transportes no Brasil, correspondendo a 76% do consumo no país em 2018, conforme apresentado pelo Balanço Energético Nacional (Brasil, 2019). Deste modo, a magnitude do consumo é refletida nos dados de emissão, visto que o poder energético considerável do diesel, resulte numa aplicabilidade concentrada em automóveis de grande porte e cargas.

Em centros urbanos, a frota de transportes públicos de passageiros, especificamente a de ônibus, apresenta-se como a categoria principal de veículos que utilizam o diesel como fonte energética, e segundo o levantamento realizado no relatório da frota circulante- (SINDIPEÇAS & ABIPEÇAS, 2018), do ano de 2009 ao ano de 2017 a frota de ônibus apresentou crescimento superior a 120%, acarretando numa manutenção do consumo do diesel no país, em contrapartida à diminuição do consumo exclusivo de gasolina e álcool. O relatório também apresenta uma idade média da atual frota de ônibus circulante no país de aproximadamente 9 anos e 5 meses, o que corrobora com as diretrizes adotadas pelo CONAMA na resolução de nº 251 (1999), que define critérios, procedimentos e limites máximos de opacidade da emissão de escapamento dos veículos automotores do ciclo Diesel, salvo a consideração de que “uma grande parcela da frota de veículos automotores do ciclo Diesel, emite poluentes acima dos níveis aceitáveis”, estabelecendo a manutenção adequada destes veículos como ponto prioritário.

As atuações para o desencadeamento de atitudes que visem a mitigação do problema das emissões de GEE's são apresentadas pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), por meio do Manual de Capacitação sobre Mudança Climática e Projetos de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (CGEE, 2010). Dentre as atitudes possíveis diante às problemáticas ambientais e climáticas, o Manual descreve como recorrentes ao homem três principais: tornar-se neutro ao problema (inação), adaptar-se a situação (adaptação) ou buscar a sua solução




(mitigação), que deve ser a atitude prioritária, coletiva e unânime. Além destes, vale salientar a apresentação de projetos de maior relevância, tais como a alteração da energia combustível utilizada atualmente, para uma energia de maior eficiência e que consiga atingir redução em número de emissões em relação aos recursos energéticos já vigentes.

Assim, a apresentação de um insumo energético alternativo ao diesel deve valer-se de fatores econômicos, fatores de rendimento e a ênfase direta no bem estar social atrelados ao apelo ambiental considerado. Deste modo, SILVA (2006) evidencia as análises a serem realizadas num projeto de remodelagem do combustível utilizado em linha comercial de ônibus urbano, as quais se valerão de questões como o “Domínio da tecnologia; Disponibilidade de insumos; Escala de consumo, dentre outras”.

O Gás Natural Veicular (GNV) é apresentado como alternativa considerável na substituição do óleo diesel como combustível para o ônibus, possuindo vantagens relevantes como as apresentadas pelo projeto de perspectivas sobre a alteração da matriz energética do transporte público urbano por ônibus realizado para a Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU), por Branco *et al.*, (2009): “As vantagens ambientais dos motores a GNV, comparados com os motores a diesel, se concentram na menor emissão de material particulado, de óxidos de enxofre e de hidrocarbonetos tóxicos”.

Logo, a caracterização individual, ou localizada das emissões, assim como defendidas pelo IPCC, serão utilizadas como alternativas adicionais ao cálculo do inventário dos GEE’s, garantindo especificidades na definição de projetos de modificação de insumos energéticos, ademais aos parâmetros topográficos, econômicos e sociais atribuídos ao local de análise.

SILVA (2006) apresenta o uso do GNV como alternativa ao diesel, ao tomar como objeto de análise um ônibus comercial modelo que circulou pelas vias de Porto Alegre, utilizando da *conversão* do motor para o uso exclusivo do gás natural (*Ottotização*), GASBUS, e não a combinação deste com o diesel como combustível de injeção, como caracteriza Branco *et al.*, (2009), além de evidenciar que motores do ciclo Otto, ou estequiométricos, mesmo com a possibilidade de uso exclusivo do GNV como combustível, apresenta custo considerável e rendimento térmico inferior em comparação ao seu uso com o Diesel. Contudo, o autor atribuiu uma redução em 40% do custo de combustível ao uso do ônibus com motor convertido para uso do GNV (GASBUS) representando uma economia de R\$ 0,28/km, e o protótipo não apresentou falhas ou problemas devido à motorização. A emissão de CO₂ apresentada pelo



GASBUS representou 45% das emissões de um mesmo modelo de ônibus com diesel como combustível.

Com a tomada da cidade de Natal-RN como objeto de análise ao projeto de alteração do combustível da frota de ônibus de transporte coletivo público, Andrade & Santos (2009), observaram redução de 51,2% das emissões de CO₂, evidenciando tal fator como consideração numa avaliação global da viabilidade da substituição dos combustíveis.

Para a aplicação em Fortaleza-CE, Oliveira Júnior (2005), direciona o projeto na utilização de frota de ônibus movidos a GNV, de maneira a otimizar e viabilizar seu uso, garantindo ao modelo urbano ganhos ambientais, com a atenuação de emissão de CO₂ por parte da frota, porém, sem garantir o bem estar social e econômico considerados pelos usuários de ônibus.

A determinação dos fatores de emissão aplicados aos trabalhos de Silva (2006), Andrade & Santos (2009) e Oliveira Júnior (2005) se valem dos princípios definidos pelo IPCC, visto que a base das análises provenientes de estudos e pesquisas em regiões localizadas se alinham as definições apresentadas em cenários gerais como os inventários nacionais de emissão e garantem uniformidade dos métodos internacionais, possibilitando assimilações.

A proposta para Campina Grande-PB, se valida da necessidade de averiguar, ou avaliar, as salubridades em zonas de maior atuação da frota de ônibus do transporte público, que possui um total de 859 veículos (DENATRAN, 2018), como apresentado pelas análises do IBGE para o ano de 2016, representando aumento de 144,2% em relação aos números da frota de 2005. O aumento significativo da frota de ônibus, ademais a definição da idade média desta como 6,22 anos (STTP, 2018), também se apresentam como justificativas a avaliação.

Portanto, a caracterização de um fator de emissão local, tomando por base os critérios de avaliação do IPCC; a caracterização de zonas específicas de análise de emissão; a tomada de parâmetros ideais, obtidos em regiões de baixo volume de tráfego ou inexistente, para uma compatibilidade mais próxima do real ao apresentado na região; e a comparação com parâmetros obtidos em literaturas especializadas, servirá como enfoque a uma caracterização mais adequada quanto aos números de emissão, ou acréscimo de CO₂ na atmosfera analisada decorrente do tráfego da frota em análise.



MÉTODOS

A proposta da substituição do Diesel pelo Gás Natural requer uma série de estudos econômicos, de eficiência e disponibilidade. A análise de eficiência engloba quesitos ambientais e mecânicos, tais como a relação consumo/emissão de gases e a efetividade do veículo diante das condições topográficas do município.

Avaliar a eficiência de um combustível em relação ao outro só é possível por meio da comparação de fatores efetivos e consistentes, como a quantidade de gases de efeito estufa (GEE's) emitidos, visto que o rendimento do veículo se altera diante de um novo combustível.

Este estudo foi desenvolvido com base no método de estimativa de emissões antropogênicas de Gases do Efeito Estufa do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*The Intergovernmental Panel of Climate Change – IPCC*), publicado em Diretrizes para Inventários Nacionais de Gases do Efeito Estufa (IPCC, 2006).

As diretrizes do IPCC (2006) se adequam de acordo com o nível de detalhamento requerido pela abrangência da pesquisa a ser desenvolvida. Pesquisas mais locais, de menor abrangência – semelhante a este estudo – podem ser desenvolvidas com as diretrizes no nível 1, que descreve o método padrão de quantificação de GEE's, enquanto pesquisas mais complexas devem ser conduzidas de acordo com as diretrizes definidas pelos níveis 2 ou 3 de detalhamento.

Com relação ao CO² a quantificação de sua emissão pode ser feita a partir de dados, em termos de energia, com ajustes relacionados ao carbono não-oxidado, por exemplo. Estes dados, quando devidamente coletados, fornecem valores tipicamente regionais, constituindo uma base concreta para a estimativa de inventários de dióxido de carbono.

O IPCC determina que a energia produzida pelo combustível (em MJ) é resultado do produto do consumo (em m³) pelo índice de emissão dos GEE's estudados (em MJ/m³). Desta forma, o cálculo das emissões divide-se em duas etapas: obtenção da energia produzida e posterior cálculo das emissões efetivas.

Para determinar o consumo de diesel para a frota de transporte público por ônibus, utilizou-se os dados fornecidos pela Superintendência de Trânsito e Transportes Públicos – STTP: consumo médio da frota de 2,5 km/l e Programação Operacional das Rotas de Ônibus Urbano para o ano de 2018, que especifica a previsão de quilometragem rodada no ano vigente. O fato de não haver uma série histórica de quilometragem percorrida desfavorece a acurácia da pesquisa, porém, ainda permite que seja feita uma estimativa coerente.

A Tabela 1 apresenta a composição da quilometragem anual/ano base 2018 para a frota de ônibus urbano da cidade Campina Grande-PB.

Tabela 1: Composição da quilometragem anual – Campina Grande-PB

Dia	Km percorrido/dia	Repetições	Total
Útil	45.859,44	261	11.969.313,84
Sábado	39.228,40	52	2.039.876,80
Domingo	26.380,01	52	1.371.760,52
Total previsto / ano			15.380.951,16

Fonte: Superintendência de Trânsito e Transportes Públicos – STTP

A partir dos dados da Tabela 1 pode-se calcular o consumo do combustível em uso, diesel, determinado a partir da divisão da quilometragem anual pelo fator de rendimento médio informado pela STTP (2,5 km/l). O consumo do Gás Natural foi estimado por meio da adoção de um fator de equivalência de 0,8 litros de diesel para cada m³ de GNV, proposto por Ribeiro (2003), o que representa, através do produto do rendimento médio dos ônibus e o fator de equivalência, um fator de rendimento médio para o GNV de 2,0 km/m³. A Tabela 2 apresenta os índices de consumo obtidos.

Tabela 2: Índices de consumo anual dos combustíveis analisados

Rendimento médio		Quilometragem anual (km)	Consumo	
Diesel (km/l)	GNV (km/m ³)	15.380.951,16	Diesel (l)	GNV (m ³)
2,50	2,00		6.152.380,46	7.690.475,58

O Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2017), publicado pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE, expõe a contabilidade relativa à oferta e consumo de energia e produtos energéticos no Brasil. Este balanço especifica, dentre diversos fatores característicos dos combustíveis, a densidade e a capacidade calorífica do Diesel.

O poder calorífico inferior é obtido multiplicando-se a densidade específica, pela capacidade calorífica do diesel, ajustando a unidade para MJ/m³ por meio da equivalência Kcal-J. Estes dados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Especificações e Índice de Emissão do Diesel

Especificação do Energético	Valor	Unidade
Densidade Específica ²	840	(Kg/m ³)
Capacidade Calorífica ²	10.750,00	(Kcal/Kg)

Equivalência Kcal-J	4.190,00	(Kcal p/ Joule)
Poder Calorífico Inferior	37.835,70	(MJ/m ³)
Carbono Não-Oxidado ¹	0,99	(%)
Equivalência GNV-Diesel	0,80	(L/m ³)

Fonte: ¹IPCC, 1996; ²BEN, 2017.

Em um procedimento análogo, observa-se que o poder calorífico superior do GNV é resultado da multiplicação da capacidade calorífica do gás, fornecido pela companhia distribuidora de Gás Natural no estado da Paraíba (PBGás), pelo fator de equivalência Kcal-J, como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Especificações e Índice de Emissão do GNV

Especificação do Energético	Valor	Unidade
Capacidade Calorífica ²	9.400,00	(Kcal/m ³)
Equivalência Kcal-J	4.190,00	(Kcal p/ Joule)
Poder Calorífico Superior	39.386,00	(KJ/m ³)
Carbono Não-Oxidado ¹	0,995	(%)
Poder Calorífico Inferior ¹	0,90	(%)
Equivalência GNV-Diesel	0,80	(L/m ³)

Fontes: ¹IPCC, 1996; ²PBGás, 2018.

A partir dos dados apresentados na Tabela 4 é possível determinar a energia produzida pelo diesel (E_{diesel}) multiplicando-se o poder calorífico inferior (PCI), em MJ/m³, pelo consumo do combustível (C_{comb}), em m³, e pela fração de carbono não-oxidado (monóxido de carbono – CO), conforme Equação 1.

$$E_{diesel} = PCI * C_{comb} * CO \quad (\text{Equação 1})$$

Similarmente, a determinação da energia produzida pelo GNV (E_{GNV}) utiliza o poder calorífico superior (PCS), multiplicado pelo consumo estimado (C_{EST}), pela fração de carbono não-oxidado (CO), e acresce a multiplicação pela relação entre os poderes caloríficos inferior e superior, conforme Equação 2.

$$E_{GNV} = (PCS * C_{EST} * CO) + (PCI * PCS) \quad (\text{Equação 2})$$

Os valores das energias produzidas pelo diesel e GNV determinados pelas Equações 1 e 2, respectivamente, estão explicitados na Tabela 5.

Tabela 5: Energia produzida, em MJ

Diesel	GNV	Variação (%)
230.451.825,31	271.244.327,25	17,70

A definição do fator de emissão dos gases de efeito estufa, depende do tipo do gás analisado IPCC (2006). Os fatores de emissão do CO₂ são baseados no teor de carbono do combustível, considerando 100% da sua oxidação, e foram amplamente difundidos em diversas pesquisas brasileiras, tais como Oliveira Júnior (2005), Andrade & Santos (2009) e Mattos (2001), o que valida a sua utilização em demais estudos.

Mattos (2001) ainda explicita: para 44 toneladas de CO₂ o conteúdo de carbono é de 12 toneladas. Isto significa que 1t de carbono é encontrada a cada 3,667t de CO₂. Considerando os fatores de emissão propostos pelo IPCC (2006), 15,3 tC/TJ para o GNV e 20,2 tC/TJ para o diesel, obtém-se os fatores de emissão de CO₂ apresentados na Tabela 6:

Tabela 6: Fator de emissão do CO₂ para os combustíveis Diesel e GNV

GEE	Diesel	GNV	Variação (%)
CO ₂ (g/MJ)	74,07	56,10	24,26


RESULTADOS E DISCUSSÕES

O cálculo das emissões de CO₂ consiste no produto entre a energia produzida pela utilização do combustível (Tabela 5) e seu respectivo fator de emissão (Tabela 6). A Tabela 7 apresenta a quantidade de dióxido de carbono, em toneladas, a ser emitida pelo transporte público por ônibus do município de Campina Grande-PB no ano de 2018, segundo a programação de rotas da STTP, para as matrizes energéticas Diesel e GNV.

Tabela 7: Emissões efetivas de CO₂ (t) pelos ônibus no município de Campina Grande

Diesel	GNV	Variação (%)
17.069,57	15.216,81	10,85

A redução de 10,85% no CO₂ emitido demonstra uma perspectiva positiva na suposta substituição do Diesel pelo GNV na frota de ônibus de Campina Grande. Deve-se salientar que, embora os fatores de emissão variem 24,26% (Tabela 6), a energia demandada pelo GNV é 17,70% maior, devido à eficiência reduzida deste combustível. Desta forma, compreende-se a



impossibilidade de manter a redução final no montante de CO₂ emitido próxima ou superior aos 24,26% determinados pelos fatores de emissão.


Os estudos de Oliveira Júnior (2005) demonstraram uma redução de emissão de dióxido de carbono de 14,07% na cidade de Fortaleza-CE. A proximidade com o resultado obtido neste estudo deve-se ao uso do mesmo procedimento, proposto pelo IPCC (2006) e executado com o mesmo nível de detalhamento (nível 1).

Com objetivos semelhantes, mas com maior nível de detalhamento, o estudo realizado por Andrade & Santos (2009) na cidade de Natal-RN, apresentou redução na emissão de CO₂ de 51,2%, face às especificidades, tais como série histórica de dados disponível e adequação dos fatores de emissão do GNV. Os resultados mostram-se díspares aos evidenciados por Oliveira Júnior (2005) e por este estudo pois, ao avaliar outros gases poluentes em conjunto, adaptou-se os fatores de emissão aos consumos adotados (2 km/l e 2,5 km/m³ para ônibus a Diesel e GNV, respectivamente), o que contribuiu para o aumento da variação dos fatores de emissão e, conseqüentemente, do valor final de CO₂ emitido.

Oliveira Filho (2006) aponta que, embora emita menos poluentes que o ônibus equipado com motor diesel, o ônibus convertido ainda emana mais poluição que um equipado originalmente pelo fabricante (OEM – *Original Equipment Manufacturer*). A aplicação dos denominados “kits de conversão” promove a mudança do motor para operação em ciclo Otto (resultando em substituição parcial da matriz energética por *Ottotização*), ou implementam a tecnologia “*dual-fuel*”, na qual diesel e gás podem ser consumidos simultaneamente.

Esta substituição parcial do combustível apresenta-se como uma possível solução a ser implementada a curto prazo na cidade de Campina Grande. Devido ao seu relevo bastante acidentado, a necessidade da operação dos veículos em marcha lenta reduz a eficiência do motor a gás natural. Neste regime, o motor seria alimentado apenas pelo diesel, enquanto o gás operaria em regimes de maior potência desenvolvida pelo ônibus e, o volume de gás injetado na câmara aumentaria, à medida em que aumentasse a rotação do motor, o que confere ao gás a função de combustível de potência, enquanto o diesel apenas fornece a energia para manter a combustão.

A tecnologia *dual-fuel* utiliza o gás como fonte principal de combustível e injeções de diesel para realizar a ignição do veículo – tal qual uma vela no motor do ciclo Otto. A necessidade de poucas alterações no motor é uma das principais vantagens desta técnica, porém,



o nível de emissões varia de acordo com a qualidade e complexidade do kit instalado, o que pode inviabilizar economicamente a implementação do método.

A longo prazo, o ideal seria a substituição dos modelos veiculares por OEMs, com substituição total ou parcial da matriz energética. De acordo com Oliveira Filho (2006), OEMs de matriz inteiramente a gás natural veicular são, originalmente, equipados com motor do ciclo Otto, nos quais há a necessidade do uso de uma vela para provocar a centelha que faz ignição do combustível, visto que a auto-ignição do metano acontece a uma taxa de compressão muito alta. Todavia, o alto poder detonante do GNV permite o ajuste da taxa de compressão para valores superiores à da gasolina, aumentando a eficiência motor.

A Mercedes Benz do Brasil dispõe de veículos a gás natural, equipados com motor do ciclo Otto, e a Cummins Brasil produz peças de substituição e manutenção para motores a gás natural. Além disso, a Cartepillar fabrica para o mercado mundial, desde 1996, ônibus “*dual fuel*” OEM (OLIVEIRA FILHO, 2006).


O investimento em energias limpas é de interesse global e necessita de ações pontuais para efetivar-se. A substituição da matriz energética dos transportes públicos mostra-se uma alternativa aplicável, dentro das condições de efetividade e eficiência dos veículos e das tecnologias empregadas.

A despeito da importância de inventariar as emissões do transporte público, o acesso à informação é peça-chave para a atenção adequada ao problema. A falta de acesso a dados de interesse público inviabiliza uma abordagem mais profunda e, portanto, mais precisa dos reais valores de emissão.

CONCLUSÃO

Como observado neste estudo, a substituição do Diesel pelo GNV no transporte público oferece, em termos ambientais, benefícios diretos quanto a redução das emissões de CO² e do gasto energético gerado pela frota. Não somente o município de Campina Grande-PB, mas todos os municípios de médio e grande porte têm a capacidade de contribuir significativamente para a redução global de emissão de dióxido de carbono.

Atribuir planos e diretrizes que garantam a renovação da frota de ônibus pelas concessionárias atuantes no mercado, priorizando a obtenção de modelos que utilizem a tecnologia *dual fuel* ou que empreguem o GNV e a eletricidade, de modo que estes correspondam a uma maior parcela ou até mesmo a totalidade dos veículos obtidos.



A análise da viabilidade técnica e econômica desta substituição, seja parcial ou total, é possível pauta para estudos posteriores, a fim de conferir maior embasamento para a proposta concreta desta medida mitigadora.

O forte viés ambiental conferido, reafirma a necessidade da abrangência do tema do desenvolvimento sustentável e da adequação do meio urbano à natureza, além da busca de melhores condições de salubridade para o homem e o meio em que vive. Em consonância ao enfoque ambiental, o desenvolvimento tecnológico é essencial para viabilizar a realização desta proposta de substituição de matriz energética.

REFERÊNCIAS

Andrade, R. T. G.; dos Santos, E. M. (2009) *Quantificação das Emissões de Gases Efeito Estufa - GEEs - Segundo Matriz Energética Diesel ou GNV no Transporte Público por Ônibus em Natal - RN*. HOLOS, v.3, p. 3-15, 2009.

Braga, Alfesio; BÖHM, GYÖRGY MIKLÓS; PEREIRA, Luiz Alberto Amador; SALDIVA, Paulo (2001). *Poluição atmosférica e saúde humana*. REVISTA USP, São Paulo - SP, n. 51, p. 58-61, 7 set.

Branco, G. M.; Branco, A. M.; Branco, F. C; Martins, M. H. B. (2009) *Perspectiva de alteração da matriz energética do transporte público por ônibus: questões técnicas, ambientais e mercadológicas*. São Paulo: NTU, 2009.

BRASIL (2011) 1º *Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários*. Governo Federal. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf>. Acesso em: 25/06/2018.


BRASIL (2013) 2º *Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários*. Governo Federal. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/163/_publicacao/163_publicacao27072011055200.pdf>. Acesso em: 25/06/2018.

BRASIL (2017) *Balanço Energético Nacional - BEM, 2017*. Governo Federal. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2017.pdf>. Acesso em: 25/06/2018.

BRASIL (2019) *Balanço Energético Nacional - BEM, 2018*. Governo Federal. Disponível em: <<https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-494/BEN%202019%20Completo%20WEB.pdf>>. Acesso em: 20/10/2020.

BRASIL (2016) *Constituição (1988)*. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL (2016) *Constituição (1988)*. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Artigo 30º, inciso V, Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.



BRASIL (2010) *Decreto nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010*. Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, 2010.

BRASIL (2009) *Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009*. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 29 dez. 2009.

Brito, Débora (2018). Agência Brasil. Efeito estufa: transporte responde por 25% das emissões globais. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-12/efeito-estufa-transporte-responde-por-25-das-emissoes-globais>>. Acesso em: 20/06/2019.

CAMPINA GRANDE (2006) *Lei Complementar Nº 003, de 09 de outubro de 2006*. Revisão do Plano Diretor. Campina Grande, 2006.

CGEE (2010) *Manual de capacitação sobre mudança climática e projetos de mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL)*- Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Ed. rev. e atual. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

CONAMA (1993a) *Resolução nº 7, de 31 de agosto de 1993*. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0793.html>>. Acesso em: 29/06/2018.

CONAMA (1999) *Resolução nº251, de 07 de janeiro de 1999*. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=251>>. Acesso em: 30/06/2018.

CONAMA (1993b) *Resolução nº5 de 05 de agosto de 1993*. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0593.html>>. Acesso em: 29/06/2018.


Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN (2018). *Tabela: Frota por UF e Tipo 2018*. Brasília_DF.

Galvão Filho, J. B. G. (1989) *Poluição do ar: Aspectos Técnicos e Econômicos do Meio Ambiente*. [S.l.: s.n.], 1989. 25 p.

IBGE (2019), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018: Despesas, rendimentos e condições de vida*. Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

IBGE (2020), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Portal das Cidades*. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/campina-grande.html/>>. Acesso em: 25/09/2020.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE_IPCC. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htm>>. Acesso em: 27/06/2018.



ITDP - INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND DEVELOPMENT POLICY (2019). *Mobilidade de baixo carbono*. Boletim nº 1. Disponível em: <http://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2019/02/MobiliDADOS_Boletim1.pdf>. Acesso em: 21/10/2020

Matter, D.; Bertoleti, C.; Silva, A. A. P. (2005). *Protocolo de Kyoto: A ferramenta base de defesa que precisamos*. Frederico Westphalen-RS: [s.n.], 2 p.

Mattos, L. B. R. de.(2001) *A Importância do Setor de Transportes na Emissão de Gases do Efeito Estufa - O Caso do Município do Rio de Janeiro*. Tese (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro.

Ministério do Meio Ambiente (2013). Inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários, ano base 2012. Brasília, DF. Disponível em:<<http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/inventarionacional20110209.pdf>>. Acesso em: 17/08/2018

Ministério do Meio Ambiente (2014). *Segundo inventário nacional de emissões atmosféricas por veículos automotores rodoviários, ano base 2013*. Brasília, DF.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (2014). *Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil, 2ª edição*. Brasília, DF.

Ministério das Cidades (2016), Departamento Nacional de Trânsito _ DENATRAN. *Frota de veículos de Campina Grande_PB*. Brasília, DF.

Nogueira, S. (2006). *USO DO GNV EM ÔNIBUS URBANO PARA OPERAR EM LINHA COMERCIAL - PROJETO PILOTO GASBUS -*. . 176 p. Dissertação submetida ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, PROMEC, da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito a obtenção do título de Mestre em Engenharia. Porto Alegre_RS.


Oliveira Filho, A. D. (2006). *Substituição de Diesel por Gás Natural em ônibus do Transporte Público Urbano*. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo - USP, São Paulo.

Oliveira Júnior, J.A. (2005). *A Utilização de Cenários Normativos para Formulação de Políticas Públicas: A adoção do Gás Natural Veicular - GNV no Sistema de Transporte Público por Ônibus no Município de Fortaleza*. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro.

PCPV (2011-2013): *Plano de Controle de Poluição Veicular do Estado de São Paulo*. Disponível em:<http://veicular.cetesb.sp.gov.br/wpcontent/uploads/sites/6/2013/12/Plano_de_Control_de_Poluicao_Veicular_do_Estado_de_Sao_Paulo_2011-2013.pdf>. Acesso em: 25/06/2018.

Prefeitura Municipal de Campina Grande (2006). Lei complementar Nº003/2006. *Plano Diretor Municipal*. Campina Grande_PB.

Prefeitura Municipal de Campina Grande (2018), Superintendência de Trânsito e Transportes Públicos_STTP. *Frota de veículos do município*. Campina Grande_PB. ONU, Organização das



Nações Unidas. Protocolo de Kyoto. *Kyoto Protocol Reference Manual: On accounting of emissions and assigned amount*. Kyoto (1990).

Ribeiro, Leonardo da Silva (2003). O impacto do gás natural nas emissões de gases de efeito estufa: O caso do município do Rio de Janeiro. Tese (Mestrado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro _ RJ.

Silva, S. N. (2006) *Uso do GNV em ônibus urbano para operar em linha comercial - Projeto piloto Gasbus*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre.

Sindicato Nacional da Indústria de Componentes para Veículos Automotores -SINDIPEÇAS; Associação Brasileira da Indústria de Autopeças - ABIPEÇAS. *Relatório de frota circulante 2018*. São Paulo, SP. Disponível em: <http://automotivebusiness.com.br/abinteligencia/pdf/R_Frota_Circulante_2018.pdf>. Acesso em: 25/06/2018.



CAPÍTULO 12

AS VANTAGENS DA LOGÍSTICA REVERSA

Erika Dayane Ribeiro de Matos, Bacharel em Engenharia de Produção, FacSul/ UNIME

RESUMO


A Logística Reversa (LR) é uma ferramenta que garante o retorno do resíduo de pós-consumo ou pós-venda ao processo produtivo para sua reutilização, ao empregar técnicas de reciclagem, remanufatura ou apenas reuso, possibilita assim a manutenção de uma economia circular. O objetivo geral desse estudo se deu pela missão de expor quais são as vantagens que a LR pode proporcionar ao meio ambiente e às organizações. Para tanto, a metodologia aplicada foi de revisão bibliográfica, a partir de livros, dissertações, artigos científicos e sites fidedignos, foi feito assim o levantamento de dados. Os resultados encontrados apontaram que a ferramenta proporciona benefícios ambientais ao diminuir o consumo de matéria-prima virgem, utilização de aterros e poluição ambiental. Para as organizações os benefícios econômicos transitaram entre reduzir custos com insumos primários e aterros, como também proporcionar subsídios governamentais, diferencial competitivo e novas oportunidades de negócio.

Palavras-chave: Logística. Logística Reversa. Logística Reversa Pós-Consumo.

1 INTRODUÇÃO

A Logística, historicamente, surgiu como apoio militar e evoluiu para o meio empresarial, mas por muito tempo não foi valorizada como uma atividade que pudesse agregar valor ao produto. Entretanto, em razão de diversos fatores, este panorama se alterou com base no conhecimento da sua eficácia na diferenciação competitiva. As empresas, que antes apenas visavam o lucro, encontraram a necessidade de correlacionar aspectos ambientais e sociais, não somente cumprindo aspectos legais envolvidos, como também se estendendo a um novo posicionamento no modo de consumir atrelado a sua estrutura produtiva.

O aumento gradativo da percepção do consumidor sobre a questão ambiental, no que tange o descarte de toneladas de resíduos pelas empresas, solicita um novo posicionamento estratégico com foco voltado para a sustentabilidade. A Logística Reversa assiste tal demanda, de modo que corrobora tanto em preservar uma afinidade com o cliente, como em cumprir a legislação vigente, pois a reutilização de materiais perigosos que seriam rejeitados na natureza, transformando-os em matéria-prima secundária.



Diante disso, um questionamento norteou a realização dessa pesquisa: Quais são as vantagens da Logística Reversa? Para responder essa questão a presente pesquisa propõe-se a auxiliar o esclarecimento sobre quais são os benefícios dessa prática para o meio ambiente e para a organização. Justifica-se por cooperar com os conhecimentos advindos do seu estudo, ao contribuir no que se refere a pesquisas acadêmicas sobre o seu tema. Para tanto, será efetuada por meio de material bibliográfico: dissertações, monografias, livros, documentos eletrônicos de origem fidedigna e artigos científicos; sendo de caráter exploratório e de abordagem qualitativa e descritiva, classificando-se assim como revisão de literatura. O material selecionado foi baseado nas publicações dos últimos 20 anos de relevância no tema logística reversa.


2 AS VANTAGENS DA LOGÍSTICA REVERSA

2.1 Fatores que impulsionam a prática

O cenário de fragilidade gerado pelo excesso de consumo e poluição advinda dos processos produtivos começou a se manifestar: o mundo presencia aquecimento global e desequilíbrio ambiental. Sendo assim, uma proposta é despendida a fim de mitigar essa conjuntura: a desaceleração da tendência de descartabilidade, a partir do aumento do ciclo de vida do produto. (LEITE, 2003).

Barbieri (2016) aponta que a preocupação com o estado do meio ambiente não é recente, mas somente em meados do século XX entrou na agenda do governo, da sociedade civil e da política empresarial, mas atualmente conquistou o povo. Quando as primeiras indústrias surgiram, segundo Donaire (1999) a questão ambiental não era uma preocupação, a fumaça, que atualmente possui uma imagem negativa, era utilizada como propaganda, pois era símbolo de progresso. Entretanto, nos últimos anos, a imposição de boas práticas sustentáveis tem se intensificado, seja por parte da legislação ou do mercado, que exige diferenciação nos serviços ofertados. Entre tais práticas está a Logística Reversa (LR), que agrega políticas ambientais e de corte de custos para seus produtos. (MORITZ et al., 2001 e FLEISCHMANN et al., 2001).

Druwe (2014) expõe que as empresas que já implementam a LR têm vantagem competitiva, pois os consumidores assumiram uma nova postura de favorecer produtos que se posicionem positivamente à sustentabilidade e responsabilidade social. Para Marchese (2013), esta preferência sustentável se deu devido ao crescimento do volume de resíduos e seu impacto



ambiental, pois a quantidade de consumo- e conseqüentemente descarte- aumentou, chamando atenção da sociedade para a manutenção de um equilíbrio ecológico.

De acordo com Malvar (2013), a proporção relevante de resíduos produzidos e descartados desenfreadamente sustenta as práticas da LR como solução por reintegrar à cadeia de abastecimento, agregando novamente valor ao que seria inutilizado. As empresas que se utilizam da LR ganham no que diz respeito a custos, mas também com vantagem social, pois se isentam dessa contribuição negativa que o avanço industrial causa ao ecossistema. (AGUIAR; FURTADO, 2010).


Desta forma, a legislação ambiental avança para tornar o produtor cada vez mais responsável pelo destino do seu produto e pelo impacto que este gera ao meio ambiente, seja durante o processo ou após o seu uso, a fim de contribuir para a melhoria desse quadro. Como também o consumidor está cada vez mais consciente sobre seus hábitos de consumo, o que pressiona as empresas a assumirem um viés sustentável. (CAMARGO; SOUZA, 2005).

A criação de legislações ambientais, a partir da consciência da grande quantidade de consumo, mudou a perspectiva das empresas, que anteriormente não demonstravam interesse em adotar políticas ecologicamente conscientes, assistem a Gestão Ambiental ganhar espaço. (SILVA; LEITE, 2012). No Brasil, a Constituição Federal de 1988 ganhou influência dos movimentos sociais, nesse contexto, Vaz (2006) aponta que uma das três forças que guiaram a decisão governamental e a evolução do serviço público foi a consciência da racionalização de recursos escassos.

A partir disso, as organizações obrigatoriamente se ajustaram às novas legislações e se responsabilizaram pela disposição dos resíduos, os órgãos responsáveis passaram a fiscalizar, e em sua resposta, as operações da LR ganharam escala, o retorno dos produtos e materiais aumentou, e conseqüentemente, a atividade de reaproveitamento. (SRIVASTAVA, 2008; ZHANG et al., 2011).

2.2 As vantagens Ecológicas

Tendo em vista a demanda da disposição de resíduos sólidos, a melhor solução para Santos (2012) é a Logística Reversa, uma vez que concilia os interesses internos e externos da organização, integrando a valorização do meio ambiente e geração de vantagem competitiva, a partir de um processo de retorno caro e complexo, porém satisfatório. Além disso, Muller (2005) acrescenta que a LR é viabilizada pela legislação ambiental, por benefícios econômicos,



pela limpeza do canal de distribuição, pela proteção da margem de lucro e pela recaptura de valor e recuperação de ativos.

A vantagem ecológica e social que as empresas assumem ao empregar a LR está relacionada às consequências da prática, que permite a não poluição do meio ambiente com o descarte irresponsável e o preserva para gerações seguintes. O impacto da técnica de reciclagem pode ser evidenciado pelos exemplos de economia de alguns recursos naturais: a poupança de 130 kg de petróleo ao se recuperar uma tonelada de plástico; o racionamento de 70% da energia que seria dispensada na fabricação do vidro, caso não fosse reciclado; a preservação de 22 árvores para cada tonelada de papel, racionando 71% de energia e reduzindo a poluição em 74% comparada a sua fabricação; entre outros. (GUARNIERI, 2011).

De acordo com a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), o Brasil assume o posto de uns dos maiores países recicladores de latas de alumínio e obteve em 2016 um índice de reciclagem de 97,7% dessas embalagens. A ABAL aponta que esse quadro está embasado no incentivo econômico que a reciclagem do alumínio oferece: com alta reciclabilidade, são consumidos apenas 5% de energia do que seria dispensado na atividade primária. Mas, além disso, a matéria-prima, bauxita, é poupada em 5 kg para cada 1 kg reciclado, o que reduz o impacto da mineração e diminui em 95% a emissão de gases de efeito estufa.

Em suma, uma das vantagens da LR está relacionada diretamente ao meio ambiente, como salienta Cruz et al. (2013) ao resumir que os benefícios ao meio ambiente transitam entre reduzir volume de descartes, consumo de matéria-prima virgem e recursos energéticos empregados nos processos; atender legislação e políticas ambientais; diminuir poluição que resíduos causariam se estivessem expostos na natureza e uso de aterros, que apesar de legais podem oferecer riscos e são recursos limitados; como também melhoria de imagem corporativa ao aplicar e incentivar consciência ecológica.

Sendo assim, ao inserir LR no processo produtivo, seja por meio de racionamento de recursos naturais, pela redução de impacto ambiental, ou por ser uma ferramenta que possibilitará exigências legais serem atendidas, especificações estas que têm seu principal foco em preservar o equilíbrio do ecossistema, a organização sustenta uma imagem de preocupação com aspectos que vão além de lucros, empregando assim com a manutenção de um bom relacionamento com a comunidade impactada.




2.3 As Vantagens Econômicas

Lora (2000) expõe que a preocupação com o meio ambiente nas organizações ultrapassou a demanda legal, pois essa questão foi inserida na corrida pelo diferencial competitivo no mercado, uma vez que atuar de forma responsável gera uma série de fatores benéficos e decisivos na busca pela evidenciação. A procura por diversos produtos é inferior à sua oferta, o que torna a competitividade empresarial acirrada, logo, o que definirá a escolha do cliente por uma marca será seu potencial de diferenciação, no qual a empresa investe e sustenta como um dos seus fatores determinísticos pelo sucesso. (PIRES, 2010).

De acordo com Rodrigues & Pizzolato (2003), o fluxo reverso é amplamente reconhecido como vantagem competitiva, além da pressão legal e conscientização ecológica, o ciclo de vida curto dos produtos e as taxas de retorno relevantes estabelecem a necessidade da adoção da logística reversa nos sistemas logísticos. Dias (2007) aponta que o seu potencial competitivo se manifesta através da consolidação de uma nova categoria de consumidores denominados “verdes”, que gerou um novo gênero de marketing, este transpõe sua consciência ecológica no seu comportamento de compra. Estes clientes estão assumindo pagar um preço maior por produtos que eles considerem ambientalmente adequados, pois admitem um valor agregado no que tange seu papel social.

Segundo Leite (2003), o canal reverso de ciclo fechado é motivado principalmente por interesses econômicos, tecnológicos, logísticos e legais. A limpeza de canal de distribuição é um dos motivos citados por Pires (2010) para se operar a LR. O varejista com estoque excedente, ao não conseguir vendê-lo, encontra a possibilidade de retornar estes produtos para o atacadista ou fabricante, e assim se restaura o fluxo de mercadorias no canal. A implementação dessa política de devolução através da LR é caracterizada como um diferencial competitivo, pois oferta uma vantagem diante dos seus concorrentes.

Sendo assim, a LR contribui com vantagem econômica para a empresa e utilizar-se dessa atividade pode gerar ganhos financeiros por diversos fatores. Na literatura Cruz et al. (2013) ressaltam quais são esses ganhos, para os autores podem ser concebidas reduções em custos de matéria-prima, investimentos em fábricas e recursos energéticos; novas oportunidades de negócio ao adentrar o mercado secundário e estabelecer-se em uma rede de distribuição reversa; subsídios governamentais; aumento do fluxo de caixa ao comercializar produtos secundários e aproveitamento do canal de distribuição já estabelecido para esse escoamento;



como também ganhos financeiros com imagem corporativa. Ou seja, o fluxo reverso pode gerar oportunidades financeiras que não são facilmente identificadas em um estudo superficial sobre o tema.


Para Nunes e Bennet (2010), outros benefícios considerados da LR, além da responsabilidade ambiental, consistem na redução de encargos ambientais no que diz respeito ao descarte dos produtos, como também na vantagem financeira de reuso de componentes e redução de custos com aterros. Costa e Valle (2006) acrescentam sobre os custos de descarte em aterros sanitários ao ressaltar que estes têm aumentado e a matéria-prima virgem está cada vez menos disponível, e logo, mais cara. Calderoni (1997) também aponta que os gastos com aterro sanitário estão cada vez mais custosos, diante do aumento da geração de resíduos sólidos, produzido pelo aumento do consumo e incentivado pelo modo de produção de descartabilidade e obsolescência programada.

Sendo assim, a Logística Reversa, além de oferecer benefícios econômicos à organização, sustenta um modelo de economia circular. Essa circularidade da linha de produção garante a sustentabilidade do negócio, uma vez que preserva uma boa porcentagem dos recursos naturais utilizados no processo, ao passo que também oferta redução de custos, proporcionando sustentabilidade econômica à empresa, tornando-se assim evidente as vantagens relacionadas à adoção da prática.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Logística Reversa conquistou espaço nas organizações a partir da mudança de perspectiva mundial sobre a sustentação de um modelo de produção que gerasse menos impactos negativos ao meio ambiente, ou seja, num molde sustentável. Essa perspectiva passou a ser valorizada pelos *stakeholders*: consumidores, governo e investidores, que a incluíram como uma de suas exigências, pressionando empresas do mundo todo a adotarem políticas ambientais.

A adoção do fluxo reverso às práticas ambientalistas se deu devido a sua potencialidade de reduzir impactos ambientais gerados pelo consumo de insumos no processo, seus resultados transitam entre redução na exploração de matéria-prima virgem, a partir da produção do recurso secundário; contenção no uso de aterros e diminuição da poluição gerada por resíduos expostos no meio ambiente.



Além da aderência à legislação ambiental, a LR oferece benefícios econômicos, ao propiciar redução de custos, tanto com matéria-prima, quanto com aterros, como também subsídios governamentais. Outro ponto importante seria a possibilidade de obter uma nova oportunidade de negócio ao adentrar numa rede de distribuição reversa e vender produtos no mercado secundário ou de inovar na política de fornecimento aos varejistas.

A partir do que foi dissertado é possível compreender que a LR é uma ferramenta de diferenciação amparada pela legislação e reforçada pelo público consumidor, que oferece diversas vantagens aos diferenciados níveis de empreendedores, seja a uma empresa com escala econômica que assume uma rede de distribuição reversa completa ou uma atividade de pequeno porte que apenas utiliza material secundário em seus processos.

Diante do cenário atual surgiu a necessidade, seja em qualquer nível e em qualquer papel: produtor, comerciante ou consumidor, de repensar individualmente que tipo de impacto o seu modo de consumo gera no meio ambiente e na comunidade em que se localiza, e não somente compreender, mas como também expandir essa percepção em práticas sustentáveis, através da inovação, como é o caso da implantação da Logística Reversa.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Antonia Maria dos Santos; FURTADO, Cora Franklina do Carmo. **Aplicação da logística reversa nas revendas de pneus em Fortaleza**. SemeAD XIII– Seminários em Administração, 2010.

BARBIERI, José Carlos. **Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos Modelos e Instrumentos**. 4 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. Humanitas Editora/FFLCH/USP. São Paulo, 1997.

CAMARGO, I.; SOUZA, A. E. **Gestão dos resíduos sob a ótica da logística reversa**. In: Encontro Nacional de Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 8., 2005, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: ENGEMA, 2005.

COSTA, Luciângela Galletti da; VALLE, Rogério. **Logística reversa: importância, fatores para a aplicação e contexto brasileiro**. III SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/artigos2006.php?pag=15>>. Acesso em: 22 de março de 2020.

CRUZ, C. A. B.; SANTANA, R. S.; SANDES, I. S. F. **A logística reversa como diferencial competitivo nas organizações**. Revista Científica do ITPAC, v. 6, n. 4, out 2013.



DIAS, Reinaldo. **Marketing Ambiental**. São Paulo: Atlas, 2007.

DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. 2 a ed. São Paulo: Atlas, 1999.

DRUWE, Daiane Martin. **O que a logística reversa representa hoje e para o futuro?** ABEPL - Associação Brasileira de Empresas e Profissionais da Logística.

GUARNIERI, Patrícia. **Logística Reversa: Em busca do equilíbrio econômico e ambiental**. Recife: Clube de Autores, 2011. 307 p.

Latinhas Campeãs. Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), São Paulo. Disponível em: <<http://abal.org.br/sustentabilidade/reciclagem/latinhas-campeas/>>. Acesso: 31 de março de 2020.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

LORA, E. **Prevenção e controle da poluição no setor energético industrial e transporte**. Brasília: ANEEL, 2000.

MALVAR, Gabriela Machado. **Logística reversa de embalagens retornáveis em uma empresa de refrigerantes do DF**. 2013. 86 f. Monografia (bacharelado) - Universidade de Brasília, Departamento de Administração, 2013.

MARCHESE, L. Q. **Logística reversa das embalagens e sua contribuição para a implantação da política nacional de resíduos sólidos**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, Rio Grande do Sul, 2013.

MORITZ, FLEISCHMANN, M., BEULLENS, P., BLOEMHOF-RUWAARD, J.M., WASSENHOVE, L.N.V. **The impact of product recovery on logistics network design**. In: Production and Operations Management; vol. 10; n.02, summer, 2001.

MULLER, C. F. **Logística Reversa, Meio-ambiente e Produtividade- Estudos realizados**. Santa Catarina: GELOG-UFSC, 2005.

NUNES, B.; BENNETT, D. **Green operations initiatives in the automotive industry: an environmental reports analysis and benchmarking study**. Benchmarking: Na International Journal, v. 17, n. 3, p. 396-410, 2010.

PIRES, Nara. **Logística reversa**. Centro Universitário Leonardo da Vinci, Indaial: Grupo UNIASSELVI, 2010.

RODRIGUES, G.; PIZZOLATO, N. **A logística reversa nos centros de distribuição de lojas de departamento**. In: Anais do XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2003.

SANTOS, Jaqueline Guimarães. **A logística reversa como ferramenta para a sustentabilidade: um estudo sobre a importância das cooperativas de reciclagem na gestão dos resíduos sólidos urbanos**. REUNA, Belo Horizonte, v.17, n. 2, abr./jun. 2012.



SILVA, A.; LEITE, P. **Empresas brasileiras adotam políticas de logística reversa relacionadas com o motivo de retorno e os direcionadores estratégicos?** Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA, São Paulo, v. 6, n. 2, maio/ago. 2012, p. 79- 92.

SRIVASTAVA, S. **Network design for reverse logistics.** The international journal of management science. v. 36, 2008, p. 535-548.

VAZ, J.C. **A delicada disputa pelas cabeças na evolução do serviço público no Brasil pós-redemocratização.** Cadernos ENAP, 2006.



CAPÍTULO 13

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO BIOLÓGICO ANAERÓBIO E AERÓBIO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO MAIS ESGOTO DOMÉSTICO

Gabriely Dias Dantas Tavares, Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental, UEPB
Evelyne Morgana Ferreira Costa, Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental, UEPB
Jefferson Santos de Amorim, Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental, UEPB
Valderi Duarte Leite, Doutor em Hidráulica e Saneamento, UEPB


RESUMO

A disposição inadequada de lixiviado de aterro sanitário pode gerar impactos ambientais negativos, de modo a comprometer a qualidade dos recursos ambientais, devido à sua elevada concentração de nitrogênio amoniacal, demanda química de oxigênio, demanda bioquímica de oxigênio, compostos recalcitrantes e significativas concentrações de metais pesados. O tratamento biológico conjugado de lixiviado de aterro sanitário mais esgoto doméstico têm se mostrado como alternativa bastante promissora para solucionar este problema. Sendo assim, este trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência do tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário mais esgoto doméstico em um sistema constituído de reator UASB seguido de filtro biológico percolador, em escala piloto. Para a realização do trabalho foi utilizado o lixiviado gerado no aterro sanitário da cidade de João Pessoa, e esgoto doméstico. A monitoração do sistema experimental foi realizada na Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgoto Sanitário da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande – PB, Brasil. O substrato utilizado para alimentação dos reatores foi preparado diariamente e consistiu da mistura de esgoto doméstico mais lixiviado de aterro sanitário. Os parâmetros monitorados semanalmente foram: pH, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitrato, alcalinidade total, AGV e DQO total e filtrada. O sistema de tratamento biológico (UASB+FBP) proporcionou uma eficiência de remoção de DQO total de 59,9 % e remoção de DQO filtrada de 44,1 %.

PALAVRAS-CHAVE: Lixiviado de aterro sanitário; esgoto doméstico; tratamento biológico; resíduos sólidos urbanos.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil vem experimentando um aumento do contingente populacional e isso tem repercutido diretamente na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU). A concentração da população em áreas urbanas resulta em ampliação na utilização dos recursos ambientais, cuja depleção ocorre tanto pela utilização para a produção e consumo, como pelos danos decorrentes do retorno dos resíduos à natureza, após sua utilização pelo homem (GODECKE et al., 2012).




Segundo os dados apresentados pela Secretária Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS, 2018), estima-se que no Brasil são coletadas diariamente aproximadamente 172 mil toneladas de RSU, onde 24,4% têm como destinação final os lixões e aterros controlados e 75,6% aterros sanitários.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) necessitam de destinação e tratamento adequado. Como opção técnica ambientalmente mais adequada para a destinação final dos RSU é sugerido o aterro sanitário (BRASIL, 2010). De acordo com Sá et al. (2012) cerca de 55% do peso dos resíduos sólidos urbanos é constituído de matéria orgânica putrescível. Como produto da degradação dessa fração é gerado o lixiviado de aterro sanitário, que é um resíduo líquido que apresenta coloração escura, alta concentração de matéria orgânica recalcitrante, de composição bastante variada, o que torna necessário serem estudadas técnicas alternativas que possam ser aplicadas no tratamento desse efluente.

O gerenciamento inadequado do lixiviado gerado em aterro sanitário pode causar impactos ambientais negativos, de forma a comprometer a disponibilidade e qualidade dos recursos naturais, devido a sua composição química complexa e seu elevado potencial poluidor. A disposição de forma inadequada desses resíduos apresenta uma ameaça à saúde pública e ao meio ambiente, e por isso, torna-se tão importante a realização do gerenciamento correto desses resíduos (DIAS, 2017).

O tratamento biológico combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico pode se constituir em uma alternativa bastante viável para o tratamento do efluente de aterros e vem sendo cada vez mais utilizado na resolução desse problema. De acordo com Couto et al. (2013), a escolha do tratamento aplicado ao lixiviado de aterro sanitário requer estudos minuciosos sobre sua viabilidade técnica e econômica. Para a realização desse tratamento são necessários: a viabilidade do transporte do lixiviado até a estação de tratamento de esgoto; a capacidade da estação em assimilar esse efluente; a compatibilidade do processo com as características desse material e a possibilidade do manejo do provável aumento da produção de lodo (MANNARINO et al., 2011).

A presente proposta é uma contribuição bastante relevante no campo de tratamento de lixiviado de aterro sanitário. O estudo se faz bastante oportuno e tem como objetivo colaborar para a discussão sobre as pesquisas desenvolvidas, procurando compreender quais as necessidades, as mudanças e parâmetros que orientam o trabalho. O desenvolvimento desta



pesquisa poderá contribuir na compreensão e solução do problema associado ao tratamento de lixiviado de aterro sanitário, devido às dificuldades e à sua complexidade.

Diante deste quadro, este trabalho tem como objetivo principal desenvolver uma alternativa que possibilite o tratamento de lixiviado de aterro sanitário. Para tanto, será avaliado a eficiência do tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico através de processos anaeróbio e aeróbio, em um sistema constituído de reator UASB e filtro biológico percolador, de modo que, possam ser fornecidas informações sobre as possíveis interferências no processo de tratamento, assim como, esclarecimentos sobre as condições e parâmetros ideais no tratamento.

REFERENCIAL TEÓRICO

Lixiviado de Aterro Sanitário


No Brasil, um dos métodos mais empregados na disposição dos resíduos sólidos urbanos (RSU) é o aterro sanitário, principalmente devido às suas vantagens quanto ao baixo custo e simplicidade. Entretanto, um dos problemas gerados pelos aterros é a produção de lixiviado, o que ocasiona um aumento no custo de disposição dos detritos (SILVA et al., 2016).

De acordo com Castilhos Jret al. (2003), os resíduos sólidos aterrados apresentam grande variedade química, e sofrem a influência de agentes naturais, como a chuva e microrganismos, que resultam em reações físico-químicas e biológicas. Durante esse processo de degradação ocorre a dissolução dos elementos minerais e o carreamento pela água de percolação das partículas finas e do material solúvel. O conjunto desses fenômenos ocasiona a geração do lixiviado de aterro sanitário.

O lixiviado de aterro sanitário apresenta, geralmente, elevadas concentrações de demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), nitrogênio amoniacal, toxicidade e compostos recalcitrantes, dificultando o tratamento via processos biológicos, principalmente os provenientes de aterros que apresentam idade elevada (AMOR et al., 2015; ZHANG et al., 2017).

Tratamento Conjugado de Lixiviado de Aterro Sanitário e Esgoto Doméstico

O tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico é uma alternativa que vem se desenvolvendo e está sendo cada vez mais aplicada para o tratamento simultâneo de efluentes distintos. Esta combinação possibilita uma redução significativa na



carga orgânica aplicada no sistema de tratamento e também possibilita o regulamento do requerimento nutricional dos sistemas biológicos.

De acordo com Oliveira et al. (2015), o tratamento conjugado de lixiviado com esgotos domésticos pode ser uma alternativa viável, em virtude do seu baixo custo e facilidade de operação. Em seu estudo, foi avaliado o processo de tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário em reator UASB seguido de filtro biológico percolador. A proporção de lixiviado utilizada no tratamento foi de 10%. O tratamento proporcionou uma eficiência de remoção de DQO total de 46% no reator UASB, e 57% no sistema UASB+FBP.

Silva (2014) analisou um sistema composto por reator UASB seguido de filtro aeróbio percolador, utilizado para tratar lixiviado de aterro sanitário conjugado com esgoto doméstico, na proporção de 1%, com o objetivo de remover material orgânico e nitrogenado em lixiviado. O estudo mostrou-se como uma alternativa viável e eficiente para o tratamento de lixiviado, obtendo eficiências de remoções de DBO₅ de 76%, DQO total de 89%, DQO solúvel de 73% e Nitrogênio Amoniacal de 61%.

Nitrificação

Com o intuito de promover um equilíbrio entre as vantagens e desvantagens dos sistemas de tratamento anaeróbio e aeróbio, estudos recentes demonstram que há viabilidade na combinação destes processos, em especial com uma primeira etapa anaeróbia seguida de um pós-tratamento aeróbio.

A utilização de filtros biológicos aeróbios no tratamento de lixiviado de aterro sanitário tem sido bastante empregada e tem apresentado bons resultados, especialmente no que se refere ao processo de nitrificação. Vale ressaltar que, os filtros aeróbios apresentam vantagens que os tornam viáveis quanto a sua empregabilidade, tais como: instalação barata, elevada tolerância às variações de carga orgânica e hidráulica e pouca necessidade de manutenção (COUTO et al., 2013).

A nitrificação ocorre em duas etapas sequenciais: a nitritação, com oxidação da amônia a nitrito pela ação das bactérias oxidadoras de amônia (BOA), e a nitratação, com a oxidação do nitrito a nitrato, pela ação de bactérias oxidadoras de nitrito (BON). Durante a reação de nitrificação observa-se a produção de íons de hidrogênio (H⁺), o que provoca o consumo de alcalinidade e torna esse parâmetro bastante importante durante o monitoramento do sistema experimental (COURTENS et al., 2014).

METODOLOGIA

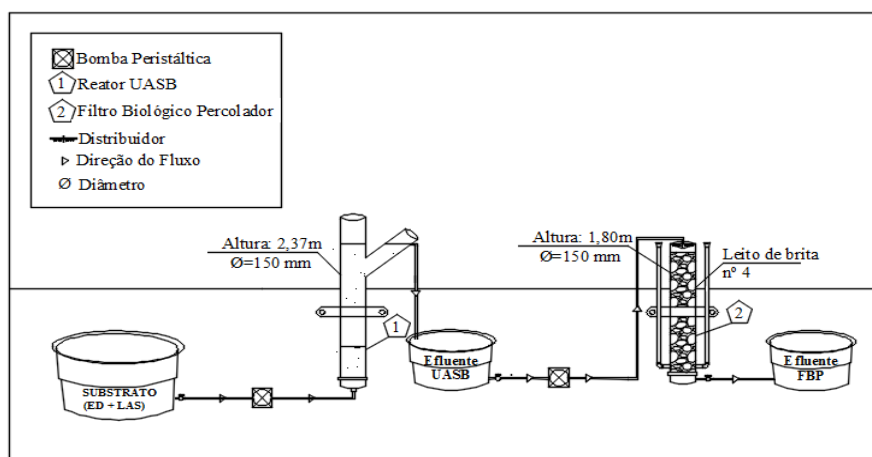
O estudo foi realizado nas dependências físicas da Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgoto Sanitário (EXTRABES), situada no município de Campina Grande, da Região Nordeste do Brasil, de clima tipicamente tropical, localizado a 120 km da capital João Pessoa, no Estado da Paraíba.

O lixiviado utilizado para a preparação do substrato que alimentou o sistema de tratamento biológico foi originado no Aterro Sanitário da cidade de João Pessoa, que possui uma área de 100 hectares e funciona desde agosto de 2003, sendo construído para ter uma vida útil de 25 anos (JOÃO PESSOA, 2014).

O substrato consistiu da mistura de 97,5 % de esgoto doméstico mais 2,5% de lixiviado de aterro sanitário (%v/v), de modo que se atingisse uma concentração média de nitrogênio amoniacal de 150mg.L^{-1} e 700mg.L^{-1} de DQO, sendo preparado diariamente e submetido à caracterização físico-química com frequência semanal. O esgoto doméstico utilizado para a preparação do substrato, foi proveniente de prédio residencial, localizado a 50 metros de distância das instalações físicas da EXTRABES.

O sistema de tratamento biológico combinado (anaeróbio/aeróbio) constituiu-se de um reator anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) e filtro biológico percolador (FBP). O sistema foi monitorado diariamente e consistiu de reatores em escala piloto, feito com tubos de PVC e instalado na área externa do laboratório. O substrato foi armazenado em caixa de polietileno e foram utilizados dois reservatórios para armazenamento dos efluentes do reator UASB e do FBP, segundo apresentado no desenho esquemático da Figura 2.

Figura 2: Desenho esquemático do sistema experimental de tratamento biológico.



Fonte: Autor (2019)

O filtro biológico percolador foi alimentado em fluxo intermitente, com tempo de duração de cada ciclo correspondente a 04 horas, totalizando um quantitativo de seis ciclos diários. As características técnicas e dimensões de cada unidade integrante do sistema combinado (UASB/FBP) estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Dados técnicos do sistema experimental

DADOS	REATOR UASB	FBP
Diâmetro do reator (m)	0,150	0,150
Altura (m)	2,37	1,80
Volume total do reator (L)	42	35
Espaço de vazios (%)	-	47

Para este estudo, foram realizadas coletas das amostras afluentes e efluentes de cada reator e submetidas à caracterização química, a fim de se determinar o acréscimo de cargas orgânicas e de nutrientes, assim como, compreender quais seriam as mudanças nos parâmetros físico-químicos.

O monitoramento do sistema experimental foi realizado através de coleta de amostras do lixiviado, substrato, efluente UASB e efluente do filtro biológico percolador. As análises foram realizadas em consonância com os métodos preconizados por APHA (2012). Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros monitorados e os procedimentos metodológicos, com suas respectivas referências.

Tabela 2: Parâmetros e procedimentos metodológicos avaliados no período de monitoramento do sistema de tratamento biológico.

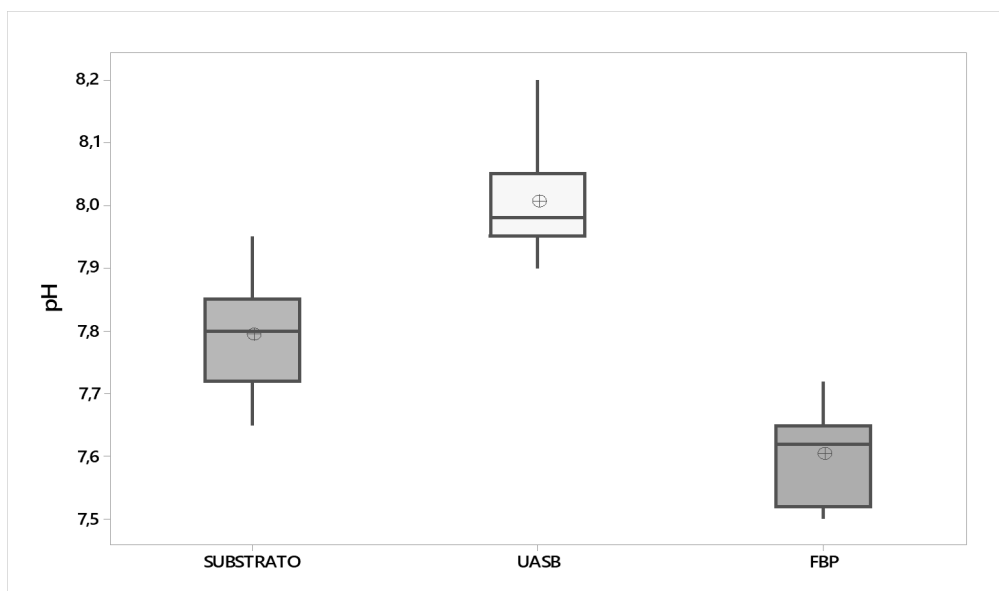
PARÂMETROS	MÉTODOS	REFERÊNCIAS
pH	Potenciométrico	APHA 4500 H ⁺ B
Alcalinidade Total (gCaCO₃/L)	Potenciométrico	APHA 2320 B
AGV (gH_{AC}/L)	Potenciométrico	APHA 2310 B
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	Titrimétrico	APHA 4500-NH ₃ B/C
DQO total (mgO₂/L)	Titulométrico	APHA 5220 C
DQO filtrada (mgO₂/L)	Titulométrico	APHA 5220 C
Nitrito (mg/L)	Colorimétrico	APHA 2500 NO ₂ ⁻ B
Nitrato (mg/L)	Colorimétrico	APHA 4500-NO ₃ ⁻ B

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos sistemas de tratamento biológico de resíduos líquidos, o pH é um parâmetro bastante importante e expressa a intensidade da condição ácida ou básica do meio. Analisando o comportamento do parâmetro pH (Figura 3), no substrato, observou-se que este variou de 7,65 a 7,95 . Durante a digestão anaeróbia, ocorrida no reator UASB, o pH atingiu valor médio correspondente a 8. Esse aumento do pH ocorreu devido a produção de alcalinidade pelas bactérias metanogênicas na forma de amônia, dióxido de carbono e bicarbonato(VAN HAANDEL e LETTINGA, 1994; METCALF e EDDY, 2016).

Segundo Metcalf e Eddy (2016), a faixa de pH onde ocorre o processo de nitrificação é de 7,5 a 8,6, e valores fora desse intervalo podem inibir o processo. No FBP o valor médio de pH é de 7,6 (Figura 3), indicando condições favoráveis ao processo de nitrificação.

Figura 3: Comportamento dos valores de pH no substrato, efluente UASB e efluente FBP

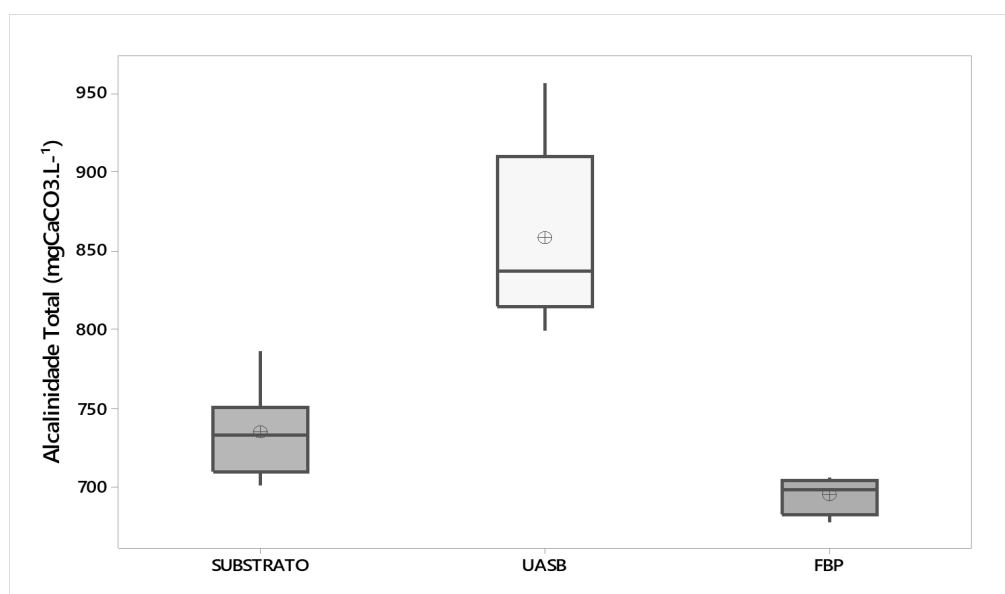


A alcalinidade é um parâmetro de monitoramento de extrema importância nos sistemas de tratamento biológico e é constituída por espécies químicas que poderão contribuir para o tamponamento dos processos biológicos de tratamento de resíduos, evitando variações bruscas do pH, que poderiam ter efeito inibidor aos microrganismos responsáveis pela realização do processo de nitrificação (OLIVEIRA,2015; MIORIM, 2017).

Na Figura 4, são apresentadas as concentrações da alcalinidade total do substrato afluente e dos efluentes do reator UASB e filtro biológico percolador (FBP). No substrato afluente, a concentração média de alcalinidade total foi de 735,3 mgCaCO₃.L⁻¹. No reator

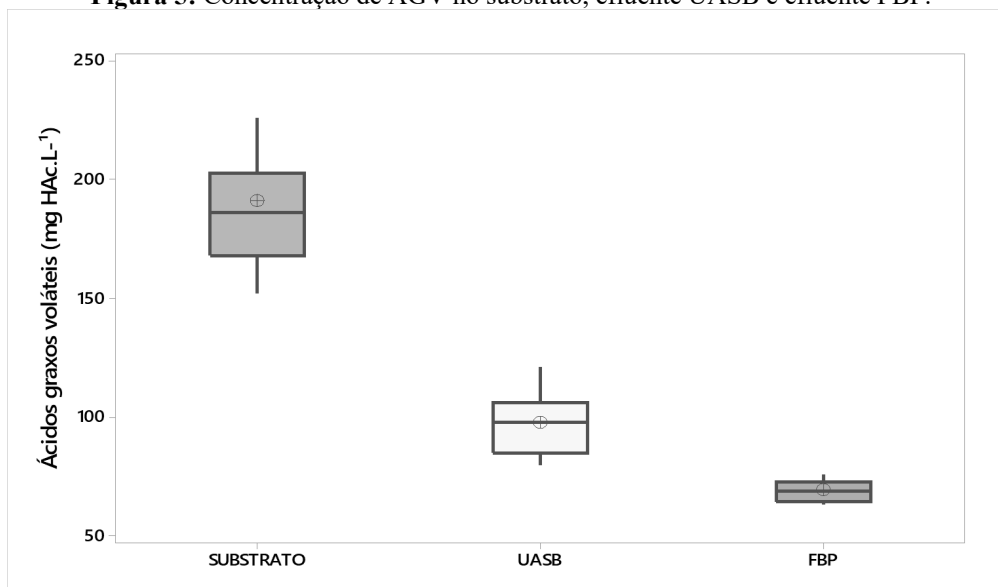
UASB houve um aumento da concentração de alcalinidade total, conferindo capacidade de tamponamento e alcançando uma concentração média de $858,3 \text{ mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$. Este acréscimo está diretamente relacionado às reações de amonificação e remoção de ácidos graxos voláteis (VAN HAANDEL E LETTINGA, 1994). No FBP observa-se redução da alcalinidade total devido a oxidação do nitrogênio amoniacal a nitrito. O consumo médio de alcalinidade total no FBP foi de $163 \text{ mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$, apresentando efluente com concentração média de $695,3 \text{ mgCaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$.

Figura 4: Concentração de alcalinidade total no substrato, efluente UASB e efluente FBP.



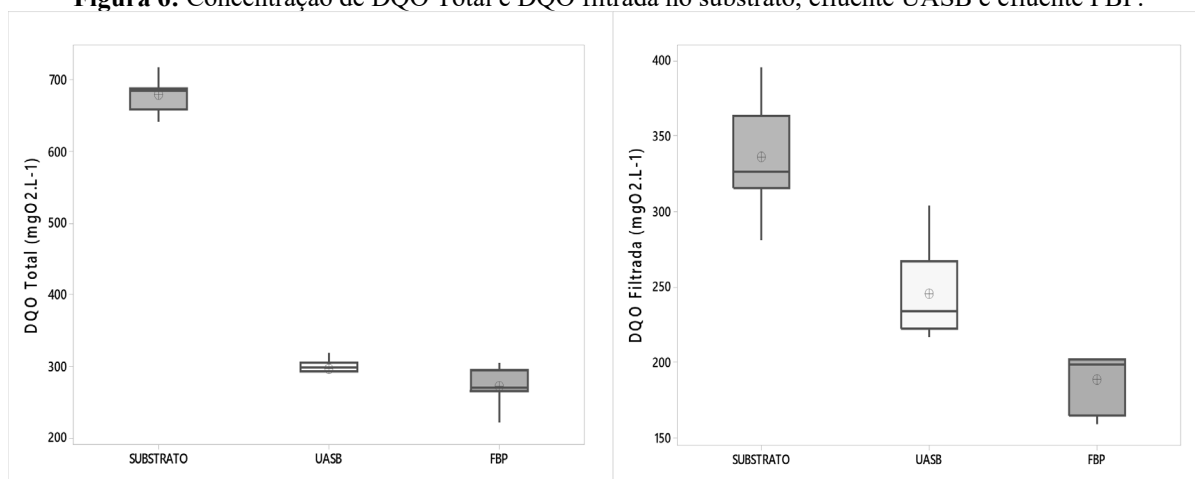
Os dados da concentração média de ácidos graxos voláteis (AGV) do substrato afluente, dos efluentes do reator UASB e do FBP estão apresentados na Figura 5. A concentração média de AGV do substrato afluente foi de $191 \text{ mgHAc}\cdot\text{L}^{-1}$, e os efluentes do reator UASB e do FBP mantiveram-se com concentrações médias de 97 e $69 \text{ mgHAc}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente. O sistema apresentou eficiência de remoção de AGV de $63,9 \%$. Este decréscimo nos valores de AGV ocorre devido à assimilação dos ácidos graxos voláteis e conversão a metano, pelas arqueasmetanogênicas (OLIVEIRA, 2015).

Figura 5: Concentração de AGV no substrato, efluente UASB e efluente FBP.



Conforme apresentado na Figura 6 (a), a concentração média de DQO total do substrato afluente foi de 679 mg.L⁻¹. No reator UASB foi possível obter eficiência de remoção de 56,4 %, com concentração média de 296 mg.L⁻¹. O sistema (UASB+FBP) apresentou eficiência de remoção de DQO total de 59,9%. Miorim (2017) analisou o desempenho de reator UASB no tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico (3% de LAS) e obteve resultados semelhantes, alcançando uma eficiência de 54,7% na remoção de DQO total.

Figura 6: Concentração de DQO Total e DQO filtrada no substrato, efluente UASB e efluente FBP.



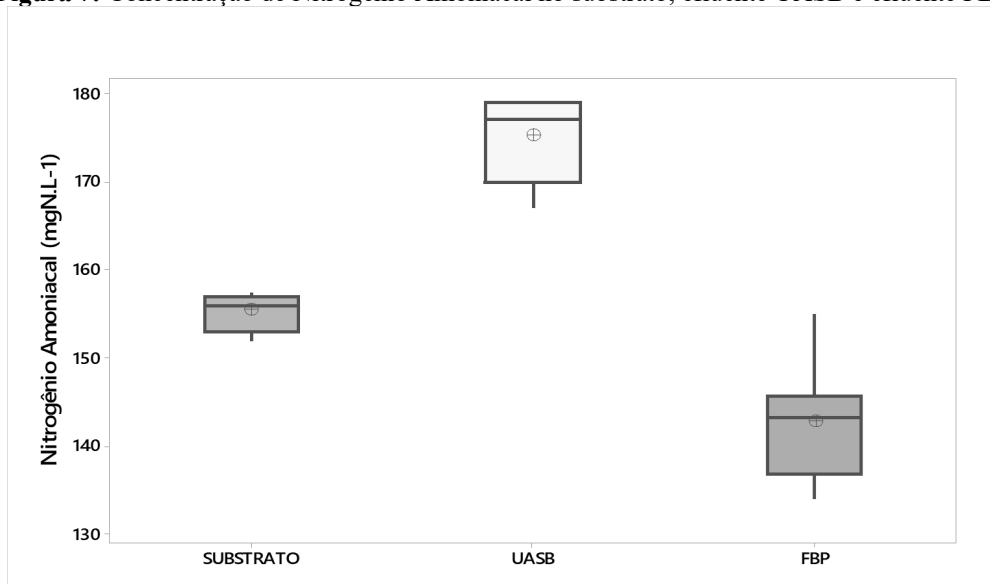
(a)(b)

Na Figura 6 (b) estão apresentados os dados da DQO filtrada do substrato afluente e dos efluentes do reator UASB e do FBP. Observa-se que o substrato afluente apresentou concentração média de DQO filtrada de 336,4 mgO₂.L⁻¹. O efluente do reator UASB apresentou concentração média de 245,6 mgO₂.L⁻¹, ocorrendo a remoção de 26,9 % da DQO afluente. O

efluente final, após FBP apresentou concentrações em torno de $188 \text{ mgO}_2 \cdot \text{L}^{-1}$, alcançando uma remoção de 44,1 %.

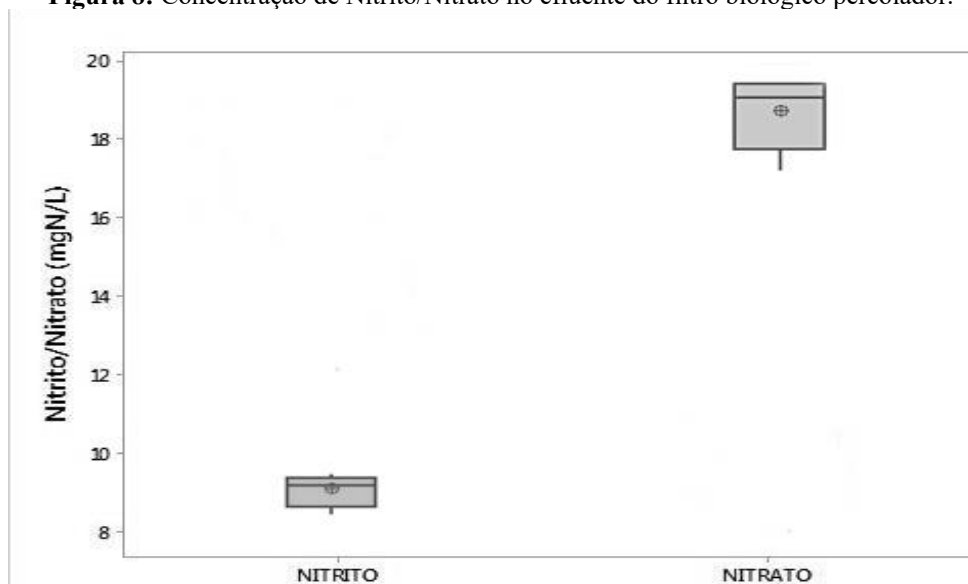
De acordo com a Figura 7, a concentração média de nitrogênio amoniacal do substrato afluente foi de $155,5 \text{ mg N-NH}_4^+ \cdot \text{L}^{-1}$. O reator UASB apresentou aumento na concentração de nitrogênio amoniacal, devido a etapa de amonificação, produzindo efluente cuja concentração corresponde a $175,3 \text{ mg N-NH}_4^+ \cdot \text{L}^{-1}$. No FBP ocorre a conversão do nitrogênio amoniacal, na presença de oxigênio, a nitrito e, posteriormente a nitrato, durante o processo de nitrificação. A eficiência média de remoção de nitrogênio amoniacal no efluente do FBP foi de 10,71 %, produzindo efluente com concentração de $142,8 \text{ mg N-NH}_4^+ \cdot \text{L}^{-1}$.

Figura 7: Concentração de Nitrogênio Amoniacal no substrato, efluente UASB e efluente FBP.



Os dados referentes ao processo de nitrificação no filtro biológico percolador são apresentados na Figura 8. Observa-se que a concentração média de nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) foram de $9,88 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ e $18,23 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, respectivamente. Tais valores indicam que o FBP não apresentava condições satisfatórias de conversão de nitrogênio amoniacal a nitrito e, posteriormente a nitrato. As concentrações de amônia apresentaram valores elevados, necessitando de maior tempo de operação para avaliação, visto que o FBP foi operado por curto período.

Figura 8: Concentração de Nitrito/Nitrato no efluente do filtro biológico percolador.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reator UASB apresentou bom desempenho na remoção de material carbonáceo, propiciando eficiências de 56,4% de DQO total e 26,9% de DQO filtrada, no entanto, produziu efluente com elevadas concentrações de cargas poluidoras, necessitando de um pós-tratamento. O sistema (UASB+FBP) se mostrou eficiente na remoção de material carbonáceo, removendo 44,1% de DQO filtrada e 59,9% de DQO total.

O sistema se mostrou eficiente na remoção de material carbonáceo, no entanto, as concentrações dos parâmetros analisados encontram-se com valores que não atendem aos padrões de lançamento em corpos aquáticos, necessitando de otimização no processo de tratamento.

O filtro biológico percolador apresenta-se como uma boa alternativa quanto ao processo de nitrificação, devido o seu baixo custo e viabilidade, no entanto, necessita de maior tempo de operação para a obtenção de dados mais confiáveis, visto que as concentrações de amônia apresentaram valores elevados.

Para futuras pesquisas ficam como sugestões analisar proporções maiores de lixiviado de aterro sanitário, monitoramento das espécies microbianas presentes no lodo anaeróbio e como estes microrganismos se comportam mediante a adição de lixiviado de aterro sanitário no processo de tratamento.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20. ed. Washington, D.C.: APHA; AWWA; WPCF, 2012.

AMOR, C.; TORRES-SOCÍAS, E.; PERES, J.A.; MALDONADO, M.I.; OLLER, I.; MALATO, S.; LUCAS, M.S. Mature landfill leachate treatment by coagulation/flocculation combined with Fenton and solar photo-Fenton processes. *Journal of Hazardous Materials*, v. 286. p. 261-268, 2015.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF, 2 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2018. Brasília: SNS/MDR, 2019. 247 p. : il.

CASTILHOS JR, A.B.; MEDEIROS, P.A.; FIRTA, I.N.; LUPATINI, G.; SILVA, J.D. (2003) Principais processos de degradação de resíduos sólidos urbanos. In: CASTILHOS JR, A.B. (Coord.) Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES.

COURTENS, E. N. P.; BOON, N.; DE SCHRYVER, P.; VLAEMINCK, S. E. Increased salinity improves the thermotolerance of mesophilic nitrification. *Environmental Biotechnology*, v. 98, p. 4691-4699, 2014.


COUTO, M. C. L.; BRAGA, F. S.; LANGE, L. C. Tratamento de lixiviado por infiltração rápida como alternativa para cidades de pequeno porte. *Engenharia Sanit. Ambient*, v. 18, n.3, p. 223-234, 2013.

DIAS, A. C. Lodos Ativados com Adição de Carvão Ativado no Tratamento Combinado de Lixiviado de Aterro Sanitário e Esgoto Doméstico. 71p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental, Meio Ambiente). Instituto de Tecnologia. Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

GODECKE, M. V.; NAIME, R.H.; FIGUEIREDO, J. A. S.; O consumismo e a Geração de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil. *Revista Elet. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v(8), nº 8, p. 1700-1712, 2012.

OLIVEIRA, E. G.; LEITE, V. D.; SILVA, R. B.; HENRIQUE, I. N.; BARROS, A. J. M. Tratamento anaeróbio e aeróbio de lixiviado de aterro sanitário. *Revista AIDIS*, Vol. 8, No. 3, 360 – 371, 2015.

MANNARINO, C. F.; FERREIRA, J. A.; MOREIRA, J. C. T. Tratamento combinado de lixiviado de aterros de resíduos sólidos urbanos e esgoto doméstico como alternativa para a solução de um grave problema ambiental e de saúde pública – revisão bibliográfica. *Cad.Saúde Colet.*, v.19, n. 1, p. 11 – 19, 2011.



MIORIM, M. Tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico por processo anaeróbio em reator UASB. 87f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Unisinos, São Leopoldo, 2017.

METCALF e EDDY.Inc. Wasterwater Engineering treatment disposal and reuse.4 ed., New York, McGraw – Hill Book, 1815p. 2016.

SÁ, L. F.; JUCÁ, J. F. T.; MOTTA SOBRINHO, M. A. Tratamento do lixiviado de aterro sanitário usando destilador solar. *Revista Ambiente & Água*, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 204-217, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.815>.

SILVA, F.C.V.; FONSECA, A.; SARAIVA, A.I.; BOAVENTURA, R.A.R.; VILAR, J.P.V. Scale-up and cost analysis of a photo-Fenton system for sanitary landfill leachate treatment, *Chemical Engineering Journal*, v. 283, p. 76-88, 2016.

SILVA, R. B. Tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico por processo anaeróbio seguido de aeróbio. 2014. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2014.

VAN HAANDEL, A. C., LETTINGA, G. Tratamento Anaeróbio de Esgotos: Um Manual para Regiões de Clima Quente. Campina Grande: Epgraf, 1994, 240 p.

ZHANG, F.; PENG, Y.; MIAO, L.; WANG, Z.; WANG, S.; LI, B. A novel simultaneous partial nitrification Anammox and denitrification (SNAD) with intermittent aeration for cost-effective nitrogen removal from mature landfill leachate. *Chemical Engineering Journal*, v. 313, p. 619-628, 2017.



CAPÍTULO 14

REMOÇÃO DE NITROGÊNIO: UMA REVISÃO NO TRATAMENTO COMBINADO DE LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E ESGOTO DOMÉSTICO

Gabriely Dias Dantas Tavares, Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental, UEPB
Evelyne Morgana Ferreira Costa, Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental, UEPB
Jefferson Santos de Amorim, Mestrando em Ciência e Tecnologia Ambiental, UEPB
Valderi Duarte Leite, Doutor em Hidráulica e Saneamento, UEPB

RESUMO


O desenvolvimento do tema proposto tem por objetivo propiciar um entendimento geral sobre o processo de remoção de nitrogênio em sistemas de tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico. Este trabalho apresenta uma revisão sobre a remoção biológica de nitrogênio e os principais parâmetros intervenientes na remoção deste nutriente, dando ênfase aos processos de amonificação, nitrificação e desnitrificação. Objetiva-se demonstrar quais técnicas são utilizadas, a complexidade do processo e a eficiência de remoção alcançada nos sistemas de tratamento avaliados. Diversos estudos tem analisado a remoção de nutrientes através de processos físico-químicos e biológicos. Dentre os sistemas de tratamento avaliados, foram utilizados: *airstripping*, precipitação química, lagoas de estabilização, lodos ativados, reator UASB seguido de filtro aeróbio percolador, sistema aeróbio/Fenton/anóxico/aeróbio. Os estudos analisados demonstraram que com ou sem pré-tratamento do lixiviado de aterro sanitário, apresentaram redução significativa de nitrogênio.

PALAVRAS-CHAVE: Lixiviado de aterro sanitário, esgoto doméstico, amonificação, nitrificação e desnitrificação.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a poluição dos corpos hídricos por nutrientes tem aumentado consideravelmente e gerado grande impacto eutrofizante. Diante disso, é importante ressaltar a relevância dos tratamentos biológicos que promovem a remoção do nitrogênio presente em efluentes, reduzindo de forma significativa o impacto ambiental causado sobre os cursos hídricos receptores e à biota aquática, devido à toxicidade de algumas espécies nitrogenadas, especialmente o nitrogênio amoniacal na forma gasosa (NH_3) (GREENE et al., 2011; HENRIQUE et al., 2010; HU et al., 2013).

O nitrogênio é um elemento químico bastante importante e encontra-se presente em vários tipos de resíduos líquidos. Diversas tecnologias têm sido utilizadas no tratamento de



águas residuárias, e estas dependem diretamente do ciclo bioquímico do nitrogênio, o qual se divide nas etapas de amonificação, nitrificação e desnitrificação (PHILIPS, 2008).


A geração de lixiviado de aterro sanitário é um dos principais problemas ocasionados pela degradação da matéria orgânica putrescível presente nos resíduos aterrados. O lixiviado tem origem da umidade natural dos resíduos e da percolação da água pluvial pelas diversas camadas do aterro, que promovem o carreamento de diversas substâncias, dentre elas, o nitrogênio amoniacal. Esse resíduo líquido produzido tem composição variável, pois depende entre outras coisas, do material depositado, e da idade do aterro (MAIA et al., 2015).

Uma das formas para obter a remoção de compostos nitrogenados em resíduos líquidos, seria através do processo de nitrificação seguido pela desnitrificação, que consiste na oxidação da amônia a nitrito, e posteriormente, a nitrato, seguida da redução biológica de nitrato para nitrogênio gasoso. A desnitrificação ocorre quando há baixa disponibilidade de oxigênio molecular, o que possibilita a utilização do nitrato e outras formas de nitrogênio como aceptores de elétrons na respiração realizada pelas bactérias desnitrificantes. Entre os fatores que afetam esse processo, podem ser mencionados: pH, temperatura, relação C/N, a concentração de oxigênio dissolvido e a qualidade e quantidade das fontes de carbono (TONETTI et al., 2013; ZOPPAS et. al, 2016)

O lançamento de efluentes em corpos hídricos sem o devido tratamento provoca sérios desequilíbrios ao ecossistema e à vida dos seres vivos. Alguns efluentes apresentam elevadas concentrações de material nitrogenado e carbonáceo, que provocam o consumo de oxigênio e consequente eutrofização do meio aquático. A disposição inadequada de efluentes advindos de diversas atividades no meio ambiente pode provocar a contaminação do solo e dos recursos hídricos, assim como, causar danos aos seres vivos presentes.

Para tanto, é necessário que haja um tratamento adequado dos efluentes, para seu posterior lançamento, sem causar danos ao meio ambiente. Diversas configurações de sistemas de tratamento têm sido estudadas para melhorar a remoção biológica de nitrogênio mediante o processo de nitrificação e desnitrificação.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo apresentar, por meio de uma pesquisa bibliográfica, uma revisão sobre a remoção biológica de nitrogênio em efluente composto por lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico e avaliar a influência que determinados



parâmetros tem sobre o processo, dando ênfase aos processos de amonificação, nitrificação e desnitrificação.

REFERENCIAL TEÓRICO

Lixiviado de Aterro Sanitário

No Brasil, um dos métodos mais empregados na disposição final de resíduos sólidos urbanos (RSU) é o aterro sanitário. Entretanto, um dos problemas gerados pelos aterros é a produção de lixiviado, o que ocasiona o aumento no custo de disposição final dos resíduos (SILVA et al., 2016).

Lixiviado de aterro sanitário é uma matriz aquosa de alta complexidade e variabilidade, produzido durante a decomposição dos resíduos sólidos em aterros sanitários, sendo resultante da degradação física, química e biológica dos resíduos e da percolação das águas pluviais. Apresenta, geralmente, em sua composição química, elevados teores de compostos orgânicos e inorgânicos, na forma dissolvida e coloidal; coloração escura e concentração variável (metais pesados, compostos xenobióticos, nitrogênio amoniacal, entre outros). Tais características dificultam o tratamento via processos biológicos, principalmente os provenientes de aterros que apresentam idade elevada (KJELDSSEN et al., 2002; AMOR et al., 2015; ZHANG et al., 2017).

A composição química do lixiviado de aterro sanitário é altamente variável e geralmente não há informações necessárias sobre a toxicidade dos compostos presentes (BOONNORAT et al., 2018). Entre seus componentes incluem-se compostos orgânicos dissolvidos, compostos orgânicos voláteis, substâncias húmicas e fúlvicas, macromoléculas inorgânicas (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Cl^- , SO_4^- , HCO_3^-), metais pesados potencialmente tóxicos (Cd^{+2} , Cr^{+3} , Cu^{+2} , Pb^{+2} , Ni^{+2} , Zn^{+2}), compostos xenobióticos (hidrocarbonetos aromáticos, fenóis e pesticidas). A maioria destes compostos é considerada persistente no meio ambiente, podendo apresentar características carcinogênicas. Tais características justificam a importância do tratamento do lixiviado para fins de atendimento às normas cabíveis de descarte em águas superficiais (ABBAS et al., 2009; PENG, 2013; RIGOBELLO et al., 2015).

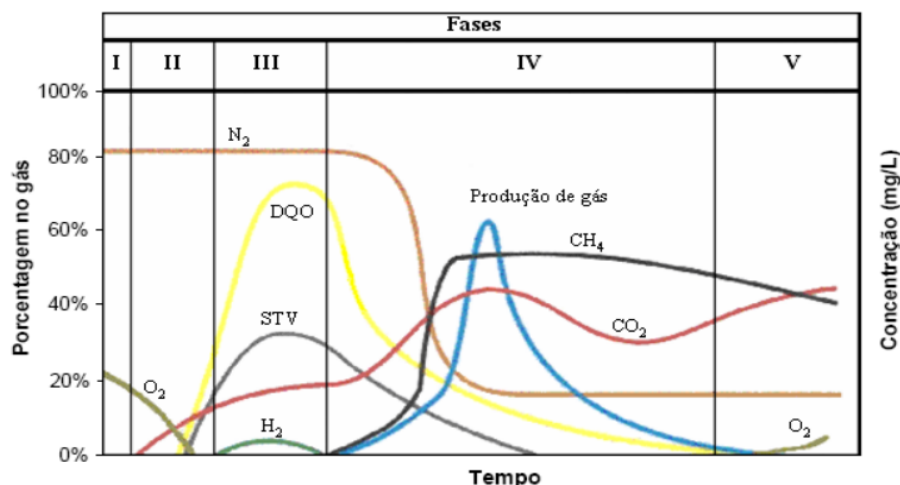
Dentre os fatores mais importantes que interferem na produção de lixiviado de aterro sanitário e na sua composição química podem ser citados: características físicas do resíduo (composição, granulometria, idade); condições ambientais (geologia, regime pluviométrico,

temperatura, condições climáticas); características do aterro (aspectos construtivos, grau de compactação dos resíduos, propriedades do terreno, idade do aterro) e o grau de estabilização (hidrólise, adsorção, biodegradação, dissolução, diluição, troca iônica) (KJELDSEN et al., 2002; KURNIAWAN et al., 2006; RENOUE et al., 2008).

Segundo Castilhos Jret al. (2003), os resíduos sólidos urbanos aterrados apresentam composição química variada, e sofrem influência de agentes naturais, como a chuva e microrganismos, que resultam em reações biológicas. Durante esse processo de degradação ocorre a dissolução dos elementos minerais e o carreamento pela água de percolação das partículas finas e do material solúvel. O conjunto desses fenômenos ocasiona a geração do lixiviado de aterro sanitário.


O modelo mais recente que descreve a sequência do processo de biodegradação que ocorre em um aterro sanitário até sua estabilização foi proposto por Pohland e Harper (1986). A Figura 1 apresenta o comportamento temporal dos diversos elementos que participam das cinco etapas do modelo de Pohland e Harper. Esse comportamento foi observado em um aterro experimental em escala piloto. O lixiviado foi recirculado a fim de aperfeiçoar o processo de estabilização (POHLAND; HARPER, 1986).

Figura 1: Processo de degradação dos resíduos sólidos urbanos em aterro sanitário



Fonte: POHLAND e HARPER (1986)

Analisando o modelo apresentado na Figura 1, o processo de degradação de resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários é dividido em cinco fases. Na fase inicial (Fase I), o oxigênio presente no meio é rapidamente consumido, resultando na produção de dióxido de carbono e no aumento da temperatura interna das células. Esta fase é de curta duração e o



lixiviado é produzido a partir da umidade dos resíduos aterrados. Na fase de transição (Fase II), ocorre a mudança de um ambiente aeróbio (oxidante) para um sistema anaeróbio (reductor), quando a capacidade de campo é alcançada, que é o limite máximo que o resíduo pode reter umidade, há aumento na produção de ácidos graxos voláteis (AGV). Já na fase de acidificação (Fase III) anaeróbia, ocorre a hidrólise dos resíduos, produção elevada de ácidos graxos voláteis e diminuição do pH para uma faixa de 5,5 a 6,5. Durante a Fase IV, ocorre o aumento do pH, devido ao consumo dos ácidos intermediários, e a intensificação na taxa de produção de gás metano e dióxido de carbono, sendo reduzida a carga orgânica presente no lixiviado. Na Fase V, ocorre a redução da atividade microbiana, e conseqüentemente há diminuição na produção de biogás; a biodegradação persiste lentamente podendo haver a formação de substâncias húmicas (MORAVIA et al., 2011; POHLAND, HARPER, 1986).


O lixiviado produzido nos aterros sanitários é dependente de diversos fatores e apresenta significativas variações na sua composição em função da idade do aterro, o que está relacionado ao estado de degradação dos resíduos aterrados, pelo qual é considerado o parâmetro mais aceitável para a classificação do lixiviado (KJELDSEN et al., 2002; KLIMIUK e KULIKOWSKA, 2006; RENOUE et al., 2008).

Lixiviado de aterro sanitário apresenta diversos riscos ao meio ambiente e deve ser coletado de forma adequada e tratado antes de ser lançado ao meio. Diversos estudos têm avaliado formas de tratar o lixiviado para que este possa ser descartado com segurança, e assim, atender aos padrões estabelecidos pelas normas ambientais.

Amonificação

No lixiviado de aterro sanitário, as elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal são advindas do processo de decomposição anaeróbia, onde o material nitrogenado presente nos resíduos sólidos urbanos é convertido a diversos produtos, dentre eles, a amônia. Esse nitrogênio amoniacal pode ser biologicamente convertido a nitrito, e posteriormente a nitrato, através de um processo aeróbio. Por meio de dois processos sequenciais, a nitrificação e a desnitrificação, é possível a remoção do nitrogênio presente.

No esgoto doméstico, o nitrogênio encontra-se na forma orgânica e na forma de amônia, e em quantidades extremamente pequenas de nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). Cerca de 60% do nitrogênio apresenta-se na forma orgânica, sendo formada por ureia, aminoácidos e proteínas e 40% na forma de nitrogênio amoniacal, que pode ocorrer tanto na forma gasosa (NH_3), como



na forma iônica (NH_4^+). No sistema de tratamento biológico, o nitrogênio presente pode ser transformado em outras formas, de acordo as condições do meio (RIDZUAN et al., 2018).

No processo de amonificação (Equação 1), o nitrogênio orgânico é convertido em íon amônio ou amônia por meio da ação de bactérias e reações bioquímicas catalisadas por enzimas. Esse processo é denominado amonificação devido à formação de amônia como produto da reação. Nesta reação, observa-se que além da formação de amônia, há também produção de hidroxila (OH^-), o que pode favorecer o processo de nitrificação, visto que nesta etapa há consumo de alcalinidade e redução do pH (METCALF & EDDY, 2003).

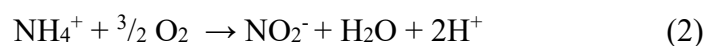


A amonificação é uma das etapas limitantes do processo de nitrificação e quando esse processo não é realizado, há comprometimento da taxa de nitrificação. O nitrogênio amoniacal pode ser removido de efluentes por meio de duas etapas sequenciais, a nitrificação e a desnitrificação. Desse modo, o processo de nitrificação ocorre em duas fases: a nitritação, com oxidação da amônia a nitrito, e a nitratação, com a oxidação do nitrito a nitrato (PAN et al., 2012).

Nitrificação

A nitrificação é um processo biológico no qual ocorre a conversão de nitrogênio amoniacal a nitrito e, posteriormente, a nitrato. Esse processo ocorre em condições aeróbias, no qual é necessário atender algumas exigências, tais como, oxigênio dissolvido suficiente para manter as condições adequadas ao desenvolvimento de bactérias nitrificantes (LIU et al. 2017; ZENATTI et al., 2009; DERKS, 2007).

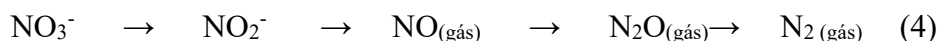
As bactérias oxidadoras de amônia são responsáveis por uma das etapas da nitrificação, a nitritação. Na nitritação, as bactérias realizam a oxidação do nitrogênio amoniacal a nitrito (N-NO_2^-) (Equação 2) e, em seguida, no processo de nitratação, as bactérias oxidadoras de nitrito (BON) oxidam o nitrito a nitrato (N-NO_3^-) (Equação 3). No processo de nitrificação ocorre apenas a oxidação do nitrogênio amoniacal a nitrato, no entanto, não há remoção de nitrogênio, que é alcançada na ausência de oxigênio, no processo de desnitrificação (VAN KESSEL et al., 2015).



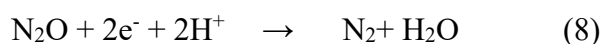
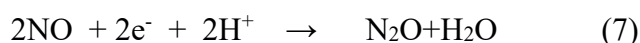
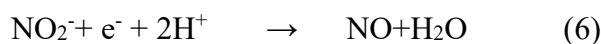
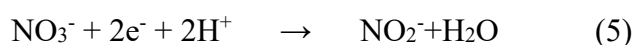
Desnitrificação

O processo de desnitrificação ocorre quando o oxigênio torna-se limitante para a respiração aeróbia e há presença de nitrato (NO_3^-) no meio, e então, diz-se que o ambiente tornou-se anóxico. Nesse ambiente, o nitrato passa a ser utilizado como acceptor final de elétrons após a ausência do O_2 .

Segundo Tavares (2017), para que a desnitrificação ocorra e haja a remoção do nitrogênio por via biológica é necessário uma reação redox para obtenção de energia de compostos orgânicos. A combinação de sistemas de remoção de matéria orgânica e nutrientes pode prejudicar o processo de desnitrificação, principalmente pela ausência de fonte de carbono para as bactérias desnitrificantes, pois a quase totalidade da matéria orgânica afluente ao sistema pode ter sido removida nas etapas anteriores à desnitrificação. A desnitrificação segue a sequência de reações mostrada na (Equação 4), sendo que em cada etapa atua uma enzima redutase específica, associada às transformações.




De acordo com Pan et al. (2012), o N_2O pode acumular, sob certas condições, e ser liberado para a atmosfera. As enzimas envolvidas no processo de desnitrificação são: nitrato redutase (Equação 5), nitrito redutase (Equação 6), óxido nítrico redutase (Equação 7) e óxido nitroso redutase (Equação 8). As equações abaixo exemplificam as reações catalisadas por essas quatro enzimas, respectivamente.



METODOLOGIA

Este trabalho foi elaborado a partir de uma revisão bibliográfica, e realizado um levantamento qualitativo das publicações acerca do processo de remoção de nitrogênio e suas aplicações no tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico. Do ponto de vista técnico, este trabalho é classificado como uma pesquisa bibliográfica.



Para o levantamento bibliográfico foi utilizado à revisão sistemática de literatura que consiste em uma maneira de identificar, avaliar e interpretar os dados das pesquisas, revisar as tendências evidentes sobre um determinado tema, e assim, identificar quais são as lacunas existentes no meio acadêmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO


O processo de remoção de nitrogênio é controlado por uma série de reações bioquímicas que fazem parte do ciclo do nitrogênio, ocorrendo de forma natural no meio ambiente. Diversos estudos tem avaliado o potencial do tratamento de efluentes com ênfase na remoção de nutrientes e quais fatores são intervenientes nesse processo.

Processos físico-químicos e biológicos têm sido utilizados para o tratamento de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico. No Brasil, o tratamento biológico é o mais utilizado, devido à facilidade e o baixo custo, no entanto, esse tratamento é limitado pela taxa de biodegradabilidade do lixiviado, que tende a diminuir para aterros sanitários mais velhos (MAIA et al., 2015).

Campos et al. (2013) estudaram o processo de *airstripping* com o intuito de remover nitrogênio amoniacal de lixiviado de aterro sanitário. Nesse tratamento foram avaliados o efeito do pH, temperatura e alcalinidade. Foram observados melhores resultados a uma temperatura de 60°C, sendo a remoção de nitrogênio amoniacal superior a 95%. A alcalinidade teve uma forte influência sobre o processo de remoção de nitrogênio amoniacal. Foi observado que à medida que a alcalinidade decresceu, a concentração de amônia também e isso ocorreu devido à remoção de CO₂, que causou o aumento do pH e, conseqüentemente, favoreceu a remoção da amônia.

Brennan et al., (2016) avaliaram o desempenho da operação de três estações de tratamento de esgoto doméstico que recebiam lixiviado de aterro sanitário, e concluíram que que o recebimento de lixiviado nestas estações municipais era a solução mais viável para realizar o tratamento de lixiviado de aterros sanitário naquele local.

Huang et al., (2009) avaliaram um sistema de tratamento combinado que consistia de um reator anaeróbico de fluxo ascendente e manta de lodo e um biorreator anóxico/aeróbico com o objetivo de tratar lixiviado de aterro sanitário contendo elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal e baixa razão DQO/N. Os resultados obtidos indicaram que o material carbonáceo foi removido pelo UASB e o nitrogênio amoniacal foi removido através da nitrificação no



tanque anóxico/aeróbio. A eficiência de remoção de DQO atingiu 55%. A eficiência de remoção de N-NH_4^+ foi superior a 85% no reator aeróbio. Os resultados também mostraram que uma quantidade significativa de nitrogênio foi removida via processo de desnitrificação no tanque anóxico. A taxa de remoção de nitrogênio total (NT) atingiu 65%.


Hu et al., (2017) analisaram um sistema aeróbio/Fenton/anóxico/aeróbio em escala piloto para o tratamento de lixiviado de aterro sanitário. Os resultados obtidos indicaram uma taxa de remoção de N-NH_4^+ de 80%. Através do processo de nitrificação e desnitrificação, a eficiência de remoção de nitrogênio total foi de 75%.

Silva (2009) avaliou a remoção de nitrogênio amoniacal por meio de precipitação sob a forma de estruvita e em seguida aplicou o processo de lodo ativado, a vantagem deste processo está na geração de um efluente final que pode ser utilizado como fertilizante, o estudo alcançou remoção de nitrogênio amoniacal de 90% para ensaio com uma proporção volumétrica de 10% de lixiviado para 90% de esgoto. Constatando-se ainda, que a remoção de amônia tenha ocorrida por arraste e/ ou adsorção no lodo e não por nitrificação, pois o aumento do pH favorece o processo de remoção de amônia em sua forma livre (NH_3).

Albuquerque (2012) avaliou o tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário em sistema de lodos ativados onde, o substrato era composto por lixiviado pré-tratado (alcalinizado e com remoção de nitrogênio amoniacal por *air stripping*) e esgoto sanitário, em proporções de 5% de lixiviado e 95% de esgoto, obtendo um efluente final com remoção de 95% de nitrogênio amoniacal. Durante o tratamento, foi possível constatar que ocorreu o processo de nitrificação, onde o nitrogênio amoniacal foi convertido a nitrito e posteriormente a nitrato.

Silva (2014), avaliou o tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico em um sistema formado por reator UASB seguido de filtro aeróbio percolador, o substrato utilizado continha proporções de 1% de lixiviado e 99% de esgoto doméstico, alcançando uma remoção de nitrogênio amoniacal em seu efluente final de 61%, com concentração média de $24 \text{ mgN-NH}_4^+/\text{L}$, em alguns dias do monitoramento o efluente apresentou valor mínimo de $18 \text{ mgN-NH}_4^+/\text{L}$, atendendo os valores estabelecidos pela resolução CONAMA 430/2011, a qual estabelece uma concentração máxima de $20 \text{ mg N-NH}_4^+/\text{L}$.

Oliveira (2015) mostrou que o tratamento conjugado de lixiviado com esgoto doméstico é uma alternativa viável, comparando-se o baixo custo aplicado e a facilidade de operação.



Apresentado um sistema experimental de reator UASB seguido de filtro biológico percolador e utilizando uma proporção de lixiviado de 10%, o tratamento proporcionou uma eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal em seu efluente final de 72%, apresentando uma concentração média final de 16,8 mgN-NH₄⁺/L, cumprindo os valores estabelecidos pela resolução CONAMA, para lançamento de efluentes em corpos aquáticos.


Martins et al. (2013), trataram lixiviado de aterro sanitário em lagoas de estabilização e obtiveram valores de remoção de nitrogênio amoniacal superiores a 75%. Abood et al. (2014) alcançaram eficiência de 65% de remoção de nitrogênio amoniacal em um reator de batelada sequencial operado sob condições anóxica-aeróbia-anóxica.

Diversos estudos têm avaliado a viabilidade do tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário com esgoto doméstico e quais impactos a adição de lixiviado tem causado nos sistemas de tratamento e na qualidade do efluente gerado. Ao analisar os dados advindos dos sistemas experimentais estudados é possível constatar que o tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário com águas residuárias que apresenta melhores resultados são aqueles que utilizam a combinação de mais sistemas, sejam eles aeróbios, anaeróbios ou anóxicos. Diversos trabalhos têm sido realizados em locais diversificados do mundo, com o intuito de promover o tratamento conjugado de lixiviado de aterro sanitário e águas residuárias. No entanto, ainda existem questionamentos em relação à proporção de lixiviado que pode ser utilizada e quais as possíveis interferências que este efluente tão complexo pode vir a causar aos microrganismos presentes em sistemas de tratamento biológico, e por este motivo, torna-se imprescindível a realização de estudos que tornem o tratamento do lixiviado de aterro sanitário viável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento das atividades antrópicas e a geração de efluentes líquidos altamente poluidores, que são lançados sem o devido tratamento nos corpos hídricos, ocorrem diversos impactos ao meio ambiente. Isso ocorre devido à elevada concentração de nutrientes, em especial o nitrogênio, o qual é responsável pelo processo de eutrofização.

Nesse contexto, torna-se necessário o aprimoramento das tecnologias de tratamento, como os processos de nitrificação e desnitrificação, e o desenvolvimento de técnicas inovadoras que possibilitem a remoção das frações nitrogenadas presentes em efluentes líquidos, tendo em vista a necessidade da redução dos custos envolvidos, a complexidade do processo e a



necessidade de maximização da eficiência obtida. Nesse âmbito, a realização de estudos na área de tratamento de efluentes líquidos.

As elevadas concentrações de nitrogênio amoniacal presente no lixiviado de aterro sanitário podem ter efeito inibidor, inviabilizando seu tratamento biológico, necessitando este de um pré-tratamento. O pré-tratamento do lixiviado realizado por adição de alcalinizantes e *airstripping* se mostrou eficaz, removendo a amônia em sua forma livre (NH₃) e viabilizando o tratamento biológico do lixiviado. Observa-se que quando foi realizado um pré-tratamento do lixiviado de aterro sanitário, a eficiência na remoção de nitrogênio amoniacal foi maior.

Os estudos avaliados com ou sem pré-tratamento, apresentaram eficiência significativa com relação à remoção de nitrogênio amoniacal, estando de acordo com os padrões de lançamento estabelecidos pela resolução 430/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

REFERÊNCIAS

ABOOD, A. R.; BAO, J.; DU, J.; ZHENG, D.; LUO, Y. Non-biodegradable landfill leachate treatment by combined process of agitation, coagulation, SBR and filtration. *Wast Management*, v.34, p439-447, 2014.


ALBUQUERQUE, E. M. DE. Avaliação do tratamento combinado de lixiviado de aterro sanitário e esgoto sanitário em sistema de lodos ativados. 2012. 280 f. Dissertação – Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2012.

AMOR, C.; TORRES-SOCÍAS, E.; PERES, J.A.; MALDONADO, M.I.; OLLER, I.; MALATO, S.; LUCAS, M.S. Mature landfill leachate treatment by coagulation/flocculation combined with Fenton and solar photo-Fenton processes. *Journal of Hazardous Materials*, v. 286. p. 261-268, 2015.

BRASIL. Resolução nº 430/ 2011 do CONAMA. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente–CONAMA. Brasília –DF: CONAMA, 13 de maio de 2011.

BRENNAN, R.B; CLIFORD, E; DEVROEDT, C; MORRINSON, L; HEALYA, M.G. Treatment of land fill leachate in municipal waste water treatment plants and impacts on effluent ammonium concentrations. *Journal of Environmental Management*, v.188, n.1, p.64-72, 2016.

CASTILHOS JR, A.B.; MEDEIROS, P.A.; FIRTA, I.N.; LUPATINI, G.; SILVA, J.D. Principais processos de degradação de resíduos sólidos urbanos. In: CASTILHOS JR, A.B.



(Coord.) Resíduos sólidos urbanos: aterro sustentável para municípios de pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

DERKS, Y. M. Uso da respirometria para avaliar a influência de fatores operacionais e ambientais sobre a cinética de nitrificação. 2007. 103 f. Dissertação (Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2007.

GREENE, S.; TAYLOR, D.; McELARNEY, Y. R.; FOY, R. H.; JORDAN, P. Anevaluationofcatchment-scalephosphorusmitigationusingloadapportionmentmodelling. *Science of the Total Environmental*, v. 409, p. 221-222, 2011.

HENRIQUE, I. N.; SOUSA, J. T.; CEBALLOS, O.; BRASIL, D. P. Remoção biológica de fósforo em reatores em bateladas sequenciais com diferentes tempos de retenção de sólidos. *Engenharia Sanitária e Ambiental, Campina Grande*, v. 15, n. 2, p. 197-204, 2010.

HU, Z.; LOTTI, T.; KREUK, M.; KLEERBEZEM, R.; VAN LOOSDRECHT, M; KRUIT, J.; JETTEN, M. S. M.; KARTAL, B. Nitrogenremovalby a nitritation-anammox bioreact or atlow temperature. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 79, n. 8, p. 2807-2812, 2013.

HU, W.; ZHOU, Y.; MIN, X.; LIU, J.; LI, X.; LUO, L.; ZHANG, J.; MAO, Q.; CHAI, L.; ZHOU, Y. The study of a pilot-scaleaerobic/Fenton/Anoxic/Aerobic process system for the treatment of land fillleachate. *Environmental Technology*, 2017.

HUANG, L.; GAO, B.; ZHANG, B.; GUO, P. Removal of organic matters and ammonia in landfillleachate via a UASB and anoxic /aerobic bioreactor process. 2009.

KJELDSSEN, P.; BARLAZ, M. A.; ROOKER, A. P.; BAUN, A.; LEDIN, A.; CHRISTENSEN, T. H. Present and long-term composition of MSW landfillleachate: A review. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, London, v. 32, n. 4, p. 297-336, 2002.


KLIMIUK, E.; KULIKOWSKA, D. The influence of hydraulic retention time and sludge age on the kinetics of nitrogen removal from leachate in SBR. **Polish Journal of Environmental Studies**, 2006.

KURNIAWAN, T. A.; LO, W. H.; CHAN, G. Y. S. Degradationofrecalcitrantcompoundsfromstabilizedlandfillleachateusing a combination of ozone-GAC adsorption treatment. **Journal of Hazardous Materials**, p. 433-455, 2006.

LIU, J.; YUAN, Y.; LI, B.; ZHANG, Q.; WU, L.; LI, X.; PENG, Y. Enhancednitrogenandphosphorusremovalfrom municipal wastewater in anaerobic-aerobic-anoxicsequencing batch reactorwithsludgefermentationproducts as carbonsource. *Bioresource Technology*, 2017.

MAIA, S.I; BARRIOS, J.J; CASTILHOS JUNIOR, A.B. Avaliação do tratamento biológico de lixiviado de aterro sanitário em escala real na Região Sul do Brasil. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.20, n.4, p. 665-675, 2015.

MARTINS, C. L.; FERNANDES, H.; COSTA, R. H. R. Landfill leachate treatment as measured by nitrogen transformations in stabilization ponds. *Bioresource Technology*, n. 147, f. 562-568, 2013.



OLIVEIRA, E. G. DE. Tratamento conjugado anaeróbio e aeróbio de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico. 2015. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

PAN, Y., YE, L., NI, B.J., YUAN, Z., Effect of pH on N₂ O reduction and accumulation during denitrification by methanol utilizing denitrifiers, *Water Research*, V.46, pp. 4832-4840, 2012.

PENG, Y. Perspectives on technology for land fill leachate treatment. **Arabian Journal of Chemistry**, v. 10, p. 567-574, 2013.

POHLAND, F. G.; HARPER, S. R. Recent developments in hydrogen management during anaerobic biological wastewater treatment. **Biotechnology and Bioengineering**, 1986.

PHILIPS, A.M.L. Utilização de reator de biodiscos para tratamento de efluentes com altas concentrações de nitrogênio. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal De Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

RIDZUAN, M.B.; DAUD, Z.; AHMAD, Z.; LATIFF, A. A.; AWANG, H. Leachate Treatment Using Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket System. *Int. J. Of Integrated Engineering* Vol. 10 No. 1 , p. 62-65, 2018.

RIGOBELLO, E.S.; SCANDELAI, A.P.J.; CORSO, B.L.; TAVARES, C.R.G. Identificação de compostos orgânicos em lixiviado de aterro sanitário municipal por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas. **Química Nova**, p. 794-800, 2015.

SILVA, F. B. DA. Tratamento combinado de lixiviados de aterros sanitários. 2009. 117 F. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2009.

TAVARES, C. T. Formação de biomassa granular visando a remoção combinada de matéria orgânica e nutrientes em altas temperaturas. 2017. 157f. Tese (doutorado). Programa de Engenharia Química, Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2017.

TONETTI, A. L.; CORAUCC, M. B.; GUIMARÃES, J. R.; FADINI, P. S.; NICOLAU, C. E. Desnitrificação em um sistema simplificado de tratamento de esgoto. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 18, n. 4, p. 381-392, 2013.

VAN KESSEL, M. A. H. J.; SPETH, D. R.; ALBERTSEN, M.; NIELSEN. P. H.; OP DEN CAMP, H. J. M.; KARTAL, B.; JETTEN, M. S. M.; LÜCKER, S. Complete nitrification by a single microorganism. *Nature*, v. 528, p. 555-559, 2015.

ZENATTI, D. C.; GOMES, S. D.; FAZOLO, A.; COSTANZI, R. N.; HASAN, S. D. M.; GENTELINI, A. L. Nitrificação de efluente de abatedouro de tilápia em função da aeração e tempo de reação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 13, n. 6, p. 750-754, 2009.

ZOPPAS, F. M.; BERNARDES, A. M.; MENEGUZZI, A. Parâmetros operacionais na remoção biológica de nitrogênio de águas por nitrificação e desnitrificação simultânea. *Eng Sanit Ambient*, 29-42, 2016.



ZHANG, F.; PENG, Y.; MIAO, L.; WANG, Z.; WANG, S.; LI, B. A novel simultaneous partial nitrification Anammox and denitrification (SNAD) with intermittent aeration for cost-effective nitrogen removal from mature landfill leachate. *Chemical Engineering Journal*, v. 313, p. 619-628, 2017.



CAPÍTULO 15

ANÁLISE DE INDICADORES AMBIENTAIS E PROPOSIÇÃO DO ZEE DE SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ALTO CAPIBARIBE-PE

Helenize Carlos de Macêdo, Doutoranda em Geografia, UFPE
Maria Fernanda Abrantes Torres, Doutora em Oceanografia, Departamento de Geografia
UFPE

RESUMO


A degradação dos recursos naturais em bacias hidrográficas vem sendo tema de preocupação de gestores públicos e da sociedade, em virtude dos graves problemas que ameaçam os recursos hídricos. Os municípios de Brejo da Madre de Deus, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, que fazem parte das sub-bacias hidrográficas do Alto Capibaribe, vem passando por mudanças significativas devido ao crescimento econômico decorrente do setor de confecções na região. Pressões antrópicas decorrentes do uso desordenado dos recursos naturais e do solo afetam a qualidade dos sistemas socioambientais. Nesse sentido, o presente trabalho objetiva apresentar uma proposta de ZEE das sub-bacias hidrográficas de Brejo da Madre de Deus, Santa Cruz do Capibaribe e da microbacia hidrográfica de Toritama a partir da análise de indicadores ambientais. Tendo em vista alcançar o objetivo proposto, utilizou-se de recursos instrumentais oferecidos pelo geoprocessamento, a revisão bibliográfica sobre o tema em questão, o trabalho de campo e o levantamento no banco de dados do IBGE e outras instituições. Os resultados mostram a necessidade de ordenar o território nas seguintes áreas: núcleos urbanos e distritos principais, setores de proteção hídrica, setores de proteção e conservação e áreas de uso sustentável. A partir da análise do ZEE e dos indicadores, espera-se contribuir para o estabelecimento de políticas públicas de ordenamento territorial na área de estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade; Indicadores Ambientais; Ordenamento Territorial.

INTRODUÇÃO

O uso e ocupação desordenados do solo, no território de bacias hidrográficas urbanas e rurais, vem preocupando agentes públicos e a sociedade civil em todo o mundo, em virtude do aumento das degradações crescentes dos recursos hídricos, sua escassez e o aumento de conflitos pelo seu uso. Desastres socioambientais, como o que aconteceu com o Mar de Aral, na Ásia Central e guerras por acesso à água, podem vir a ocorrer com mais frequência, caso esse recurso não seja utilizado de forma sustentável.

A Bacia Hidrográfica do Rio Capibaribe, no Estado de Pernambuco, vem sofrendo interferências antrópicas no uso e ocupação do solo, trazendo impactos significativos para os habitantes que vivem no seu território, ao longo do tempo histórico. De acordo com a Secretaria



de Recursos Hídricos de Pernambuco (2010), as paisagens que compõem esta bacia vêm sendo alteradas devido à intensas transformações antrópicas, realizadas por meio de diversas atividades socioeconômicas desenvolvidas ao longo do seu percurso, destacando-se na Zona da Mata, o plantio da cana-de-açúcar, no Agreste o plantio de Algodão e a criação de gado, resultando na antropização e degradação dos biomas.


Os territórios que compõem o alto curso do Rio Capibaribe, cuja nascente se localiza na divisa entre os municípios de Jataúba e Poção, apresentam uma intensa dinâmica produtiva, resultante das atividades econômicas relacionadas ao setor têxtil, que envolve vários municípios do agreste pernambucano. Essa atividade econômica se tornou a principal dessa região, nos últimos anos, impactando a dinâmica socioambiental.

Os indicadores socioambientais refletem as mudanças recentes no denominado Aglomerado de Confeções do Agreste (ACAP), destacam-se o aumento dos empregos, da renda, do Produto Interno Bruto e a dinamização da economia local (Cordeiro, 2015). Em relação aos aspectos ambientais, verifica-se uma crescente demanda por recursos naturais e energéticos, que nem sempre está relacionada ao uso sustentável dos mesmos.

Nesse contexto se destacam os municípios de Brejo da Madre de Deus, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama. Os dois últimos, enquanto núcleos do ACAP, fazem parte do centro dinâmico econômico do Agreste pernambucano e tem representatividade no cenário nacional no setor têxtil. O entendimento da dinâmica socioambiental estabelecida nesses municípios é de fundamental importância para o estabelecimento de políticas públicas que venham a promover o desenvolvimento sustentável nas sub-bacias hidrográficas do Alto Capibaribe.

Nesse aspecto, é fundamental o ordenamento territorial, através do planejamento e gestão socioambiental, buscando disciplinar o uso adequado do solo e o estabelecimento de políticas públicas que venham promover o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, destaca-se o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) como instrumento que possibilita mapear e estabelecer os usos mais adequados para cada porção do território a partir do conhecimento das suas potencialidades, fragilidades e dinâmica socioambiental.

Mediante o exposto, o presente trabalho objetiva apresentar uma proposta de ZEE das sub-bacias hidrográficas de Brejo da Madre de Deus, Santa Cruz do Capibaribe e da microbacia hidrográfica de Toritama a partir da análise de indicadores socioambientais. Tendo em vista alcançar o objetivo proposto, utilizou-se de recursos instrumentais oferecidos pelo



geoprocessamento, a revisão bibliográfica sobre o tema em questão, o trabalho de campo e o levantamento no banco de dados do IBGE e outras instituições, que forneceram os subsídios necessários para a análise ambiental da área estudada e a elaboração do seu ZEE. A realização desse trabalho pode contribuir com informações que auxiliarão na elaboração de políticas de gestão e monitoramento na área.

A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO

A bacia hidrográfica, compreendida a partir de uma totalidade sistêmica, evidencia as relações entre componentes físicos, biogeográficos e socioeconômicos em um determinado contexto espacial (LOURENÇO, 2013). Nesse sentido, a bacia hidrográfica se constitui em uma unidade importante para o gerenciamento e planejamento que envolva a conservação dos recursos naturais, ou o nível de degradação devido ao uso inadequado dos seus recursos (LIMA; SILVA, 2015).

Para Botelho e Silva (2004), as bacias hidrográficas podem ser definidas como as células básicas de análise ambiental, onde a visão sistêmica e integrada do ambiente se apresenta de forma implícita. Assim, compreende-se as bacias hidrográficas como unidades territoriais sistêmicas, onde se apresentam componentes físicos e socioeconômicos que se inter-relacionam de forma dinâmica e interativa.

Pires, Santos e Del Prete (2008) destacam que o conceito de bacia hidrográfica vem se ampliando e sendo utilizado como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental. Para os referidos autores, a utilização do conceito de bacia hidrográfica enquanto unidade de estudo e gerenciamento, com a finalidade de conservação dos recursos naturais, em consonância com a definição de desenvolvimento sustentável, deve procurar atingir três metas: desenvolvimento econômico; equidade social, econômica e ambiental; sustentabilidade ambiental.

A Política Nacional de Recursos Hídricos disciplinada pela Lei Federal nº 9.433/1997 traz esse entendimento da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão territorial, definindo em seu Art.1º, inciso V: “a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos”. De acordo com Carvalho (2020), a PNRH é responsável pelo desenvolvimento e à aplicação de planos, políticas e programas e ações estratégicas para o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos.



Carvalho (2014) afirma que o planejamento integrado das bacias hidrográficas deve estar associado ao planejamento territorial, de modo a contribuir para o ordenamento territorial, política pública com enfoque integral. O instrumento de planejamento diretamente relacionado ao planejamento em bacias hidrográficas é o Plano de Recursos Hídricos, instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que define, dentre outras diretrizes, o uso e ocupação do território em bacias hidrográficas, e o zoneamento ecológico-econômico, ligado à Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA).

Para Carvalho (2020), a gestão dos recursos hídricos, a partir do entendimento da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, objetiva a gestão sistemática adequada das águas, levando em consideração os aspectos físicos, demográficos, econômico, cultural das diversas regiões do Brasil e à articulação com os diversos setores usuários nas diversas escalas de planejamento (regional, estadual, nacional).

Nesse sentido, compreende-se que os estudos ambientais no contexto das bacias hidrográficas, voltados para o planejamento e ordenamento territorial, se constituem fundamentais para as políticas públicas que visam um melhor uso do território, tendo em vista o desenvolvimento sustentável (LIMA; SILVA, 2015). Assim, se faz necessário o uso de instrumentos e metodologias que possibilitem a compreensão da totalidade que envolve o ambiente estudado, e assim contribuir para o ordenamento territorial.

Para Carvalho (2014), uma das finalidades do planejamento ambiental integrado em bacias hidrográficas deve ser a normatização de uso do solo com o objetivo de conservação ambiental, incluindo os recursos hídricos, o que deve ser implementado através de um zoneamento.

Nesse aspecto, o zoneamento é um instrumento fundamental que visa ordenar o território, definindo o melhor uso para os recursos naturais, e assim, promover a sustentabilidade dos sistemas socioambientais em um determinado espaço analisado. Compreendendo a importância do zoneamento ecológico-econômico para o ordenamento territorial em bacias hidrográficas, convém definir quais as diretrizes e o marco legal que norteiam esse instrumento no Brasil.



O ZEE E OS INDICADORES AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

O planejamento e gestão dos recursos hídricos deve se apoiar em instrumentos que permitam o conhecimento da área estudada para que se possa traçar planos e gerenciamentos adequados e não incorrer em práticas que não contribuam com a sustentabilidade do sistema. Nesse aspecto, destaca-se os indicadores ambientais como instrumentos que permitem avaliar a sustentabilidade das condições ambientais, caracterizando-a e fornecendo, assim, meios para o conhecimento da área de estudo.


Já o ZEE permitirá gerir o território a partir da análise da área estudada, definindo suas potencialidades, limitações e os usos adequados para cada área zoneada, considerando seus diferentes aspectos. Esses instrumentos, portanto, trazem uma importante contribuição para o planejamento e a gestão territorial em bacias hidrográficas.

Acompanhando as tendências holísticas de análise, ordenamento e planejamento territorial nas políticas públicas de desenvolvimento, o Brasil criou o ZEE, com a finalidade de integrar os aspectos naturais e sociais na gestão do território brasileiro, além dos aspectos econômicos já incorporados no planejamento tradicional, e assim dar suporte ao estabelecimento de vedações, restrições e alternativas de exploração do território, como fortalecimento de medidas e padrões de qualidade ambiental e dos recursos hídricos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE [MMA], 2011).

Segundo Ruffato-Ferreira et al. (2018), o ZEE se distingue dos zoneamentos clássicos, pois sua aplicação demanda de um grande esforço de integração de políticas públicas, ações de todas as esferas de governo, além de compatibilizar interesses econômicos e ambientais, discutindo e se articulando com a sociedade civil, de modo a considerar suas perspectivas e opiniões sobre a utilização e gestão do território. Portanto, o ZEE se constitui em uma ferramenta de zoneamento ambiental focada na sustentabilidade.

Segundo Fabbro Neto e Souza (2017), o ZEE trata-se de um instrumento normativo, que busca organizar, de forma vinculada, as decisões dos agentes públicos e privados, em relação a planos, programas, projetos, e atividades que, direta ou indiretamente, utilizem recursos naturais. O decreto 4.297 (2002) foi criado para regulamentar o ZEE, em seu artigo 2º descreve sua finalidade e aplicabilidade:

O ZEE, instrumento de organização do território a ser obrigatoriamente seguido na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas, estabelece medidas e



padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, dos recursos hídricos e do solo e a conservação da biodiversidade, garantindo o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população.

O Ministério do Meio Ambiente descreve o objetivo do ZEE: “o ZEE tem como objetivo viabilizar o desenvolvimento sustentável a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a proteção ambiental” (MMA, s.d.). Para atender esse objetivo, o MMA afirma que se deve partir dos diagnósticos dos meios físico, socioeconômico, jurídico-institucional, além do estabelecimento de cenários exploratórios para a proposição de diretrizes legais e programáticas para cada unidade territorial identificada, propondo, inclusive, ações voltadas à correção e mitigação de impactos ambientais decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Os indicadores ambientais, por sua vez, são instrumentos que traduzem o estado do território, subsidiando os gestores na elaboração de políticas públicas que visam a promover a sustentabilidade do território analisado. Segundo Sánchez (2008), os indicadores possibilitam avaliar condições e tendências, provendo informações de advertência e antecipando cenários de degradação. Os indicadores podem ser utilizados como forma de monitoramento, a exemplo do crescimento das áreas urbanas, densidade de vegetação, diminuição das áreas verdes, assoreamento dos rios e outros parâmetros.

Segundo Hanai e Espíndola (2011), os indicadores são variáveis representativas de um atributo, quer seja, qualidade, característica ou propriedade de um sistema, as quais visam sintetizar as informações essenciais sobre a sua viabilidade e dinâmica de transformação, assim como, revelam o estado de um sistema, possibilitando a intervenção e correção do seu direcionamento a determinados objetivos. Para Souza (2011), os indicadores são considerados parâmetros selecionados, que podem ser abordados individualmente ou combinados entre si, e permitem a reflexão sobre determinadas condições dos sistemas de análise.

Os indicadores e sistemas de indicadores constituem importantes ferramentas metodológicas para avaliar os sistemas socioambientais e mensurar a sua sustentabilidade, contribuindo para o planejamento e gestão territorial em suas diversas escalas espaciais. Na Geografia, o uso dessas ferramentas possibilita realizar estudos quantitativos e qualitativos, permitindo compreender como se dá a dinâmica entre a sociedade e a natureza.

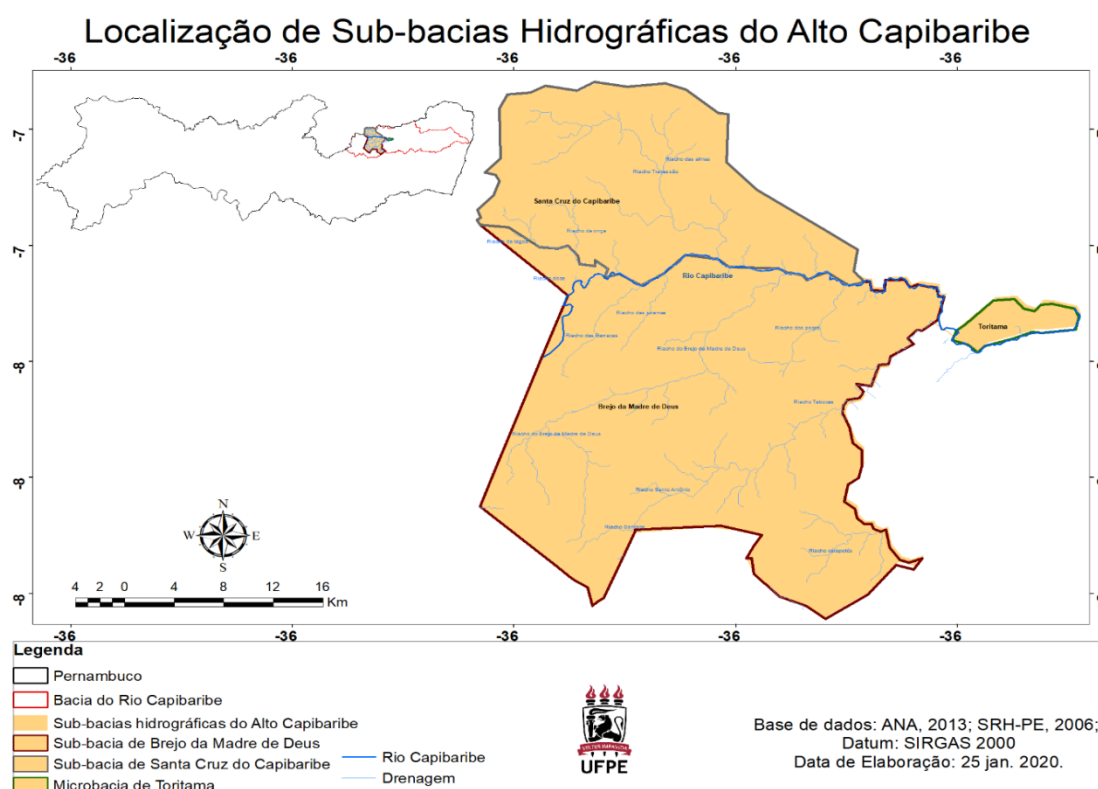
Nesse aspecto, compreende-se que a utilização de ferramentas que permitam contribuir com o ordenamento territorial em bacias hidrográficas é fundamental para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, visando a sustentabilidade dos sistemas socioambientais.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Área de estudo

A área estudada (Figura1) está situada nos municípios de Brejo da Madre de Deus, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, sub-bacias e microbacia hidrográficas do alto curso do Rio Capibaribe, localizadas no Agreste pernambucano, totalizando uma área de 1.123,604 km².


Figura1: Localização da área de estudo.



Fonte: Autores.

Indicadores Ambientais

Tendo em vista analisar as condições ambientais das sub-bacias e microbacia hidrográficas estudadas, fez-se o uso de indicadores ambientais, que deram suporte para o entendimento das dinâmicas ambientais presentes e a elaboração do ZEE. O Quadro I traz os indicadores selecionados, conforme os critérios de relevância para o entendimento da área de estudo e sua disponibilidade, totalizando 8 indicadores.



O levantamento dos indicadores ambientais foi feito a partir da coleta de dados em instituições públicas e do trabalho de campo. Estes dados foram relevantes, possibilitando caracterizar e avaliar a realidade estudada, tendo em vista propor as intervenções necessárias para corrigir ou aprimorar os sistemas socioambientais, através da elaboração do ZEE.

Quadro 1: Indicadores Socioambientais Selecionados

INDICADORES AMBIENTAIS
Abastecimento de Água
Acesso ao Esgotamento Sanitário
Taxa de Coleta de Lixo
Aterro Sanitário
Cobertura Vegetal/Usos do Solo
Tratamento de Água
Tratamento de Esgoto
Situação das Áreas de Preservação

Fonte: Autores.


Elaboração do ZEE

Para elaboração do esboço do ZEE, considerou-se o atual uso e ocupação do solo das sub-bacias e microbacia hidrográficas, a análise dos indicadores ambientais, bem como as normas legais que tratam do ordenamento territorial, tais como o código florestal (Lei nº 12.651/2012), que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; as propostas de criação de áreas de proteção ambiental pelos órgãos públicos estaduais, que estão em andamento; a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997).

O resultado é a carta de zoneamento do território, que poderá subsidiar gestores na proteção dos recursos naturais mediante os impactos causados pelos diferentes atores sociais no uso e ocupação do solo das sub-bacias e a microbacia do Alto Capibaribe.

Uso da Terra e Processamento Digital da Imagem

O processo para o levantamento da cobertura e uso da terra consistiu em levantamento bibliográfico, observações e levantamento de campo, classificações, elaboração de mapas e por fim análises e interpretações dos dados coletados.



A análise das classes de cobertura do solo e vegetação foi feita através do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (IVAS). Para a elaboração do IVAS utilizou-se de imagens de satélite do Landsat 8, sensor OLI, uma com data de passagem de 24/10/2019, órbita 215 e ponto 65, e a outra imagem com data de passagem do dia 02/11/2019, órbita 214 e ponto 66, disponibilizadas pelo Serviço Geológico Norte Americano (United States Geological Survey – USGS).

Após a seleção das imagens, foi feito o mosaico das mesmas e o recorte da área. Em seguida, foi calculada a reflectância e o índice de vegetação ajustado ao solo – IVAS. Por fim, foi feita a classificação e o cálculo de área de cada classe. Todo o procedimento foi feito no software Qgis e a base cartográfica usada foi do Sistema Geodésico das Américas - SIRGAS 2000, adotado no Brasil.

Para a elaboração da carta de zoneamento ecológico-econômico da área de estudo, utilizou-se das imagens de satélites empregadas para a geração do IVAS, além de imagem SRTM coletada para a delimitação da área de estudo, conforme descrito anteriormente. A partir das imagens de satélite e de imagem SRTM foi possível identificar as áreas serranas de vegetação densa e com topografia superior a 800m, além da delimitação das áreas de proteção hídrica. Os núcleos urbanos foram delimitados a partir do Google Earth Pro, disponibilizado gratuitamente pela empresa Google.

A delimitação da RPPN Fazenda Bituri e da área de conservação Refúgio da Vida Silvestre Mata do Bituri, foram disponibilizados em arquivo KMZ pela assessoria da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de Brejo da Madre de Deus. Os procedimentos operacionais foram realizados através das ferramentas disponíveis no software Qgis.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise dos Indicadores Ambientais das Sub-bacias e Microbacia Hidrográficas do Alto Capibaribe

Após o tratamento das informações coletadas, nos bancos de dados das instituições, a realização de trabalhos de campo, o processamento das imagens de satélite e a revisão bibliográfica, foi possível analisar a situação das condições ambientais nas sub-bacias e microbacia hidrográficas do Alto Capibaribe, por meio dos indicadores ambientais e, assim,



propor um zoneamento ecológico econômico, tendo em vista o planejamento e gestão territorial.

Através dos dados, constatou-se uma grande pressão sobre os recursos naturais decorrente do uso do solo, em desconformidade com as normas legais, causando degradações dos recursos naturais. A dinâmica socioeconômica intensa, estabelecida nos municípios que compõem as sub-bacias e microbacia estudadas, vem contribuindo de maneira significativa para a exploração desordenada dos recursos naturais.

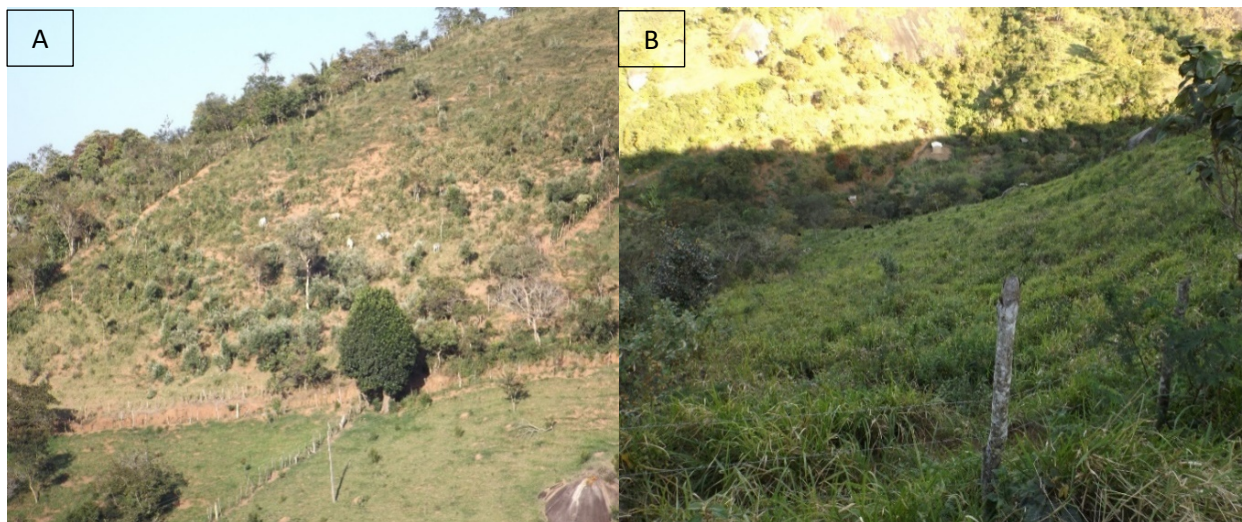
Nesse aspecto, os principais indicadores de impacto negativo verificados foram o desmatamento, a ausência de mata ciliar nas margens dos rios, riachos e demais corpos hídricos, o lançamento de efluentes domésticos e industriais diretamente no meio ambiente, a deposição de lixo ao ar livre, o abastecimento de água inadequado, que ocorre nas áreas rurais e a falta de políticas públicas para gerir as áreas de preservação permanente.

O desmatamento indiscriminado vem causando sérios danos aos ambientes naturais nas sub-bacias de Brejo da Madre de Deus e Santa Cruz do Capibaribe e na microbacia de Toritama, afetando a qualidade das águas do Rio Capibaribe e de seus afluentes. O desmatamento ocorre em todas as sub-bacias e microbacia hidrográficas e está relacionado à supressão da vegetação, principalmente para o desenvolvimento das atividades econômicas, dentre essas atividades a pecuária extensiva tem contribuído de maneira significativa para a degradação da vegetação nativa.

O desmatamento traz graves consequências negativas para os ambientes naturais, provocando perda da biodiversidade; mudanças climáticas, através da mudança dos regimes hidrológicos – diminuição da infiltração e percolação das águas, provocando menor recarga dos aquíferos; poluição das águas; aumento das emissões dos gases do efeito estufa; infertilidade do solo, causada pela erosão e a compactação do solo, ocasionado perda de nutrientes (SOARES; MOTTA, 2010).

O desmatamento também vem atingindo as áreas de maior altitude, que compreendem as áreas de Brejo de Altitude. Em Brejo da Madre de Deus, nas proximidades da mata serrana do Bituri, as áreas íngremes estão sendo utilizadas para a criação de gado e cultivo (Figuras 2 e 3). Os resultados dessas intervenções se refletem na paisagem, através do processo de perda do solo e compactação. São áreas inaptas para a criação de animais e para o cultivo, e que segundo a Lei nº 12.651/2012 deveriam ser preservadas com vegetação nativa.

Figuras 1 e 2: Criação de gado e processo de perda do solo em áreas íngremes, nas proximidades da Mata do Bituri, Brejo da Madre de Deus – PE.

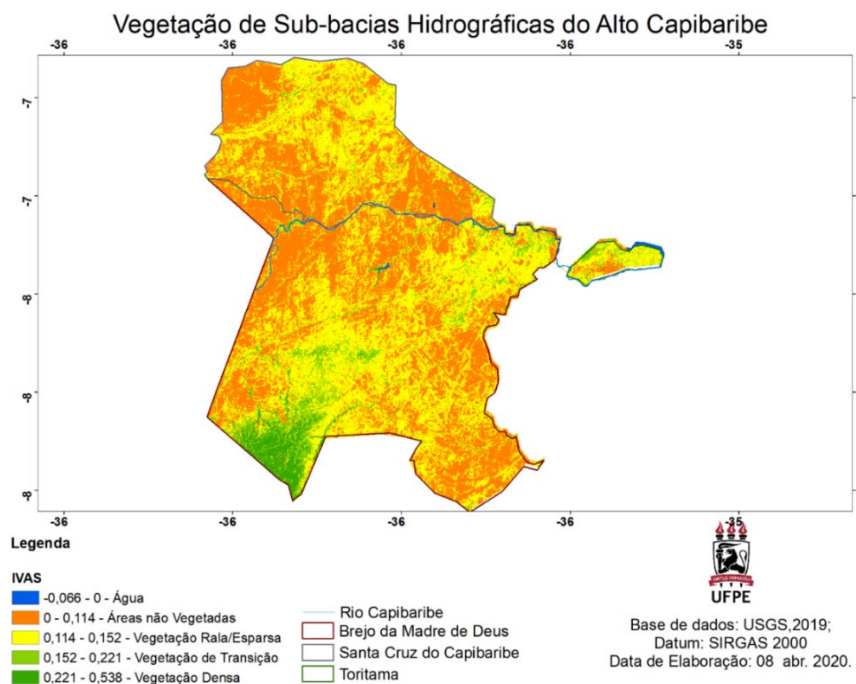


Fonte: Autora (27/09/2019).
Coordenada Geográfica / Sirgas 2000.
S= 8°11'5.37"; O= 36°23'44.81".

Fonte: Autora (27/09/2019).
Coordenada Geográfica / Sirgas 2000.
S= 8°11'10.46"; O= 36°23'44.84".

A partir dos dados do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo – IVAS (Figura 4) e dos trabalhos de campo, foi possível verificar que as áreas de solo exposto correspondem aos núcleos e distritos urbanos, as áreas destinadas a agricultura e pastagem, que se encontram em áreas de relevo menos acentuado. São áreas de vegetação rala/esparça com altitudes que variam de 300m a 500m, onde predominam as atividades agropecuárias, com destaque para as zonas rurais de Brejo da Madre de Deus, porção norte, oeste, centro e sudoeste, de Santa Cruz do Capibaribe, na porção noroeste, sul, central e sudeste e na zona rural de Toritama, com menor expressividade para a atividade agropecuária e maior desenvolvimento de atividades industriais.

Figura 4: IVAS das sub-bacias e microbacia hidrográfica do Alto Capibaribe



Fonte: Autores.

As áreas de altitude mais elevada, acima de 500m, apresentam os extratos de vegetação que se enquadram nas classificações de vegetação de transição e densa, onde se localizam as serras. Em Brejo da Madre de Deus, essa faixa de serras se estendem em toda a direção nordeste e sudoeste do município, atingindo na porção sudoeste a altitude de 1.100m, onde a vegetação é mais densa, do tipo arbórea arbustiva fechada e vegetação arbórea fechada, com altura média de 4 e 5 metros, respectivamente (SILVA FILHO et al., 1998). Silva, Galvêncio e Pimentel (2008) verificaram esta relação existente entre relevo e vegetação no município de Brejo da Madre de Deus, observando um aumento de 56% da vegetação em decorrência da elevação da altitude.

Em Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, também é possível verificar este aumento da vegetação nas áreas serranas acima de 600m, como na Serra do Pará, e acima de 500m, na serra que limita o município de Toritama com o município de Taquaritinga do Norte, porção norte, nordeste e noroeste, correspondendo a área de vegetação mais densa.

Nesse aspecto, constata-se que grande parte do território, das sub-bacias e microbacia hidrográficas estudadas, é composto de áreas não vegetadas e de vegetação rala, em virtude da ocupação desordenada do território mediante as atividades econômicas desenvolvidas e a

ocupação predatória, causando a degradação dos sistemas socioambientais. Existe um avanço do desmatamento nas áreas de proteção permanente, como as áreas serranas e as margens de rios e córregos, o que implica diretamente a qualidade e recarga dos aquíferos, nascentes e rios.

Outro problema de impacto, nas sub-bacias e microbacia que compõem os municípios estudados, é o lançamento de efluentes domésticos e industriais diretamente nos rios, riachos e canais, contaminando os recursos hídricos que ficam poluídos e impróprios para qualquer tipo de utilização. Esse problema ocorre nos três municípios analisados, afetando diretamente a bacia hidrográfica do Rio Capibaribe. As Figuras 5 e 6 mostram a deposição de resíduos sólidos e efluentes no Rio Capibaribe.

Figuras 5 e 6: Poluição do Rio Capibaribe em Santa Cruz do Capibaribe e Brejo da Madre de Deus (Distrito de São Domingos) – Pernambuco.



Fonte: Autora (10/10/2019).
Coordenada Geográfica / Sirgas 2000.
S= 7°57'37.77"; O= 36°12'30.09".

Fonte: Autora (10/10/2019).
Coordenada Geográfica / Sirgas 2000.
S= 7°57'45.98"; O= 36°12'20.73".

A instalação de indústrias, principalmente nos municípios de Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, em virtude do crescimento da atividade econômica do setor de confecções, vem ampliando o uso desordenado do território através da apropriação inadequada dos recursos naturais, da poluição e contaminação dos corpos hídricos, da poluição do ar, do aumento do desmatamento, do crescimento demográfico que impulsiona a demanda por recursos naturais e causa pressão antrópica sobre o meio ambiente.

Em relação aos dados de saneamento, os municípios apresentam uma situação crítica. Apesar de haver a coleta de esgoto nos municípios, não existe o tratamento, sendo esses efluentes descartados no meio ambiente. O município com melhor situação de coleta é Santa Cruz do Capibaribe com 100% da população atendida nesse quesito, já o pior resultado foi

encontrado em Brejo da Madre de Deus, em que apenas 41,39% da população é atendida pela coleta de esgoto, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Dados do Saneamento Básico em Brejo da Madre de Deus, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama – PE.


Municípios	Atendimento Total de Esgoto	Índice de Esgoto Tratado	Taxa de Cobertura de Resíduos	Índice de Atendimento Total de Água
<i>Brejo da Madre de Deus</i>	41,39%	0,0%	97,27%	56,88%
<i>Santa Cruz do Capibaribe</i>	100%	0,0%	99,93%	68,83%
<i>Toritama</i>	79,5%	0,0%	100%	82,55%

Fonte: Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – SNIS (Ministério das Cidades, 2013; 2018).

Em relação ao índice de atendimento total de água, verifica-se que Toritama apresenta o melhor resultado, com 82,55% da população atendida pela rede geral de abastecimento de água. Em Santa Cruz do Capibaribe são 68,83% da população que recebem o abastecimento de água e em Brejo da Madre de Deus são apenas 56,88%. É importante ressaltar que este último município tem uma população rural maior do que os outros dois e isso afeta os resultados, uma vez que, a zona rural não possui rede de abastecimento geral, sendo abastecida por carros pipas, que distribuem a água nas cisternas das famílias. Este tipo de abastecimento não é o adequado, podendo ocorrer a contaminação da água durante o transporte ou o fornecimento de água não tratada pelas estações de tratamento, sendo um risco para a população.

Além do problema do abastecimento da água na zona rural, há também que se falar na falta de rede geral de coleta de esgoto, que é feito em fossas sépticas, que podem contaminar o lençol freático. Esses problemas são graves e causam desequilíbrios nos sistemas ambientais das sub-bacias e microbacia analisadas. A água constitui recurso fundamental da humanidade e um bem universal que vem sendo ameaçado pela degradação dos corpos hídricos, sendo um dos principais vetores dessa poluição o despejo de efluentes domésticos e indústrias.

Outro problema grave, que ocorre nas sub-bacias e microbacia hidrográficas analisadas, é o tratamento dos resíduos sólidos, apesar de existir o serviço de coleta, encontrou-se em toda a extensão da área estudada, pontos de poluição difusa, onde ocorre o descarte de lixo diretamente no meio ambiente, causando a contaminação do solo e dos corpos hídricos. A zona rural dos municípios é mais impactada, em virtude da dificuldade na coleta do lixo. Assim, muitas famílias queimam ou descartam os resíduos no meio ambiente.



Em Brejo da Madre de Deus, a situação é precária, os resíduos são dispostos em lixões a céu aberto, sem nenhum tratamento. Nesses lixões existem famílias catando os resíduos recicláveis, em situação degradante e de risco a saúde. Segundo informações da Assessoria da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de Brejo da Madre de Deus (2019), atualmente existem três lixões no município, sendo um na sede, um no Distrito de Mandaçaia e o outro no Distrito de Fazenda Nova. Havia outro lixão em São Domingos que foi desativado. Porém, em visita de campo verificou-se a abertura de outro ponto de descarte de lixo em São Domingos, totalizando quatro lixões em atividade no município.

Em Santa Cruz do Capibaribe os resíduos coletados são levados para um aterro sanitário gerido pelos órgãos públicos municipais. localizado no acesso da PE-160 para a Vila Cacimba de Baixo, foi construído com capacidade para um milhão de toneladas de resíduos em uma área de 21,5 hectares, respeitando as normas ambientais, com sistema de drenagem pluvial para evitar o chorume e sistema de tratamento do gás produzido, evitando a poluição do ar. O mesmo possui vigilância em tempo integral para que os catadores de recicláveis não invadam a área. Com a construção do aterro sanitário o lixão da cidade foi desativado (CREMEPE, 2007).

Inicialmente, o aterro funcionava corretamente, seguindo as normas adequadas para o tratamento dos resíduos. Porém, o gerenciamento inadequado do aterro acabou transformando-o em um lixão, com todos os problemas de contaminação do solo e a presença de catadores de recicláveis. Em virtude de tais problemas, os órgãos públicos municipais estão desativando o aterro sanitário municipal e irão enviar os resíduos da cidade, aproximadamente 70 toneladas por dia, para um aterro sanitário privado localizado no município de Caruaru. Para resolver a questão dos catadores recicláveis, elaborou-se um projeto para implantar a coleta seletiva no município, que já conta com associação de catadores e um galpão para o tratamento dos resíduos (DIRETORIA DE MEIO AMBIENTE DE SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE, 2019).

Em Toritama, a situação da deposição do lixo era precária. Existia no município um lixão localizado às margens da BR 104, onde depositavam-se os resíduos sólidos produzidos. Os catadores de recicláveis trabalhavam no meio do lixão sem nenhuma proteção, correndo risco de se contaminarem e adquirirem doenças. O lixão provocava uma situação péssima ao município, todas as pessoas que transitavam às margens da BR 104 em direção ao município ou outros destinos como Caruaru passavam necessariamente no lixão. Por ser uma cidade comercial, de grande movimento, em virtude das atividades de confecção, muitas pessoas se



dirigem ao município e constatavam essa situação, além de toda poluição gerada ao meio ambiente.

Para solucionar o problema da deposição inadequada dos resíduos sólidos e a situação dos catadores de recicláveis, os gestores públicos do município de Toritama desativaram o lixão no dia 22 de fevereiro de 2017, passando a destinar todos os resíduos sólidos para um aterro sanitário privado em Caruaru (SECRETARIA DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE DE TORITAMA, 2019).

Os catadores de recicláveis passaram por capacitação e foi destinado um prédio público, onde antes funcionava uma escola, para os mesmos fazerem a seleção e destino dos materiais recicláveis. Equipamentos, como balanças e prensas vêm sendo providenciados pelos gestores públicos, visando dar uma melhor assistência aos catadores. Também foi disponibilizado um veículo para os mesmos transportarem os materiais recicláveis coletados na cidade, onde os moradores são orientados a separarem e depositarem os resíduos em frente a suas residências em um horário determinado para que os catadores possam coletá-los (SECRETARIA DE AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE DE TORITAMA, 2019).

Nesse sentido, compreende-se que as políticas públicas adotadas são fundamentais para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos em Toritama, evitando a contaminação do solo e dos corpos hídricos. Há, no entanto, que se investir na educação da população, que apesar de contar com uma coleta de 100% dos resíduos sólidos, ainda descarta os mesmos em locais inadequados, conforme verificado nos trabalhos de campo, quando foram registrados pontos de poluição difusa às margens do Rio Capibaribe e na zona rural do município. As Figuras 7 e 8, mostram a situação da deposição inadequada de lixo em Toritama e Brejo da Madre de Deus.

Figura 7 e 8: poluição difusa na zona rural de Toritama e Lixão na sede do município de Brejo da Madre de Deus- PE.



Fonte: Autores (14/10/2019)
Coordenada Geográfica / Sirgas 2000.
S= 8° 0'40.76"; O= 36° 5'13.85".S= 8'2.70"; O= 36°22'37.82".




Fonte: Autores (27/09/2019)
Coordenada Geográfica / Sirgas 2000.

Nesse sentido, constata-se que o uso desordenado do solo vem provocando impactos ambientais significativos nos municípios que compõem as bacias hidrográficas do Alto Capibaribe, sendo necessário políticas públicas que possibilitem o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, a proposição do ZEE das Sub-bacias pode auxiliar aos gestores públicos e a sociedade na elaboração dessas políticas de ordenamento territorial.

Proposta de Zoneamento Ecológico Econômico (zee) para as Sub-bacias e Microbacia Hidrográficas do Alto Capibaribe

Após a avaliação dos indicadores ambientais da área de estudo, propõem-se um esboço de zoneamento ecológico econômico, baseado na seleção de áreas destinadas a intervenção dos gestores públicos e da sociedade, com a finalidade de orientar o estabelecimento de políticas públicas e ações que venham a promover a sustentabilidade dos territórios analisados e o aumento da qualidade de vida da população.

O esboço de zoneamento elaborado se constitui de um instrumento técnico que poderá ser utilizado como documento norteador, objetivando a proteção dos recursos naturais mediante os impactos causados pelos diferentes atores sociais no uso e ocupação do solo das sub-bacias e a microbacia hidrográficas do Alto Capibaribe. Convém ressaltar a importância do ZEE como instrumento fundamental para o planejamento e gestão socioambiental em bacias hidrográficas, permitindo estabelecer o uso e ocupação adequada do solo.



De acordo com Carvalho (2014), a concepção sistêmica de gerenciamento da água deve levar em consideração as estreitas inter-relações com os componentes do meio, como os solos, o relevo, a vegetação e as ações antrópicas que alteram o funcionamento dos sistemas naturais, produzindo mudanças que podem implicar diretamente a quantidade e a qualidade da água disponível em uma bacia.

Uma das finalidades do planejamento ambiental integrado em bacias hidrográficas é o estabelecimento de normatizações do uso do solo com vistas a conservação ambiental, o que pode e deve ser feito a partir da elaboração do zoneamento ecológico-econômico (CARVALHO, 2014). Portanto, o ZEE se constitui em instrumento técnico adequado para conduzir o estabelecimento de políticas públicas em territórios, incluindo as bacias hidrográficas, unidades de planejamento e gestão.


Nesse aspecto, o esboço de ZEE proposto para as sub-bacias de Brejo da Madre de Deus e Santa Cruz do Capibaribe e para a microbacia de Toritama define as seguintes classes: Núcleos urbanos e Distritos Principais; Setores de Proteção e Conservação; Áreas de Proteção Hídrica e Uso Sustentável.

1. Núcleos Urbanos e Distritos Principais

Representam as áreas de urbanização consolidadas, formadas pelas tipologias de uso residencial, industrial e comercial e onde se concentram as aglomerações populacionais (sede municipal e distritos principais). Nesse sentido, foram delimitadas as sedes municipais de Brejo da Madre de Deus e seus Distritos principais (Fazenda Nova, São Domingos, Barra do Farias e Mandaçaia), de Santa Cruz do Capibaribe e os seus Distritos (Vila do Pará e Poço Fundo) e a sede do município de Toritama. Essas áreas foram destinadas à ocupação populacional e ao desenvolvimento de atividades industriais e comerciais, devendo seguir os instrumentos normativos e planos diretores das cidades para uso e ocupação do solo.

2. Setores de Proteção e Conservação

São as áreas destinadas à preservação e conservação dos recursos naturais, onde se deve evitar ações antrópicas. Essas áreas englobam as áreas de preservação permanente, a RPPN Fazenda Bituri e a Unidade de Conservação Refúgio da Vida Silvestre Mata do Bituri, esta última está em processo de estudo para implementação pela CPRH (ASSESSORIA DA SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DE BREJO DA MADRE DE DEUS, 2020), a Unidade de Conservação da Serra do Pará, que também deverá ser



implementada pela CPRH, que está em fase de estudo (DIRETORIA DE MEIO AMBIENTE DE SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE, 2019).

São aqui também consideradas as áreas serranas de Brejo da Madre de Deus, com topografia acima dos 800m, importantes para a preservação da fauna e da flora e dos recursos hídricos locais. Na microbacia de Toritama propõe-se a preservação da serra, localizada a norte do município, que faz limite com Taquaritinga do Norte. Esses setores de conservação devem ser protegidos e voltados para a manutenção funcional dos recursos naturais, de modo a manter a troca de matéria e energia entre os sistemas ambientais.

3. Áreas de Proteção Hídrica

São as áreas destinadas à proteção dos corpos hídricos, como as matas ciliares que envolvem as margens de rios, córregos e açudes, visando a sua proteção, a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, com destaque para o Rio Laranjeiras, o açude Poço Fundo, a barragem Santana, o Riacho Tabocas e outros riachos, em Brejo da Madre de Deus, e para o Rio Capibaribe, rio principal que recebe todos os tributários que vêm dos municípios de Brejo da Madre de Deus, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama.

Nesse sentido, todos os rios e riachos que compõem as sub-bacias e a microbacia analisadas devem ser protegidos, através de ações que visem a recomposição de suas matas ciliares, e que evitem o despejo de resíduos sólidos industriais e domésticos em seus cursos sem o devido tratamento e adequação as legislações estaduais e municipais.

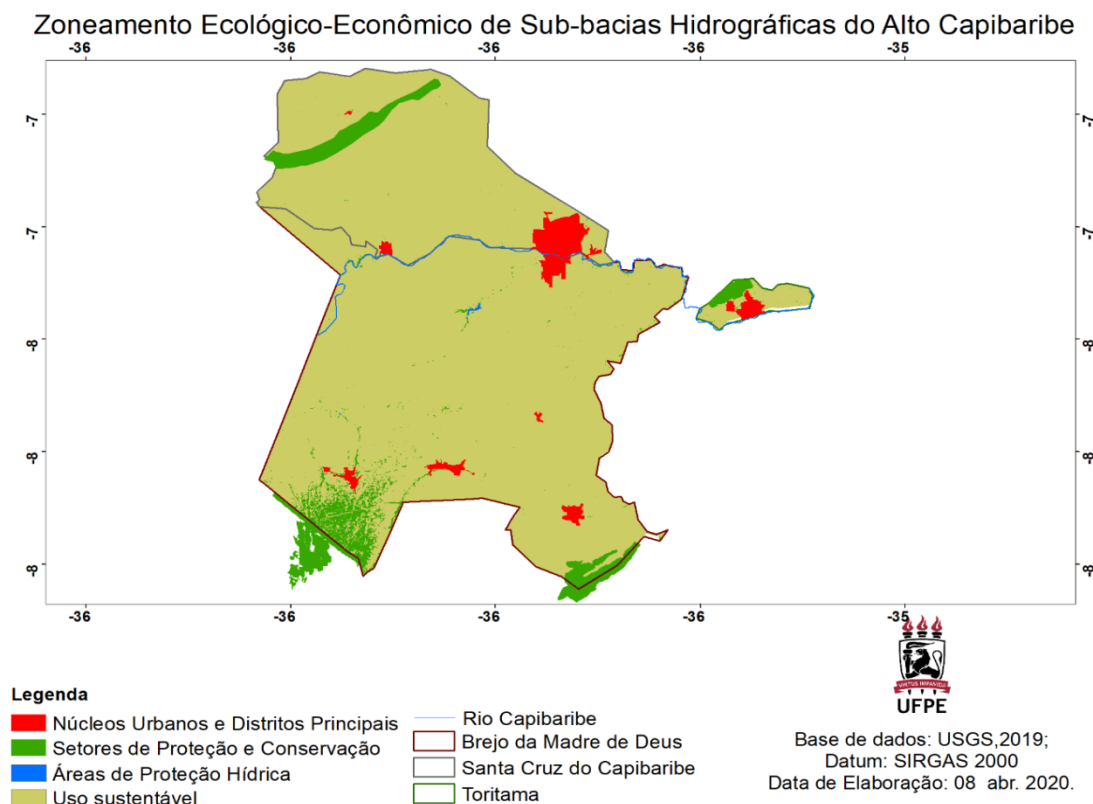
4. Uso Sustentável

Engloba as demais áreas dos municípios que são destinadas às atividades agropecuárias e extrativistas. Essas atividades devem ser desenvolvidas de forma sustentável, minimizando os impactos ambientais e investindo em mecanismos sustentáveis, como os princípios agroecológicos, o desenvolvimento da agricultura orgânica e de sistemas agroflorestais, a criação de espécies animais adequados à convivência com o semiárido (exemplo: caprinos, galinha caipira).

As atividades extrativas devem obedecer às legislações vigentes e apresentar os planos de recuperação da área degradada, no caso da extração mineral. É importante a atuação dos gestores públicos através da fiscalização do cumprimento das normas, além da capacitação da população para o atendimento dessas práticas sustentáveis.

Após a definição das áreas de intervenção, elaborou-se o mapeamento das áreas, que constituem a Carta de Zoneamento dos Territórios das Sub-bacias de Brejo da Madre de Deus, Santa Cruz do Capibaribe e da Microbacia de Toritama (Figura 9).

Figura 9: Carta de Zoneamento dos Territórios das Sub-bacias de Brejo da Madre de Deus, Santa Cruz do Capibaribe e da Microbacia de Toritama, Pernambuco.




Fonte: Autores.

Considera-se, que a partir da Carta de Zoneamento dos Territórios das Sub-bacias de Brejo da Madre de Deus e da Microbacia de Toritama, e do Painel de Sustentabilidade, pode-se visualizar informações pertinentes e consistentes, que auxiliam na elaboração de políticas públicas e também na formulação de diretrizes para o planejamento socioambiental adequado para cada setor definido.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar os usos do solo nas sub-bacias e microbacia hidrográficas do Alto Capibaribe verifica-se pressões antrópicas significativas sobre os recursos naturais, causando degradações que contribuem para a insustentabilidade dos sistemas socioambientais.

Essas pressões se devem ao desenvolvimento das atividades econômicas, do uso e ocupação desordenados dos solos das sub-bacias e microbacia, onde se tem privilegiado os



aspectos econômicos em detrimento dos aspectos sociais e ambientais, o que vem ocasionando degradações sobre o meio ambiente e a perda da qualidade de vida das populações residentes nesses municípios.

Ações contundentes precisam ser tomadas pelos gestores públicos e pela sociedade para que se possa reverter a degradação ambiental na área de estudo. Nesse sentido, a análise de indicadores ambientais e o estabelecimento do zoneamento ecológico visam contribuir para a formulação de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade.

O ordenamento territorial em bacias hidrográficas é de fundamental importância para o manejo adequado dos recursos naturais e a normatização do uso e ocupação do solo, contribuindo para amenizar as degradações antrópicas. Nesse sentido, o ZEE se constituiu como importante ferramenta para o planejamento e gestão territorial, possibilitando avaliar as características dos territórios e, assim, delinear suas potencialidades e limitações, apontando os usos e ocupações adequados para cada área/setor.

REFERÊNCIAS

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S da. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A. C.; GUERRA, A. J. T. **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.


BRASIL. (2002). Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002. Regulamenta o art. 9º, inciso II, da lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o zoneamento ecológico-econômico do Brasil – ZEE, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 11 jul. 2002, v.132, seção I, p. 6 a 7.

BRASIL, Lei Federal nº 12.651/12, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acessado em: 15 de set. de 2016.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 08 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**. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/legislacao>. Acessado em 28 de mar. de 2020.

CARVALHO, A. T.F. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos na produção social na gestão dos recursos hídricos no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, v. 1, n. 42, p. 140-161, 2020. Semestral.

CARVALHO, R. G. de. As bacias hidrográficas enquanto unidades de planejamento e zoneamento ambiental no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, volume especial, n.36, p.26-43, 2014.



CORDEIRO, M. E. L. A. **O crescimento econômico dos municípios do aglomerado produtivo de confecções do agreste pernambucano: uma análise dos resultados da atividade de confecções no período de 1991-2010.** 2015. 108 f. Dissertação (Mestrado em Administração e Desenvolvimento Rural), UFRPE, Recife, 2015.

DIRETORIA DE MEIO AMBIENTE DE SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE. **Ações ambientais e sustentabilidade em Santa Cruz do Capibaribe.** Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, outubro de 2019. Entrevista concedida aos autores dessa pesquisa.

FABBRO NETO, F.; SOUZA, M. P. de. Leitura integrada da gestão dos recursos hídricos com o uso do solo em Caraguatatuba (SP). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v.22, n.5, p. 853-862, set./out., 2017.

HANAI, F. Y.; ESPÍNDOLA, E. L. G. Indicadores de sustentabilidade: conceitos, tipologias e aplicação ao contexto do desenvolvimento turístico local. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v.5, n.3, p. 135-149, 2011.

LIMA, E. C.; SILVA, E. V. da. Estudos geossistêmicos aplicados a bacias hidrográficas. **Revista Equador (UFPI)**, Teresina, v.4, n.4, jul./dez., p. 3-20, 2015.

LOURENÇO, R. M. **Diagnóstico físico-conservacionista como aporte para a análise da degradação no médio curso da bacia hidrográfica do rio Aracatiaçu (CE) – Brasil.** 2013. 179f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

MINISTÉRIO DAS CIDADES - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Dados de saneamento de 2013.** Disponível em: <http://appsnis.mdr.gov.br/>. Acessado em 23 de mar. 2020.

_____. **Dados de saneamento de 2018.** Disponível em: <http://appsnis.mdr.gov.br/>. Acessado em 23 de mar. 2020.


MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Zoneamento ecológico-econômico.** [s.d.]. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/gestao-territorial/zoneamento-territorial>. Acessado em: 22 de nov. 2019.

_____. (2011). **Programa de Zoneamento Ecológico Econômico.** Disponível em: mma.gov.br. Acesso em: 23 de nov. 2019.

PIRES, J. S. R.; SANTOS, J. E.; DEL PRETTE, M. E. A utilização do conceito de bacias hidrográficas para a conservação dos recursos naturais. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. (Ed.). **Conceito de bacias hidrográficas: teorias e aplicações.** Ilhéus, BA: Editus, 2008.

SANTA Cruz do Capibaribe inaugura aterro sanitário. **Conselho de medicina do Estado de Pernambuco – CREMEPE**, 2007. Disponível em: <http://www.cremepe.org.br/2007/06/30/santa-cruz-do-capibaribe-inaugura-aterro-sanitario/>. Acesso em: 26 de março de 2020.

SÁNCHEZ. L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.



SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E ENERGÉTICOS DO ESTADO DE PERNAMBUCO – SRH-PE. (2010). **Plano hidroambiental da bacia hidrográfica do Rio Capibaribe**: Tomo I, Diagnóstico Hidroambiental. Recife: Governo do Estado de Pernambuco, 2010.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE, AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DE BREJO DA MADRE DE DEUS. **Ações ambientais e sustentabilidade em Brejo da Madre de Deus**. Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, setembro de 2019. Entrevista concedida aos autores dessa pesquisa.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E AGRICULTURA DE TORITAMA. **Ações ambientais e sustentabilidade em Toritama**. Toritama, Pernambuco, outubro de 2019. Entrevista concedida a autora dessa pesquisa.

SILVA, M. D. da.; GALVÍNCIO, J. D.; PIMENTEL, R. M. de M. Diagnóstico da ocupação vegetal do município de Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, Brasil, através do sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.1, n. 2, set/dez., p. 15-29, 2008.

SILVA FILHO, A. A.; TONIOLO, E. R.; GABÍNIO, M.; OLIVEIRA, S. F. S. **Mapeamento da cobertura florestal nativa lenhosa do estado de Pernambuco** (Documento de Campo FAO nº17). PNUD/FAO/IBAMA: Governo de Pernambuco, Recife, 1998. 32p.

SOARES, S. C.; MOTTA, A. L. T. S. da. Diminuição das florestas naturais no mundo. *In: Anais do VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão*. Niterói, RJ, 2010.

SOUZA, A. G. de. **Formas de mensurar a sustentabilidade**: um estudo sobre novos indicadores. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.



CAPÍTULO 16

ENERGIAS RENOVÁVEIS COMO FONTE SUSTENTÁVEL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

José Sebastião Thiago de Oliveira, Biomédico, ASCES-UNITA
Jamyly Maria Bezerra Cavalcanti, Biomédica, ASCES-UNITA
Antônio Ferreira de Lima Filho, Biomédico, ASCES-UNITA
Carlos Alberto Mendes da Silva Filho, Biomédico, ASCES-UNITA
Henrique John Pereira Neves, Engenheiro Químico, ASCES-UNITA

RESUMO


Na década de 1960, com a industrialização e com o crescimento da população mundial, as indústrias aumentaram sua capacidade de produção e melhoraram seus processos e a qualidade de seus produtos. Com a crise do petróleo na década de 70, despertou-se o interesse em pesquisar fontes de energia renováveis. Sustentabilidade é um termo usado de forma generalizada, indicando uma ideia relacionada com o presente e o futuro da humanidade, com o meio ambiente, o social, o ecossistema, o progresso, o desenvolvimento, o crescimento, a produção de bens de consumo e a preservação da natureza. As fontes de energia renováveis compreendem fontes alternativas às tradicionais, como o petróleo e o carvão (altamente poluentes e esgotáveis), pois são perenes e causam pouco ou nenhum impacto ao meio ambiente. As principais características das fontes alternativas são a capacidade de renovação constante e a preservação dos recursos naturais. Exemplos de fontes renováveis de energia são: sol, vento, água, biomassa, geotermia e hidrogênio.

PALAVRAS-CHAVE: *Energia Renovável; Sustentabilidade; Meio Ambiente.*

INTRODUÇÃO

Na década de 1960, com a industrialização e com o crescimento da população mundial, as indústrias aumentaram sua capacidade de produção e melhoraram seus processos e a qualidade de seus produtos. Com a crise do petróleo na década de 1970, despertou-se o interesse em pesquisar fontes de energia renováveis, denominadas fontes de energia limpas, a bioenergia a partir de resíduos sólidos orgânicos de origem vegetal e animal tornou-se alternativa viável diminuindo a capacidade poluidora desses resíduos, pois o gás emitido por eles na decomposição, que antes iria para o meio ambiente, agora se destina a produção de energia e a porção sólida utilizada como adubo orgânico (CLEAN ENERGY, 2004; GASPAR, 2003; PASSOS, 2002).

A partir de 1992, com a realização da Conferência das Nações Unidas, os países participantes reconheceram a necessidade de conciliar o desenvolvimento socioeconômico com




a utilização dos recursos da natureza. Diante do aumento das atividades antrópicas, que tem contribuído para o aquecimento global, vem sendo discutidos a queima de combustíveis fósseis em usinas termelétricas, sistemas de aquecimento domésticos, lixões, aterros sanitários, agricultura, desmatamento florestal, entre outros (VIEIRA, 2010; SENADO, 2016).

A Organização das Nações Unidas (ONU) implementou a “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” que inclui 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), visando a erradicar a pobreza e a combater as desigualdades e a mudança climática. Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos em todas as idades é um dos objetivos mais desafiadores dessa agenda adotada pela ONU (MESQUITA; LEÃO 2018), os 17 ODS devem se traduzir em políticas públicas “interdisciplinares, interdependentes e sistêmicas”, uma vez que “de nada valerá o esforço isolado de implementação das metas do ODS se não estiverem devidamente articuladas” (YOUNG, 2018).

Os termos sustentável, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, embora muito utilizados na literatura científica, no setor privado e nas políticas públicas, ainda não possuem um consenso em termos de conceito. Na literatura, existe uma vasta diversidade de conceitos, relacionada, de forma predominante, com o desenvolvimento sustentável (LINDSEY, 2011). Porém, os significados destes termos variam na literatura em virtude do número de perspectivas e vinculações ao contexto e ao campo de atuação (STEPANYAN, LITTLEJOHN e MARGARYAN, 2013).

Desenvolvimento Sustentável é um termo difícil para definir, mas vem evoluindo continuamente. Em sua definição conforme o Relatório Brundtland, o Desenvolvimento Sustentável é aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras. O processo de alfabetização da sustentabilidade, já teve início, precisamos desarmar as barreiras criadas; os conflitos internos e externos. Precisamos escutar a natureza, aprender com suas mensagens e sinais. Olhar para seu campo de energia, suas conectividades e aprender com sua sabedoria (PINTO, 2011).

Sustentabilidade é um termo usado de forma generalizada, indicando uma ideia relacionada com o presente e o futuro da humanidade, com o meio ambiente, o social, o ecossistema, o progresso, o desenvolvimento, o crescimento, a produção de bens de consumo e a preservação da natureza. Na realidade, não existe uma definição conceitual teórica e/ou científica a respeito desse termo, por vezes tratado para expressar um sentimento de cuidado e



de bondade e/ou boa vontade em relação ao uso corporativo dos recursos naturais. Pela dificuldade e pela imprecisão na definição de sustentabilidade, faz-se mister observar as orientações dos estudiosos quando se recomenda atenção e muito cuidado no seu emprego. (VEIGA, apud STOCCO, C. 2010).

A sustentabilidade é, simultaneamente, um objetivo, um processo e uma disciplina de interesse global, que envolve nuances e objetivos locais (Heck et al., 2018), vinculando-se intimamente ao conceito de equidade (Cook; Swyngedouw, 2012), que desperta enormes interesses nas pessoas conscientizadas e sensibilizadas para o que representa:

Uma alternativa de oportunidade de se obter melhores condições de vida hoje com perspectiva para as futuras gerações. Desperta nas pessoas, principalmente em agentes de decisões como integrantes do planeta, o interesse de caminhar juntos para contribuir na construção de uma vida melhor nos níveis individual, socioeconômico, ambiental e ético. A Sustentabilidade não é sinônimo de preservação ambiental e não depende somente de normas, mas de profundas mudanças das pessoas e provocar a ruptura de antigos paradigmas. (PINTO, 2011).


Contudo, a sustentabilidade do sistema socioeconômico mundial está intrinsecamente relacionada às trajetórias de desenvolvimento tecnológico realizadas pelos principais blocos de países, trajetórias que se formam por causa de opções de matérias-primas de desenvolvimento. Assim, tais trajetórias estão intimamente relacionadas às opções que foram feitas em matéria de industrialização e de consumo energético no passado (FURTADO, 2003).

Assim sendo, a busca de alternativas que reduzam as pressões ambientais e atendam às necessidades básicas da humanidade são objetivos a serem atingidos por todos os que estão comprometidos com questão ambiental. Buscando uma alternativa viável para suprir esses anseios, as Células de Combustível Microbianas (MFCs) surgiram como uma promissora tecnologia que une a geração de eletricidade com o tratamento de efluentes (TELEKEN et al., 2017; WANG et al., 2013). Logo, o presente artigo tem como objetivo apresentar um novo olhar sustentável referente às energias renováveis existentes no Brasil.

REVISÃO DE LITERATURA

FONTES RENOVÁVEIS DE ENERGIA NO BRASIL

As fontes de energia renováveis compreendem fontes alternativas às tradicionais, como o petróleo e o carvão (altamente poluentes e esgotáveis), pois são perenes e causam pouco ou nenhum impacto ao meio ambiente. As principais características das fontes alternativas são a



capacidade de renovação constante e a preservação dos recursos naturais. Exemplos de fontes renováveis de energia são: sol, vento, água, biomassa, geotermia, hidrogênio e microrganismos.

No Brasil as energias de fontes renováveis representam 44,7% da matriz energética (sendo 29,7% biomassa, 15,0% hidráulica, 9,3% gás natural), no mundo é de apenas 13.3% (Ministério de Minas e Energia).

As Células de Combustível Microbianas surgiram como uma tecnologia promissora e vêm ao encontro da sustentabilidade. Neste aspecto, as MFCs podem ser estabilizadas para operar como biossensores (Chang et al., 2004, 2005; Rahimnejad et al., 2011; Ishii et al., 2012; Shen et al., 2012; Feng e Harper, 2013; Feng et al., 2013), e elas podem ser calibradas para determinar a demanda bioquímica de oxigênio (DBO) no esgoto (Kim et al., 2003; Chang et al., 2004; Kumlanghan et al., 2007; Di Lorenzo et al., 2009). Portanto, a sustentabilidade também está presente na possibilidade de comunidades que não possuem tratamento de esgoto e eletricidade de obterem, através da MFC, estas tecnologias (Yazdi et al., 2015).


ENERGIA MICROBIOLÓGICA

O processo baseia-se na capacidade que os microrganismos têm de converter a energia química da biomassa em energia útil, sendo considerado um processo limpo de produção de energia. Além disso, esse tipo de energia não provoca impactos ambientais e nem envolve a produção de materiais perigosos, e também, sua produção pode ser realizada localmente, próximo da região onde há demanda, minimizando os custos relacionados ao sistema de distribuição (BUCKLEY; WALL, 2006). Com base nas leis fundamentais de conversões energéticas, os microrganismos têm a capacidade de produzir combustíveis tais como bioetanol, biodiesel, metano e hidrogênio, os quais possuem grande destaque no cenário mundial (BUCKLEY; WALL, 2006).

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Praticamente inesgotável, a energia solar pode ser aproveitada para a geração de energia elétrica através de painéis solares e células fotovoltaicas.

Os Sistemas Fotovoltaicos (SFV) tem a grande vantagem por possuírem baixíssimas emissões de CO₂ na produção de energia elétrica. Para uma disseminação da tecnologia em larga escala no Brasil, é necessária a criação de políticas de incentivo ao desenvolvimento da indústria fotovoltaica para a nacionalização dos equipamentos, principalmente porque o Brasil



possui 90% das reservas mundiais de silício economicamente aproveitáveis e sofre incidência de radiação solar em todo território praticamente o ano todo (ZILLES, 2009).

ENERGIA EÓLICA

Dentre as inúmeras possibilidades de energias renováveis que produzem reduzidos impactos ambientais e não emitem gases de efeito estufa, as fontes eólicas têm despontado como uma das mais interessantes em termos de produção, segurança de fornecimento e sustentabilidade ambiental (GWEC, 2008; EWEA, 2010). Outra questão pertinente ao financiamento de parques eólicos consiste na crença de que os avanços tecnológicos do setor e a crescente demanda por esse tipo de energia também têm gerado implicações socioeconômicas (MARTINS, GUARNIERI e PEREIRA, 2008).

A energia cinética do deslocamento das massas de ar (vento) pode ser transformada em energia mecânica ou elétrica através de turbinas eólicas. O emprego dessa tecnologia no mundo vem crescendo a cada ano, principalmente na Europa, Ásia e América do Norte, sendo que a Alemanha tem a maior capacidade instalada e, na América Latina o maior desenvolvimento da capacidade instalada foi em 2006, segundo dados do GWEC – *Global Wind Energy Council*.

No Brasil, a energia eólica representa 0,25% da matriz energética e o PROINFA prevê financiamentos através do BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento) e incentivos como subsídios ao consumidor (tarifa garantida), contrato de compra da energia pela Eletrobrás por um período de 20 anos e índice mínimo de nacionalização de 60%. (Ministério de Minas e Energia).

ENERGIA HIDRÁULICA

A água é outro recurso natural abundante no Brasil e responsável pela maior parte da energia elétrica gerada a partir de fontes renováveis (85%), segundo Ministério de Minas e Energia. Em toda a Terra somente 2,5% da água é doce, das quais 68,9% encontram-se em geleiras, 30,8% no subsolo e 0,3% em lagos e rios (Uniágua, 2011).

Com base no Ministério de Minas e Energia, a partir da energia cinética da água que movimentada as turbinas hidráulicas é gerada energia mecânica que através de geradores é convertida em energia elétrica em Usinas Hidrelétricas e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH).



BIOMASSA

Do ponto de vista energético a biomassa é toda matéria orgânica, seja de origem animal ou vegetal, que pode ser utilizada na produção de energia, segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Uma das principais vantagens da biomassa é que, embora de eficiência reduzida, seu aproveitamento pode ser feito diretamente, por intermédio da combustão em fornos, caldeiras etc. Para aumentar a eficiência do processo e reduzir impactos socioambientais, tem-se desenvolvido e aperfeiçoado tecnologias de conversão mais eficientes, como a gaseificação e a pirólise, também sendo comum a cogeração em sistemas que utilizam a biomassa como fonte energética(ANEEL).


Atualmente, várias tecnologias de aproveitamento estão em fase de desenvolvimento e aplicação. Mesmo assim, estimativas da Agência Internacional de Energia (AIE) indicam que, futuramente, a biomassa ocupará uma menor proporção na matriz energética mundial – cerca de 11% em 2020 (AIE, 1998). Outros estudos indicam que, ao contrário da visão geral que se tem, o uso da biomassa deverá se manter estável ou até mesmo aumentar, por duas razões, a saber: i) crescimento populacional; ii) urbanização e melhoria nos padrões de vida (HALL; HOUSE; SCRASE, 2000).

ENERGIA SOLAR

Na esfera ambiental, o balanço positivo da conversão de energia solar (fotossíntese) em energia mecânica, ou seja, a quantidade de CO₂ capturado no processo vegetativo de desenvolvimento da cultura de cana-de-açúcar é maior do que é emitido na sua produção e consumo como combustível, isso torna o uso do etanol estratégico para a redução de emissão Gases de Efeito Estufa(GEE) (LEFF, 2001).

BIODIESEL

Segundo a lei nº. 11.097, de 13 de janeiro de 2005, biodiesel é um “biocombustível derivado de biomassa renovável para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão, ou, conforme regulamento, para geração de outro tipo de energia, que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil”. O biodiesel pode ser produzido a partir de gorduras animais ou de óleos vegetais (mamona, dendê, girassol, babaçu, amendoim,



pinhão manso, soja, dentre outros) e obtido por diferentes processos tais como craqueamento, esterificação ou pela transesterificação (processo mais utilizado) (MAIMON, 1999).

Recentes estudos (FAO, 2006) mostraram que os óleos encontrados nas microalgas possuem similaridade quanto às características físico-químicas e químicas dos de óleos vegetais em geral, e que diante disso elas podem ser consideradas potenciais matérias-primas para a produção de biodiesel.

Assim, com base em estimativas, o cultivo de microalgas apresenta várias características favoráveis como: custos parcialmente baixos para a colheita e transporte e menor gasto de água, quando comparados aos de cultivo de plantas; pode ser realizado em condições não adequadas para a produção de culturas convencionais. Além disso, as microalgas apresentam maior eficiência fotossintética que os vegetais superiores e podem ser cultivadas em meio salino simples; e, por fim, são eficientes fixadoras de gás carbônico (TEIXEIRA, 2006).

ENERGIA GEOTÉRMICA


Energia proveniente do calor do interior da crosta terrestre, é uma energia duradoura e independente de condições climáticas (sol, chuva). Alguns países como México, Islândia, Japão, Itália, Alemanha e Portugal têm expandido a geração de energia elétrica através da geotermia. O Brasil tem intenção de investir nessa tecnologia. (SANTOS, 2001)

HIDROGÊNIO

Um dos elementos mais abundantes no planeta é o hidrogênio e seu uso em célula de combustível (célula eletroquímica que consome o hidrogênio liberando energia e produz água como resultado da reação) tem sido amplamente estudado. O alto custo para a produção do hidrogênio através da eletrólise da água torna essa tecnologia pouco utilizada. O hidrogênio pode ser obtido a partir do metano, porém o método de conversão do metano libera gases poluentes, o que o torna pouco interessante sob o ponto de vista ambiental. (ALMEIDA, 2002).

O processo de geração de hidrogênio ocorre como forma de dissipar elétrons contidos na célula e também permite geração de energia adicional ao metabolismo celular (PRADO et al., 2006).

Embora o hidrogênio, ligado ao oxigênio, seja muito abundante em forma de água, suas moléculas não se encontram em estado puro: ele é um vetor de energia e não uma fonte. Portanto é preciso primeiro produzi-lo e armazená-lo (BUCKLEY; WALL, 2006). Por enquanto, a única



forma economicamente viável para produzir hidrogênio é extraí-lo do petróleo ou do gás natural. A corrida pelo hidrogênio limpo e sua produção em larga escala é um dos grandes desafios tecnológicos da ciência (PORTAL H2, 2008).

RESÍDUOS

Outras fontes de energia, provenientes de resíduos, são o esterco produzido em sistemas de produção intensiva de animais domésticos para fins comerciais (bovinos de corte, bovinos de leite, suínos e aves), resíduos agrícolas, o lixo urbano e o esgoto doméstico. Essas fontes são preocupações ambientais devido ao seu alto potencial poluente e a geração de energia a partir da digestão anaeróbia (biodigestão) é forma de aproveitamento e solução para possíveis impactos ao meio ambiente. (FAUSTINO, 2009).

Um modo de diminuir os custos do tratamento de esgoto animal e industrial é gerando quantidades apreciáveis de bioenergia, na forma de gás hidrogênio ou metano, a partir da matéria orgânica contida no esgoto, através de algum tratamento acoplado (Liu, 2004; Myers, 2000). O processamento de águas residuais, para a produção de hidrogênio foi testado usando bactérias fermentativas em vários tipos de processos (Kumlanghan, 2007; Oh, 2005; Yu, 2006).


MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão de literatura realizada na base de dados *Scielo*, no período de 1995 a 2018, nos idiomas português, espanhol e inglês, utilizando os descritores *Energia Renovável, Sustentabilidade, Meio Ambiente*, onde foram selecionados os artigos considerados relevantes à temática.

DISCUSSÃO

Conforme o verificado na revisão, percebe-se que todas as alternativas de fontes renováveis de energia são viáveis, cada uma com suas peculiaridades, entretanto, no caso de implantação das mesmas, cada uma tem as suas particularidades, conseqüentemente seus investimentos iniciais, que podem ser maiores ou menores de acordo com as dimensões de aplicação, ou seja, quanto maior a extensão de alcance, maiores serão os investimentos.

Isso representa uma certa dificuldade inicial em se implantar estas fontes de energia renováveis, por serem empreendimentos grandes muitas vezes, contando-se também com o fato de que há a necessidade de regularização pelos órgãos ambientais de tal implantação, com todos os estudos inerentes para implantação.



Existe um fator social relevante na implantação de um empreendimento que trabalhe com a geração de energias renováveis, que é a geração de empregos diretos e indiretos, para a implantação e administração destes empreendimentos, gerando um aumento da economia local e com algo ambientalmente correto.

Se uma determinada localidade pretender utilizar algum destes tipos de energias renováveis, ela precisará escolher qual tipo adotará conforme suas características, qual alternativa será mais viável, não só com relação a implantação, mas também com relação ao gerenciamento e com relação à manutenção, verificando-se o que é necessário para instalação, quais recursos serão necessários para essa instalação, bem como o que é imprescindível para o gerenciamento de funcionamento do empreendimento que utilizará tal fonte de energia renovável e por último como ocorre a manutenção de tal empreendimento, tudo isso deve ser analisado conforme as peculiaridades, características de cada localidade para que torne o empreendimento viável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os recursos naturais como fonte finita e os impactos ambientais provocados pela sua exploração tornam evidente que é necessário investir no desenvolvimento de fontes de energias renováveis que acima de tudo sejam limpas e que não causem impactos ao meio ambiente. Por outro lado, isso deve ser atingido mediante aperfeiçoamento tecnológico, cujo, o intuito seja o mínimo de impacto ambiental possível, bem como máxima eficiência, objetivando reduzir riscos e elevar a qualidade de vida das pessoas.


Ao que parece, longe de se esgotar o assunto, as reflexões aqui apresentadas apenas se inserem no debate sustentável, a fim de deixar uma contribuição àqueles que buscam conhecimento, visando explorar desta forma as práticas metodológicas e didático-pedagógicas, apresentando um novo olhar sustentável referente às energias renováveis existentes no Brasil.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. **Investimento em energia renovável cai com a crise**, artigo publicado em 26 de agosto de 2009. Disponível em: <http://www.anba.com.br/noticia_agroenergia.kmf?cod=8828625>. Acesso em 29 out 2018.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA (AIE). **Coal Industry Advisory Board: CIAB**. Disponível em: <www.iea-coal.org.uk>. Acesso em: 10 mar. 2018.

_____. **Nuclear power: sustainability**, climate change and competition. Paris, 1998.



AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil) (ANEEL). **Banco de Informações de Geração: BIG**. Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso em: 31 maio 2018.

ALMEIDA, Fernando. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.

AMBIENTE, Instituto Brasil. **Geração de energia a partir de resíduos/ Biodigestores para Dejetos**. Disponível em: <<http://www.brasilambiente.com.br/biodigestores.pdf>>. Acesso: 31 out 2018.

BACKER, Paul de. **Gestão Ambiental: a administração verde**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1995.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL – BEM (2015). **Relatório Síntese I, ano base 2014**. Disponível em: <<http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-2014>>. Acesso: 28 out 2018.

BRASIL. **Lei nº 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. Diário Oficial da União, Brasília, 03 ago 10.

BUCKLEY, M.; WALL, J. **Microbial energy conversion**. American Society for Microbiology, nov. 2006.

CHANG, I. S.; JANG, J. K.; KIM, M.; KIM, H. J.; CHO, B. W.; KIM, B. H. (2004). **Continuous determination of biochemical oxygen demand using microbial fuelcell type bio sensor**. Biosensors & Bioelectronics. 19(6). 607-613.

CHANG, I. S.; MOON, H.; JANG, J. K.; KIM, B. H. (2005). **Improvement of a microbial fuelcell performance as BOD sensor using respiratory inhibitors**. Biosensors & Bioelectronics. 20(9). 1856-1859.

CLEAN ENERGY. **Biogás – Parte 1**. Disponível em: <<http://cleanenergy.blogspot.com.br/2004/11/obiogsparte-1-introduo-o-biogs-tem.html>>. Acesso em: 24 out 2018.

COOK, I. R.; SWYNGEDOUW, E. **Cities, Social Cohesion and the Environment: Towards a Future Research Agenda**. Urban Studies, v.49, n.9, p.1959-79, 2012. doi: 10.1177/004209801244488.

DI LORENZO, M.; CURTIS, T. P.; HEAD, I. M.; SCOTT, K. (2009). **A single-chamber microbial fuelcell as a biosensor for wastewaters**. Water Research. 43(13). 3145-3154.

EWEA. **Powering Europe: wind energy and the electricity grid**. Brussels: EWEA, 2010.

FAO. **Chapter 6 –Oilproduction.** Disponível em: www.fao.org/docrep/w7241e/w7241e0h.htm. Acesso em: 18 out 2018.

FAUSTINO, L.S.M.; TRAJANO, M.F.; MELLO, V.S.; JÚNIOR, I.B.M. TORRES, T.F.T.O. **Produtores de gado trabalhando alternativa para produção de energia biológica. 2º. BIOCUM – Simpósio Nacional de Biocombustíveis**, Recife, 2009.

FENG, Y.;BARR, W.; HARPER Jr., W. F. (2013). **Neural network processing of microbial fuelcell signals for the identification of chemicals present in water.** Environmental Management. 120C. 84-92.

FENG, Y.;HARPER Jr., W. F. (2013). **Biosensing with microbial fuelcells and artificial neural networks: Laboratory and field investigations.** Environmental Management. 130C. 369-374.

FURTADO, A. **Crise energética e trajetórias de desenvolvimento tecnológico.** (Ciclo de Seminários: Brasil em desenvolvimento). Rio de Janeiro, 2003.

GIDDENS, A. **A vida em uma sociedade Pós-Tradiconal.** In: BECK, U.; GIDDENS, A.; LASH, S. (orgs). **Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna.** São Paulo: Editora Unesp, 1997.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL – GWEC. **Global wind energy outlook 2008.** Brussels: GWEC, 2008.

GOVERNO FEDERAL. **Programa nacional de produção e Uso de Biodiesel.** Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/>. Acesso em 30 out 2018.


HALL, D. O.; HOUSE, J. I.; SCRASE, I. Overview of biomass energy. In: ROSILLO-CALLE, F.; BAJAY, S. V.; ROTHMAN, H. **Industrial uses of biomass energy: the example of Brazil.** London: Taylor & Francis, 2000. cap. 1.

HECK, V. et al. **Land use options for staying with in the Planetary Boundaries: Synergies and trade-offs between global and local sustainability goals.** Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions, v.49, p.73-84, 2018. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2018.02.004.

ISHII, S.; SUZUKI, S.; NORDEN-KRICHMAR, T. M.; NEALSON, K. H.; SEKIGUCHI, Y.;GORBY, Y. A.; BRETSCHEGER, O. (2012). **Functionally diverse and phylogenetically diverse microbial enrichments from microbial fuelcells during wastewater treatment.** PLoSOne 7 (2). e30495.

JUNIOR, Orlando Lisita. **Sistemas fotovoltaicos ligados à rede: estudo de caso de 3kWp instalados no estacionamento do IEE-USP.** Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

KIM, B. H.; CHANG, I. S.; GIL, G. C.; PARK, H. S.; KIM, H. J. (2003). **Novel BOD sensor using mediator-less microbial fuelcell.** Biotechnology Letters. 25(7). 541-545.



KUMLANGHAN, A.; LIU, J.; THAVARUNGKUL, P.; KANATHARANA, P.; MATTIASSON, B. (2007). **Microbial fuelcell-based biosensor for fast analysis of biodegradable organic matter**. *Biosensors & Bioelectronics*. 22(12). 2939-2944.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

LINDSEY, T. C. **Sustainable principles: common values for achieving sustainability**. *Journal Cleaner Production*, v. 19, n. 5, p. 561-65, 2011.

LIU, H.; LOGAN, B. E.; **Environ. Sci. Technol.** 2004, 38, 4040.

MAIMON, Dália. **Desenvolvimento e natureza: estudo para uma sociedade sustentável**. 2. ed. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1999 p. 17- 25.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. **O aproveitamento da energia eólica**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 1, p.1304-1 a 1304-13, 2008.

MESQUITA, Cláudio Tinoco; LEÃO, Maurício. **A Cardiologia e o Desenvolvimento Sustentável**. *Int. j. cardiovasc. sci. (Impr.)*, v. 31, n. 1, p.f: 1-1: 3, 2018. Disponível em: <<http://www.onlineijcs.org/sumario/31/pdf/v31n1a01.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Biodigestores**. Disponível em: <<http://www.cerpch.unifei.edu.br/biodigestor.php+tipos+de+biodigestores&cd=8&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em 22 out 2018.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **O PROINFA**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/proinfa>>. Acesso em 30 out 2018.

MYERS, J. M.; MYERS D. R.; **J. Bacteriol.** 2000, 182, 67.

OH, S. E.; LOGAN, B. E.; **Water Res.** 2005, 39, 4673


PASSOS, Elizabeth Nunes Alves. **Risco industrial: critério de aceitabilidade considerando a taxa de mortalidade por causas externas do estado de São Paulo**. São Paulo, 2002. 89f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Universidade de São Paulo, USP, 2002.

PINTO, S. Regina Drumond, Maria de Lourdes Amorim Veras. **A Sustentabilidade do Ser e de Ser**, Recife, 2011.

PNS, 2013. **Pesquisa Nacional de Saúde, 2013**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/pns/2013_vol2/default_xls.shtm>. Acesso: 25 out 2018.

PORTAL H2. **FuelCell Energy**. Disponível em: <www.portalh2.com.br>. Acesso em: 28 ago. 2018.

PRADO, A. C.; SOMMER, E. M.; BONAMIGO, P. R. **Produção biológica de hidrogênio**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2006. Disponível em:



<www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_grad/trabalhos_grad_2006-1/hidrogenio.doc>. Acesso em: 01 set. 2018.

RAHIMNEJAD, M.; GHOREYSHI, A. A.; NAJAFPOUR, G.; JAFARY, T. (2011). **Power generation from organic substrate in batch and continuous flow microbial fuelcell operations**. Applied Energy. 88(11). 3999-4004.

SANTOS. **Biogás**. 2001. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/energia/biogas/biogas.htm>>. Acesso em 10 mai 2018.

SENADO. **Conferência Rio-92 sobre o meio ambiente do planeta: desenvolvimento sustentável dos países**. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-rio-92-sobre-o-meio-ambiente-do-planeta-desenvolvimento-sustentavel-dos-paises.aspx>>. Acesso: 25 out 2018.

SHEN, Y. J.; LEFEBVRE, O.; TAN, Z.; NG, H. Y. (2012). **Microbial fuelcell-based toxicity sensor for fast monitoring of acidic toxicity**. Water Science & Technology. 65(7), 1223-1228.

STEPANYAN, K.; LITTLEJOHN, A.; MARGARYAN, A. **Sustainable e-Learning: Toward a Coherent Body of Knowledge**. Educational Technology & Society, v. 16, n. 2, p. 91-102, 2013.

STOCCO, C. **Práticas de Desenvolvimento Sustentável**, Material de Apoio Didático – Uninter, 2010.

TEIXEIRA, C. M. **Microalga como matéria-prima para a produção de biodiesel**. Disponível em: <www.biodiesel.gov.br/docs/congressso2006/agricultura/MicroalgaComo.pdf>. Acesso em: 01 set. 2018.

TELEKEN et al. **Mathematical Modeling of the Electric Current Generation in a Microbial Fuel Cell inoculated with Marine Sediment**. Journal of Chemical Engineering, v. 34, n. 01, p. 211-225, jan./mar. 2017.

Universidade da Água (UNIAGUA), 2011. Disponível em: <<http://www.uniagua.org.br>>. Acesso em 7 de agosto de 2018.

VIEIRA et al. **Práticas de manejo para minimizar a emissão de gases de efeito estufa associadas ou não ao uso de fertilizantes**. Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, 2010.

WANG et al. **Power production from different types of sewage sludge using microbial fuel cells: A comparative study with energetic and microbiological perspectives**. Journal of Power Sources, v. 235, p. 280-288, ago. 2013.

YAZDI, H.; ALZATE-GAVIRIA, L.; REN, Z. J. (2015). **Pluggable microbial fuelcell stacks for septic wastewater treatment and electricity production**. Bioresource Technology. 180. 258-263.



YOUNG, R. **Do macro ao micro**. Página, v.22, n.108, p.17, 2018.

YU, X.; AMRHEIN, C.; DESHUSSES, M. A.; MATSUMOTO, M. R.; **Environ. Sci. Technol.** 2006, 40, 1328.

ZILLES, Roberto. **Energia solar para o desenvolvimento sustentável – Sistemas Fotovoltaicos, aplicações da energia solar fotovoltaica**. São Paulo, 2009.



CAPÍTULO 17

ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA CINZA DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR COMO MATÉRIA PRIMA NA SÍNTESE ALCALINA

Ithvara Dheylye Machado de Medeiros, Universidade Federal da Paraíba
Kerolayne Santos Leite, Universidade Federal da Paraíba
Jéssica Felipe do Nascimento, Universidade Federal da Paraíba
João Victor Furtado Frazão de Medeiros, Universidade Federal da Paraíba
Kelly Cristiane Gomes, Universidade Federal da Paraíba


RESUMO

As pesquisas com materiais alcalinamente ativados têm ganhado destaque na área da produção de superfícies seletivas para coletores solares com temperatura de trabalho acima de 100°C pois, permitem o uso de sistemas renováveis e não poluentes, além de permitirem a utilização de diversas matérias primas precursoras, especificamente materiais residuais como a cinza do bagaço da cana-de-açúcar, o que possibilita agregar valor a esse tipo de resíduo abundante no Brasil. O presente estudo teve por objetivo realizar a caracterização microestrutural da cinza residual do bagaço de cana-de-açúcar avaliadas na pesquisa, assim como testar a resistência à compressão simples nos materiais alcalinamente ativados visando identificar se existe possibilidade do seu emprego na síntese da ativação alcalina de materiais. Para isso foram coletadas cinzas provenientes de uma indústria produtora do Estado da Paraíba, sendo utilizadas duas fontes do material precursor (obtidas do filtro do forno que são as cinzas leves e obtidas do fundo do forno que são as cinzas pesadas), após secagem a 100°C/1h as cinzas foram submetidas ao processo de moagem. Sequencialmente, tanto as cinzas naturais (CBC-L e CBC-P) quanto as moídas (CBC-L60 e CBC-P60) passaram por análises de transmissão na região do infravermelho (FTIR), Microscopia Óptica (MO) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Uma vez realizadas as caracterizações microestruturais das cinzas, as mesmas foram submetidas à síntese alcalina. A resistência à compressão dos materiais alcalinamente ativados foi obtida pelo ensaio indicado na NBR 7215. Como conclusões da pesquisa tanto referentes à caracterização dos materiais precursores quanto do material ativado alcalinamente existe indicação da possibilidade da sua utilização na síntese da ativação alcalina demateriais.

PALAVRAS-CHAVE: síntese alcalina, resíduo industrial, resistência mecânica, propriedades microestruturais.

INTRODUÇÃO

O processo tecnológico atual e do passado, em sua maioria, apresenta como base a utilização de combustíveis não renováveis, cujo expoente mais elevado está representado pelos combustíveis fósseis. Na hipótese de uma continuidade de exploração das reservas de petróleo, a estimativa é que elas estariam completamente acabadas no prazo de cem anos. Este fato tem provocado o interesse das nações no sentido de estimular o estudo de novas formas de energia



renovável pelo mundo (BEZERRA, 2001).

No entanto, a utilização da energia solar como fonte de energia empregada pelo homem não se apresenta como nenhum fato novo. A energia solar tem contribuído bastante para diminuir o consumo das fontes convencionais de energia, com destaque para as aplicações à baixa temperatura. Dessa forma, é no sentido de aumentar a temperatura de trabalho da conversão fototérmica que as pesquisas precisam focar. Atualmente existe um tipo de superfície absorvedora, utilizada em coletores solares de placa plana, que atuam absorvendo radiação solar e não emitindo radiação térmica denominadas de superfície seletiva. Essas superfícies permitem a obtenção de temperaturas de trabalho acima de 100°C, pois diminuem as perdas por emissão térmica (FANTINI, 1980).


Para a produção desse tipo de superfície é necessário o emprego de matérias primas que apresentem propriedades mecânicas elevadas, que requeiram menores quantidades de energia no seu processo de fabricação, que não produzam uma quantidade significativa de poluentes e resíduos, ou seja, que tenham baixo impacto ambiental. Dessa forma, a obtenção de uma superfícies seletiva dependem tanto do material empregado quanto da técnica utilizada (PALOMO *et al*, 1999; BARBOSA *et al.*,2000).

As pesquisas com materiais alcalinamente ativados têm ganhado destaque nessa área pois, permitem o uso de sistemas renováveis e não poluentes como o aquecimento por energia solar, além de permitir a utilização de diversas matérias primas precursoras, especificamente materiais residuais como a cinza do bagaço da cana-de-açúcar (CBC), o que permite agregar valor a esse tipo de resíduo abundante no Brasil (MAPA,2011).

Os estados da Paraíba, Pernambuco e Alagoas são as principais regiões produtoras de cana- de-açúcar do Nordeste. Segundo Conab (2017) a safra 2017/2018 irá alcançar patamares de produção de 21% superior à safra de 2016/17, isso de acordo com o rendimento estimado pelo estudo de Cordeiro et al. (2010) significa que estão disponíveis, anualmente, só no estado da Paraíba, 147,5 mil toneladas de cinza, que usualmente são descartadas em aterros sanitários.

Diante do exposto, esta pesquisa irá contribuir para a consolidação nacional na produção de filmes seletivos obtidos por materiais que passaram pelo processo de ativação alcalina, a partir de um resíduo abundante no país, com destaque para o emprego de materiais residuais da própria região Nordeste.

O presente estudo teve por objetivo realizar a caracterização microestrutural da cinza



residual do bagaço de cana-de-açúcar avaliadas na pesquisa, assim como testar a resistência à compressão simples nos materiais alcalinamente ativados, visando identificar se existe possibilidade do seu emprego na síntese da ativação alcalina de materiais.

METODOLOGIA

A cinza residual do bagaço da cana-de-açúcar foi selecionada a partir de uma indústria produtora do Estado da Paraíba, sendo utilizadas duas fontes do material precursor (obtidas do filtro do forno que são as cinzas leves e obtidas do fundo do forno que são as cinzas pesadas), com o objetivo de avaliar a influência da composição química do material precursor. Esse material foi transportado para o laboratório e armazenado em sacos plásticos vedados após serem secos em estufa a 100°C/1h. Desta forma, foram utilizadas nesta pesquisa duas amostras de cinzas do bagaço da cana de açúcar que seguiram a seguinte nomenclatura:

CBC-L – Cinza do bagaço de cana de açúcar obtida do filtro do forno ou Cinza Leve Natural;

CBC-L60 – Cinza do bagaço de cana de açúcar obtida do filtro do forno ou Cinza Leve Moída;

CBC-P – Cinza do bagaço de cana de açúcar obtida do fundo do forno ou Cinza Pesada Natural;

CBC-P60 – Cinza do bagaço de cana de açúcar obtida do fundo do forno ou Cinza Pesada Moída.

As cinzas leves e pesadas foram moídas em Moinho tipo triturador centrífugo com jarras de porcelana e bolas de alumina, modelo CT – 242, potência 0,5 CV e frequência 50/60 Hz de fabricação da Servitech. No processo de moagem dos materiais precursores foi utilizado um tempo de 60 minutos. Foram utilizadas duas jarras de porcelana com volumes de 500 ml e 300 ml e bolas de alumina de diversos diâmetros. As quantidades dos materiais moídos foram mantidas constantes em cada jarra, sendo definidas dividindo a massa das bolas utilizadas na jarra por três (relação massa:bola de 1:3). O processo de moagem foi utilizado com o objetivo de avaliar o efeito da finura nas propriedades microestruturais da cinza e do material sintetizado.

Tanto as cinzas naturais (CBC-L e CBC-P) quanto as moídas (CBC-L60 e CBC-P60) foram submetidas as análises de transmissão na região do infravermelho (FTIR), as quais foram realizadas em um espectrofotômetro de infravermelho da Prestige da Shimadzu. As amostras

foram maceradas e passadas na peneira, ABNT 200, sendo posteriormente misturadas com brometo de potássio (KBr) na concentração de 1% e prensadas para a obtenção das pastilhas. As análises foram realizadas no intervalo espectral de 4000 a 400 cm^{-1} , com resolução de 4 cm^{-1} , com número de varreduras de 32 à temperatura ambiente.

Após a análise por FTIR, os materiais foram caracterizados por Microscopia Óptica (MO) em Microscópio Óptico Zeiss e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) em Microscópio Eletrônico Quanta 450 com Câmara Ambiental da FEI, equipado com detectores para elétrons secundários, elétrons retroespalhados, EDS e modo ambiental. As amostras foram dispersadas em álcool isopropílico e fixadas em fita de carbono sendo metalizadas comouro.

Uma vez realizadas as caracterizações microestruturais das cinzas, as mesmas foram submetidas à síntese alcalina, onde o material precursor foi dissolvido na solução alcalina (silicato de sódio) e realizou-se o processo de mistura manual por 10 minutos. A mistura manualfoi empregada com o objetivo de avaliar a viabilidade da síntese de materiais resistentes que possam ser utilizados na produção de filmes absorvedores a serem utilizados em coletores solares. As matrizes foram submetidas à temperatura de cura de 55 $^{\circ}\text{C}$ por 7 dias, sendo moldados 5 corpos de prova.

A resistência à compressão dos materiais alcalinamente ativados foi obtida pelo ensaio indicado na NBR 7215. Os testes realizados nesta pesquisa foram conduzidos em um equipamento de ensaios universais, servocontrolado assistido por computador, da Shimadzu modelo AGX-10kN. Foram utilizadas amostras cilíndricas de dimensões 2,5 x 5 cm (diâmetro x altura), num total de 6 amostras para cada tipo de material sintetizado.

O fluxograma de atividade do presente estudo pode ser melhor compreendido pela visualização do esquema da Figura 1, a seguir.

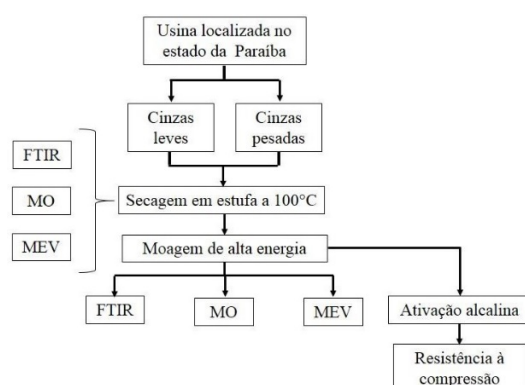


Figura 1. Fluxograma de atividades do presente estudo. Fonte: Autor.

Assim, o presente estudo teve por objetivo caracterizar microestruturalmente as cinzas naturais e moídas, leves e pesadas, provenientes de uma usina do estado da Paraíba, e verificar a viabilidade da síntese de materiais resistentes que possam ser utilizados na produção de filmes absorvedores a serem utilizados em coletores solares.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espectroscopia de infravermelho por transformada de Fourier (FTIR)

A Figura 2 apresenta o espectro de infravermelho das cinzas na região entre 400 cm^{-1} e 1200 cm^{-1} .

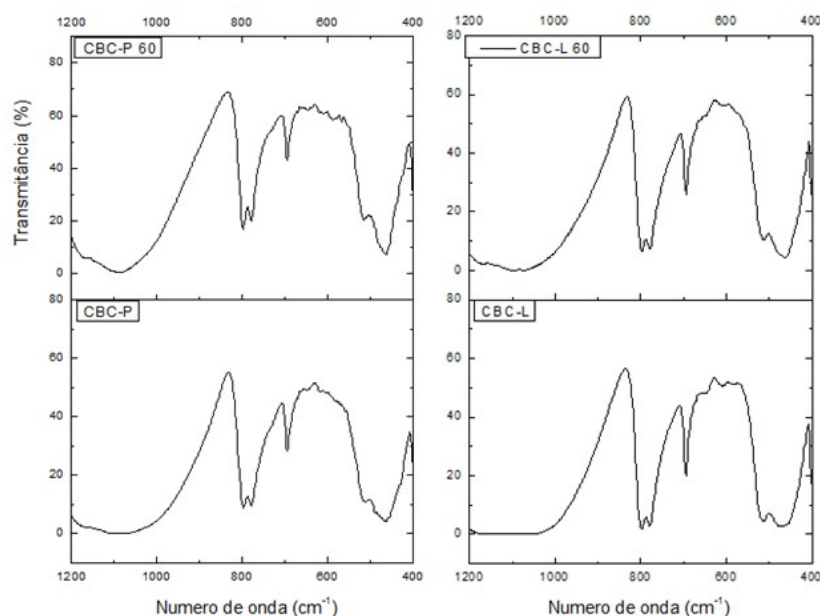


Figura 2: Espectro de Infravermelho da CBC-P. (superior): após moagem; (inferior): antes da moagem e da CBC-L. (superior): após moagem; (inferior): antes da moagem. Fonte: Autor.

A banda mais larga em cerca de 1000 cm^{-1} parece indicar a presença de sílica amorfa em todas as amostras, antes e após a moagem. O duplete de cerca de 800 cm^{-1} e o pico estreito a 690 cm^{-1} pode ser atribuída como o estiramento simétrico da banda de Si-O-Si e 460 cm^{-1} a banda do O-Si-O (quartzo). A presença sutil de ambos os picos a 875 cm^{-1} e 855 cm^{-1} são evidência de carbonatos de cálcio na amostra (CO-23), bem como de alumínio octaédrico, que pode ser atribuído ao fato de que alguma argila caulinitica presente quando a cana-de-açúcar foi coletada no campo.

Microscopia óptica (MO) e microscopia eletrônica de varredura (MEV)

A Figura 3 apresenta as micrografias ópticas do efeito da moagem sobre os diversos tipos de cinzas (a) e apresenta a micrografia da amostra de cinza submetida ao tratamento de moagem por 60 minutos (b).

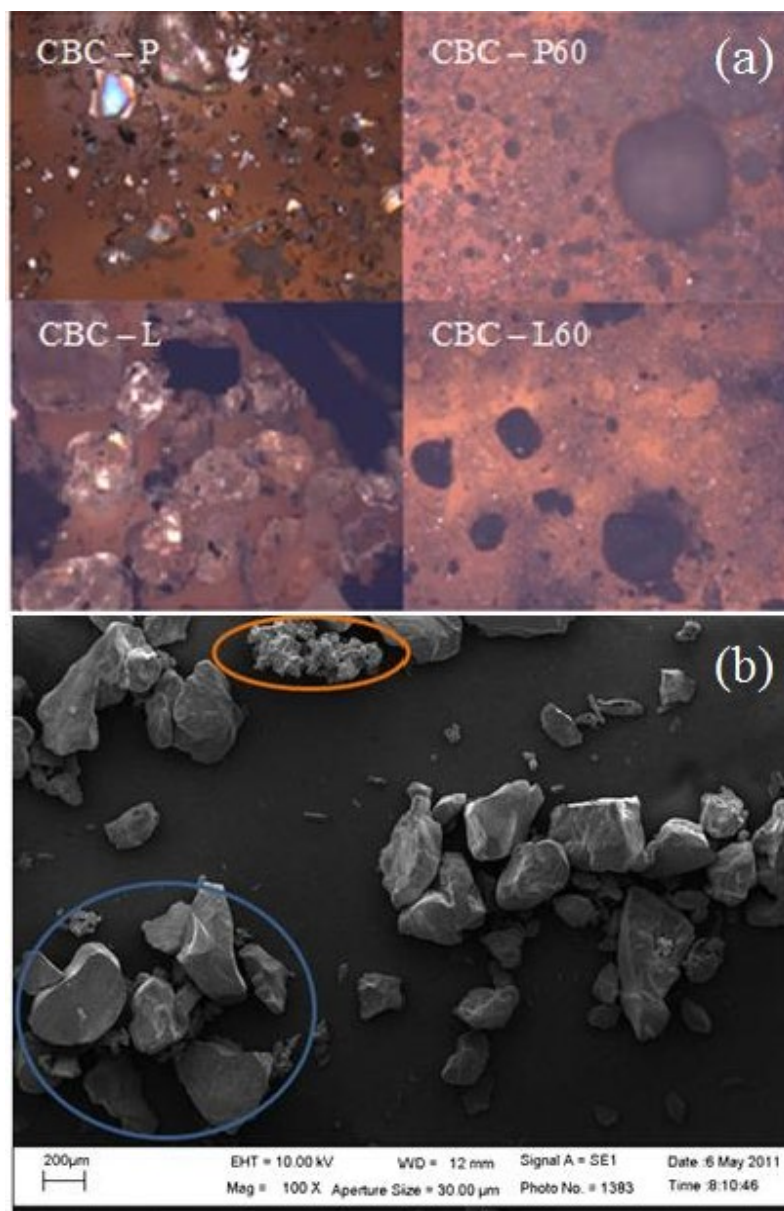


Figura 3. (a) Microscopia Óptica (50X) da CBC-P e CBC-L com e sem moagem e (b) Micrografia Eletrônica de baixa magnificação de Elétrons Secundários da CBC-P após moagem. Fonte: autor.

Como pode ser observado pela Figura 2 as cinzas CBC-P apresentam mais partículas de quartzo com tamanhos de grãos grandes e esféricos, o que é consistente com o maior aumento na finura ao longo do tempo. As cinzas CBC-L também mostrou ocorrência significativa de quartzo, mas as partículas eram menores e mais angulares. Considerando que a redução do

tamanho das partículas foi mais evidente no primeiro caso devido à sua natureza frágil, o tempo de moagem afetou o último por aglomeração de partículas mais finas em forma esférica, em ambos os tipos de cinzas e mais intensamente no CBC-L.

Como ainda pode ser observado pela Figura 2 os grãos de quartzo foram fraturados por processo de moagem como confirmado pela ocorrência de grãos fraturados e formas mais angulares introduzidos para os grãos esféricos. É possível encontrar alguns aglomerados de cinzas constituídas de chapa de forma mais irregular e uma agulha como características. Pode-se observar ainda que a morfologia das cinzas do bagaço de cana-de-açúcar apresentam uma presença significativa de partículas de quartzo (círculo azul) na matéria-prima. Esta observação é devido ao fato de as partículas de areia não terem sido completamente removidas durante a lavagem da cana-de-açúcar quando as mesmas foram recolhidas no canavial. O processo de moagem foi eficiente (como pode ser observado pelo círculo laranja em destaque), uma vez que reduz significativamente o tamanho das partículas, principalmente das cinzas. A presença de partículas maiores é originada do quartzo que se manteve mesmo após amoagem.

Resistência à compressão simples

O Gráfico 1 apresenta os resultados de Resistência a Compressão Simples obtida para as amostras de cinzas antes e depois de submetida ao tratamento de moagem por 60 minutos.

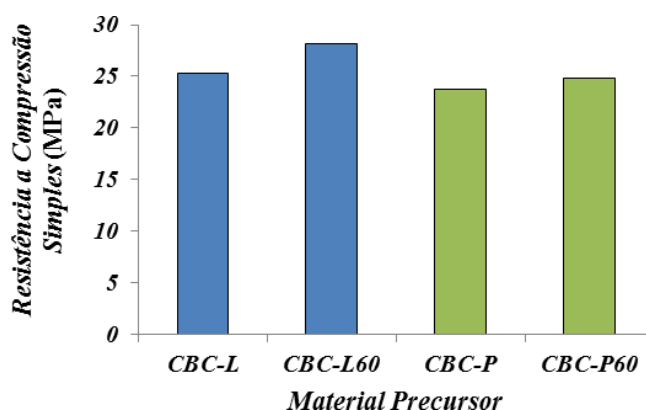


Gráfico 1: Resistência a Compressão Simples. Fonte: autor

Como pode ser observado pelo Gráfico 1 os geopolímeros sintetizados obtiveram resultados de Resistência a Compressão Simples em torno de 24 a 28 MPa. Pode-se observar ainda que não houve diferenças significativas entre os tipos de materiais precursores (CLB-L e CLB-P). Contudo, observa-se que o aumento na finura influenciou no incremento das propriedades mecânicas de resistência das amostras, em especial naquelas oriundas das cinzas leves.

CONCLUSÕES

Como conclusões da pesquisa tanto referentes à caracterização dos materiais precursores quanto do material ativado alcalinamente existe indicação da possibilidade da sua utilização na síntese da ativação alcalina de materiais, haja vista que todos os materiais ativado alcalinamente com silicato de sódio apresentaram resistências à compressão simples superiores a 23 MPa; o processo de moagem por 60 minutos em moinho do tipo triturador centrifugo acarretou um leve incremento nos materiais sintetizados e o processo de moagem foi mais de ordem morfológica do que estrutural: redução de partículas de formas fraturadas e mais angulares das maiores partículas de quartzo e as cinzas foram reduzidos a mais fina aglomerações de forma esférica.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, V.F.F.; MACKENZIE, K.J.D.; THAUMATURGO, C. Synthesis and characterisation of materials based on inorganic polymers of alumina and silica: sodium polysialate polymers. **International Journal of Inorganic Materials**, v. 2, p.309-317, 2000.

BEZERRA, A. M. **Aplicações térmicas da energia solar**. João Pessoa: Editora Universitária, 2001.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira**. v. 4 – safra 2017/18. Abril 2017. Disponível em:<https://www.novacana.com/pdf/18042017090451_Conab_-_1_Levantamento_2017-18_180417.pdf>. Acesso em: 11 de out. 2017.

CORDEIRO, C.G., TOLEDO FILHO, R.D., FAIRBAIRN, E.M.R. Ultrafine sugar cane bagasse ash: high potential pozzolana material for tropical countries. **Revista Ibracom de Estruturas e Materiais**, v.3, n.1, p. 50-67, 2010.

FANTINI, M. C. A. **Superfícies seletivas de cobalto para a conversão fototérmica da energia solar**. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1980.

MAPA. **Evolução da produtividade e da produção de cana de açúcar no Brasil por safra**. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Secretaria de produção e agroenergia. Departamento da cana de açúcar e agroenergia, 2011.

PALOMO, A.; GRUTZECK, M.W.; BLANCO, M.T. Alkali-activated fly ashes: A cement for the future. **Cement and Concrete Research**, v. 29, p. 1323-1329, 1999.



CAPÍTULO 18

AValiação DO RISCO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL PELO USO DE AGROTÓXICOS NA SUB-BACIA DO NATUBA, VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - PERNAMBUCO

Jonathas Gomes de Carvalho Marques, Doutorando em Engenharia Civil, UFPE

Marília Regina Costa Castro Lyra, Professora EBTT, IFPE

Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho, Professora EBTT, IFPE

Rogéria Mendes do Nascimento, Professora EBTT, IFPE

José Antônio Aleixo da Silva, Professor Titular, UFRPE

Suzana Maria Gico Lima Montenegro, Professora Titular, UFPE


RESUMO

O cultivo agrícola tem crescido bastante no Brasil e, no mesmo ritmo, o consumo de agrotóxicos. Muitas vezes associado ao manejo inadequado, esses produtos químicos têm sido ligados a diversos casos de contaminação nas matrizes ambientais. O presente estudo visa analisar o risco potencial de contaminação ambiental, com foco nos recursos hídricos, dos princípios ativos de agrotóxico utilizados na sub-bacia do baixo rio Natuba, município de Vitória de Santo Antão – Pernambuco, propondo, por conseguinte, ações para melhorar o gerenciamento ambiental da região. Para tanto, utilizou-se o modelo de Avaliação do Risco de Contaminação Ambiental por Pesticidas (ARCA). O modelo destacou o risco potencial de contaminação ambiental nos seguintes agrotóxicos: abamectina, azoxistrobina, carbofurano, difenoconazole, diuron, famoxadone, lambda-cialotrina, linurom, picloram, thiamethoxam. É preciso, então, que sejam tomadas algumas medidas nos tratos culturais da agricultura local, dentre elas: a alteração do local de cultivo para mais distante do corpo hídrico, visando cumprir também o disposto no Código Florestal; modificação no modo de manejo do solo e na matriz dos agrotóxicos, substituindo os produtos relatados como potenciais contaminantes por outros com menor potencial.

Palavras-chave: Modelagem ambiental. Gerenciamento de bacias hidrográficas. Água subterrânea. Agricultura e Agrotóxicos.

1 INTRODUÇÃO

A atividade agrícola é realizada há milênios pelo homem, em um primeiro momento para seu próprio consumo e, posteriormente, para venda dos excedentes. Porém, em função do crescimento geométrico da população mundial, houve necessidade de meios mais eficientes para que a produção agrícola fosse suficiente para prover os alimentos para a população.



Esta modificação se valeu de ampla mecanização e introdução maciça de produtos agrotóxicos, além do melhoramento genético das plantas (CHAIM; FRIGUETTO; VALARINI, 1999; HENRIQUES, 2009; DUTRA; SOUZA, 2017). Percebe-se, todavia, rejeição das externalidades negativas e riscos por meio da ampla e irrestrita utilização deste modelo preponderante (MARCON, 2012).

Nesse sentido, Saatman (2016) comenta que a produção agrícola de hortaliças no Brasil é dependente em demasia dos agroquímicos. O seu uso se insere em ciclo de difícil libertação, uma vez que a aplicação de um tipo desse insumo faz com que a praga ganhe resistência e posteriormente novos compostos ganhem mercado, taxados como “a solução”, repetindo-se a situação (LONDRES, 2011). Como alternativa a este modelo, há, por exemplo, o manejo integrado de pragas, controle biológico, rotação de culturas, além de agricultura orgânica.

Casos de contaminação ambiental por agrotóxicos são analisados e confirmados nas diversas matrizes ambientais (água superficial e subterrânea, ser humano, solo, alimento e ar) em várias partes do mundo (MOREIRA et al., 2012; MARQUES et al., 2013; NASCIMENTO, 2013; CCANCCAPA et al., 2016; IBRAHIM, 2016; ETCHEGOYEN, et al., 2017; THOMPSON et al., 2017; VIEIRA et al., 2017; LANS-CEBALLOS et al., 2018), atraindo grande preocupação pela forma como seus impactos vêm sendo sentidos.

Tendo em vista este cenário, tem se desenvolvido várias formas de avaliação e quantificação dessas substâncias no meio ambiente quanto ao seu potencial de contaminação, a despeito de análises laboratoriais, tendo em vista seu alto custo. Estes são modelos analíticos ou índices como *Leaching IndeX* (LIX) (SPADOTTO, 2002), *Groundwater Ubiquity Score* (GUS) (GUSTAFSON, 1989) e o recente modelo de Avaliação de Risco de Contaminação Ambiental por Pesticidas (ARCA) (CHAVES; SOUZA, 2015) que, validados, auxiliam no processo de gerenciamento ambiental de regiões potencialmente contaminadas por agrotóxicos.

Frente ao exposto, o gerenciamento ambiental, por meio de indicadores em nível de bacias hidrográficas, torna-se bastante importante e útil para subsidiar resolução da situação de contaminação por agrotóxicos, uma vez que isto se reflete na qualidade ambiental. Assim, o presente estudo objetivou analisar o risco potencial de contaminação ambiental dos agrotóxicos utilizados na sub-bacia do rio Natuba, realizando, por conseguinte, proposições para um melhor gerenciamento visando à proteção dos recursos hídricos contra os impactos negativos advindos do uso desses produtos químicos.

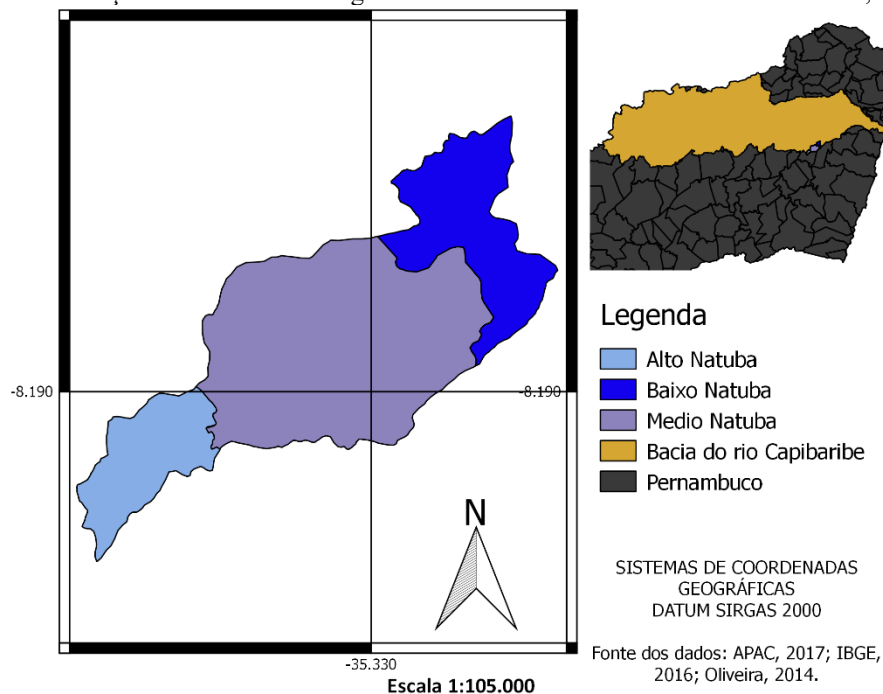
2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da área em estudo

O município de Vitória de Santo Antão se situa no estado de Pernambuco que tem presenciado uma grande degradação ambiental, iniciada com a extração da composição vegetal para a implantação da monocultura sucroalcooleira. Outros impactos também foram sentidos como a utilização em ampla escala dos agrotóxicos de forma indiscriminada (PERNAMBUCO, 2001).


A produção agrícola do município abastece até mesmo outros estados do país (COUTINHO, 2015), sendo considerado por Noronha, Lira e Morais (2016) como o maior produtor de hortaliças folhosas do Norte-Nordeste. Nesse contexto, a sub-bacia do rio Natuba (Figura 1), afluente da margem direita do rio Tapacurá, configura-se como muito importante para o abastecimento da região metropolitana do Recife (RMR) (ALBUQUERQUE, 2010; PENHA et al., 2012).

Figura 1 – Delimitação da sub-bacia hidrográfica do rio Natuba e sua subdivisão em baixo, médio e alto



Elaboração: O autor (2017).

A horticultura se destaca pela grande quantidade de produtores rurais da agricultura familiar, correspondendo a 2,41 km² ou 6,2% do município de Vitória de Santo Antão, tendo em vista os estudos de Barbosa Neto et al. (2011).



Essa produção é caracterizada localmente pela baixa produtividade gerada, dentre outros fatores pela situação pedológica, descontinuidade das chuvas, problemas fitossanitários, além de uso demasiado de agrotóxicos (NASCIMENTO, 2013). Desta forma, o processo de cultivo das hortaliças nessa comunidade traz em si vários riscos, que passam despercebidos pela maior parte da população, como a intoxicação dos agricultores, contaminação do solo e da água além da alteração da qualidade do alimento produzido (NORONHA; LIRA; MORAIS, 2016; SAATMAN, 2016). Esse cenário impede a sustentabilidade na comunidade, acarretando a má qualidade de vida por meio do consumo de alimentos contaminados (BRANDÃO, 2013).

Cabe ressaltar que a sub-bacia do rio Natuba foi escolhida por ter grande parte de sua área destinada ao uso agrícola, principalmente familiar, com manejo de agrotóxicos para o controle das pragas. Este rio contribui bastante para o abastecimento público populacional de Recife e região, pelo fato de ser sub-bacia do rio Tapacurá. Assim sendo, a qualidade ambiental desse território atinge indiretamente a saúde da população local e também da capital estadual. Ademais, a área pode gerar externalidades negativas através da distribuição e consumo das hortaliças produzidas dado o seu grande percentual de contribuição para o estado, quais sejam: aumento da incidência de doenças crônicas como o câncer.

2.2 Aplicação do modelo ARCA

Para proposição de medidas de gerenciamento do uso de agrotóxicos na região em estudo, avaliou-se o risco potencial de contaminação ambiental por meio do modelo denominado: Avaliação do Risco de Contaminação Ambiental por Pesticidas (ARCA). ARCA, foi escolhido, pois, apesar de recente, foi validado com os dados de uma região produtora de soja localizada no Distrito Federal (DF) e obteve respostas satisfatórias na comparação dos dados reais com os dados simulados no modelo, sendo já utilizada em programas de avaliação de áreas rurais (CHAVES; SOUZA, 2015).

Trata-se de um modelo de avaliação de risco que se propõe a priorizar compostos de agrotóxicos utilizados nas lavouras, em relação à sua capacidade de contaminar os recursos hídricos. Este risco é calculado pela Equação 1, fazendo uso da análise da vulnerabilidade ambiental da gleba a ser estudada V (Equação 6) e do potencial de contaminação do produto P_c (Equação 2) (conforme dados da Tabela 1).

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos utilizados como *input* para o modelo ARCA

Ingredientes ativos****	Koc (mg/g)	T_{1/2} solo (dias)	LD₅₀ (mg L⁻¹)**	DAH (mg Kg⁻¹ dia⁻¹)***
2,4 D	39,3	4,4	100	0,05
2,4 D Sal Dimetilamina	46	34	496	-
Abamectina	5638	28,7	0,0036	0,0025
Alfacipermetrina	57889	35	0,0028	0,015
Azoxistrobina	589	78	0,47	0,20
Beta Ciflutrina	64300	13	0,000068	0,003
Carbofurano	25	29	0,18	0,00015
Cartape	24,75*	3	1,6	-
Cipermetrina	156250	60	0,0028	0,05
Clorantranilprole	362	597	13	1,56
Deltametrina	10240000	13	0,00026	0,01
Dicloreto de Paraquate	100000	365	15	0,004
Difenoconazole	6120	130	1,1	0,01
Dithiocarbamatos	-	-	-	-
Diuron	813	75,5	6,7	0,007
Espiromesifeno	30900	4,1	0,016	0,03
Etefom	2540	16	101	0,03
Famoxadone	3847	41,1	0,011	0,012
Fenoxaprope-p-etílico	11354	0,4	0,19	0,01
Fentoato	1000	35	2,5	0,003
Fluazifop-P-Butil	3394	1	1,42	0,01
Glifosato	1424	15	38	0,3
Glifosato potássio	69200	96	1228	-
Hexazinone	54	105	321	0,05
Imidacloprid	262	191	211	0,06
Lambda-Cialotrina	283707	175	0,00021	0,0025
Linurom	842,8	57,6	3,15	0,003
Malathion	1800	0,17	0,018	0,03

Mancozebe	998	0,1	0,074	0,05
Metalaxyl M	163	6,5	101	0,08
Methomyl	72	7	0,63	0,0025
Nonil Fenol Etoxilado	-	-	-	-
Paraquat	1000000	3000	19	0,004
Pencycurom	5667	82,4	0,4	0,2
Spinosad	34600	14	30	0,024
Picloram	13	82,8	8,8	0,3
Tebuconazole	1000	63	4,4	0,03
Thiamethoxam	56,2	50	126	0,026
Trifloxistrobina	2377	0,34	0,022	0,1

Fonte: *Pesticides Properties Database (PPDB)* (LEWIS et al., 2016); *Pesticide Action Network (PAN)* (KEGLEY et al., 2016); *Estimativa feita no software US EPA (2017). **Concentração letal aguda (96 horas) de peixes; ***dose aceitável diária humana; ****Listagem dos agrotóxicos extraída de Nascimento (2013).

$$R = V.Pc \quad (1)$$

$$Pc = M.P.T \quad (2)$$

Em que M é a mobilidade do pesticida no ambiente, P é a persistência e T é a toxicidade aos organismos alvo, cujas equações encontram-se abaixo.

$$M = 1/\log_{10}(K_{oc}) \quad (3)$$

$$P = \log_{10}(T_{1/2}) \quad (4)$$


$$T = (LD_{50} + DAH)/2 \quad (5)$$

Em que K_{oc} é o coeficiente de adsorção ao carbono orgânico (mL/g), $T_{1/2}$ é a meia vida do agrotóxico no solo (dias), LD_{50} é a concentração letal aguda (96h) de peixes e DAH é a dose aceitável diária aceitável humana ($mg\ kg^{-1}\ dia^{-1}$).

A potencialidade de contaminação possui escores, para fins de avaliação subsequente, para cada resultado, a saber: “0,00-0,83”=escore 1 (baixo); “0,84-1,65”=escore 2 (médio); e “1,66-2,50”=escore 3 (alto) (CHAVES; SOUZA, 2015).

$$V = C.L.S \quad (6)$$

Em que C é o coeficiente de textura do solo, L é distância entre a lavoura e o rio (em metros) e S é o parâmetro de manejo do solo. Nesse contexto, o conteúdo de argila no solo



(textura do solo) varia em <30% (escore 3), 30-60% (escore 2), >60% (escore 1); distância do curso d'água mais próximo, com valores variando entre <250 metros (escore 3), 250-1000 metros (médio) e >1000 metros (baixo); além do sistema de manejo do solo com “preparo convencional” (alto), “cultivo reduzido” (médio) e “plantio direto” (baixo).

O resultado dessa fórmula é alocado na seguinte classe dos valores: 1 (baixo), 2 (médio) e 3 (alto) para os valores inscritos nos intervalos: 1-3, 4-9 e 10-27, respectivamente. Assim, após o cálculo de avaliação de risco (R), no qual se leva em consideração os dados da vulnerabilidade (V) e potencialidade de contaminação (Pc), os resultados são analisados, classificados e inseridos, novamente, em três níveis de risco, para cada valor, a saber: 1-2=baixo; 3-4=médio e 6-9=alto.

2.3 Proposições para o gerenciamento ambiental

Para dar andamento à proposta, fez-se uso do ARCA, com os dados físico-químicos (K_{oc} , $T_{1/2}$, LD_{50} , DAH) extraídos da base de dados *Pesticide Properties Database* (PPDB) (LEWIS et al., 2016) e *Pesticide Action Network* (PAN) (KEGLEY et al., 2016), listagem dos agrotóxicos do estudo de Nascimento (2013), dados de solo (que são solicitados no modelo ARCA) de Menezes (2010), informações gerais sobre a região em estudo que estão disponíveis na literatura e órgãos governamentais como a Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH), além de observações e registros *in loco*.

Foram sugeridas, então, medidas (proposições de ações) associadas às variáveis de entrada no modelo que interferem, direta ou indiretamente, nos resultados dos escores, de modo que haja modificação na forma de gerenciamento ambiental na sub bacia do Natuba, evitando contaminação por agrotóxicos na região.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Aplicação do modelo ARCA

A Tabela 2 mostra a avaliação do potencial de contaminação ambiental dos ingredientes ativos utilizados na bacia do baixo rio Natuba, conforme lista proposta por Nascimento (2013), por meio da potencialidade de contaminação (Pc) de cada um dos produtos (avaliados isoladamente) e a avaliação de risco (após a inclusão das características específicas da região em estudo).

As características específicas da área são: porcentagem de argila abaixo de 30% (escore 3), modo de manejo de cultivo mínimo ou reduzido (escore 2) e distância de 50 metros do centro da gleba até o corpo hídrico mais próximo (escore 3). O produto sinaliza alta vulnerabilidade da área (correspondente ao escore 3 - alto).

Tabela 2 – Avaliação de risco dos agrotóxicos utilizados na sub-bacia do baixo Natuba, Vitória de Santo Antão – PE

Ingredientes ativos	CAS	Potencial de contaminação - Pc		Avaliação de risco - R	
		Escore	Nível	Escore	Nível
		(sem a observância das características da área)	(com a observância das características da área)		
2,4 D	94-75-7	1	Baixo	3	Médio
2,4 D sal dimetilamina	2008-39-1	-	-	-	-
Abamectina	71751-41-2	3	Alto	9	Alto
Alfacipermetrina	67375-30-8	2	Médio	6	Alto
Azoxistrobina	131860-33-8	3	Alto	9	Alto
Beta ciflutrina	68359-37-5	2	Médio	6	Alto
Carbofurano	1563-66-2	3	Alto	9	Alto
Cartape	15263-53-3	-	-	-	-
Cipermetrina	52315-07-8	2	Médio	6	Alto
Clorantraniliprole	500008-45-7	2	Médio	6	Alto
Deltametrina	52918-63-5	1	Baixo	3	Médio
Dicloreto de paraquate	1910-42-5	2	Médio	6	Alto
Difenoconazole	119446-68-3	3	Alto	9	Alto
Dithiocarbamatos	4384-82-1	-	-	-	-
Diuron	330-54-1	3	Alto	9	Alto
Espiromesifeno	283594-90-1	1	Baixo	3	Médio
Etefom	16672-87-0	1	Baixo	3	Médio
Famoxadone	131807-57-3	3	Alto	9	Alto



Fenoxaprope-p-etílico	113158-40-0	1	Baixo	3	Médio
Fentoato	2597-03-7	2	Médio	6	Alto
Fluazifop-P-butil	79241-46-6	1	Baixo	3	Médio
Glifosato	1071-83-6	1	Baixo	3	Médio
Glifosato potássio	39600-42-5	-	-	-	-
Hexazinone	51235-04-2	2	Médio	6	Alto
Imidacloprid	138261-41-3	2	Médio	6	Alto
Lambda-cialotrina	91465-08-6	3	Alto	9	Alto
Linurom	330-55-2	3	Alto	9	Alto
Malathion	121-75-5	1	Baixo	3	Médio
Mancozebe	8018-01-7	1	Baixo	3	Médio
Metalaxyl M	70630-17-0	1	Baixo	3	Médio
Methomyl	16752-77-5	2	Médio	6	Alto
Nonil fenol etoxilado	25154-52-3	-	-	-	-
Paraquat	4685-14-7	2	Médio	6	Alto
Pencycurom	66063-05-6	2	Médio	6	Alto
Spinosad	168316-95-8	1	Baixo	3	Médio
Picloram	1918-02-1	3	Alto	9	Alto
Tebuconazole	107534-96-3	2	Médio	6	Alto
Thiamethoxam	153719-23-4	3	Alto	9	Alto
Trifloxistrobina	141517-21-7	1	Baixo	3	Médio

Para todos os princípios ativos analisados, o modelo indicou entre médio-alto risco de contaminação ambiental, especificamente na água superficial e subterrânea, quando as variáveis da sub-bacia do baixo Natuba foram consideradas. Isso demonstra que, pelo fato da região em estudo apresentar alta vulnerabilidade, a potencialidade de contaminação dos produtos (analisados isoladamente) tende a ser maximizada na localidade, podendo haver maior capacidade de lixiviação no perfil do solo ou carreamento superficial dos contaminantes.



3.1.1 Análise do modelo ARCA

O modelo ARCA tornou possível a identificação da alta potencialidade de alguns agrotóxicos a contaminarem o meio ambiente, de modo geral, e também de forma específica para as condições da região do baixo Natuba (avaliação de risco ambiental), como está exposto na subseção anterior.

O referido índice foi ratificado por diversos estudos que já apontam para a direção de que há contaminação na região da sub-bacia do Natuba devido às práticas agrícolas inadequadas (ALBUQUERQUE, 2010; RIBEIRO, 2011; BRANDÃO, 2013; MARQUES et al., 2013; NASCIMENTO, 2013; NORONHA; LIRA, MORAIS, 2016).


Foi constatada alta potencialidade de contaminação ambiental (Pc), para a região em estudo, nos agrotóxicos: abamectina, azoxistrobina, carbofurano, difenoconazole, diuron, famoxadone, lambda-cialotrina, linurom, picloram, thiamethoxam (Tabela 2).

Neste sentido, dados do estudo de Nascimento (2013), que analisou contaminação ambiental por agrotóxicos nas mais diversas matrizes na região de Natuba, confirmam os resultados do modelo ARCA. Em verificações no recurso hídrico superficial, a autora encontrou malathion (grau 1), tebuconazole (grau 2) e azoxistrobina (grau 3); no recurso hídrico subterrâneo, tebuconazole, fentoato e imidacloprido (grau 2) e azoxistrobina (grau 3).

Nas amostras de solo a autora encontrou deltametrina (grau 1), cipermetrina e imidacloprido (grau 2), azoxistrobina (grau 3). Na alface, foram encontradas, por sua vez, dithiocarbamates (não avaliado por falta de dados), deltametrina e spinosad (grau 1), imidacloprido, cipermetrina e tebuconazole (grau 2), abamectina e azoxistrobina (grau 3).

É perceptível que a maioria dos agrotóxicos identificados nas análises de Nascimento (2013) tiverem potencial de contaminação calculado nos níveis médio e alto, corroborando com os dados de risco potencial de contaminação ambiental pelos agrotóxicos do modelo ARCA.

Vários dos agrotóxicos, que foram encontrados nas análises de Nascimento (2013), e que obtiveram grau 1 ou não puderam ser avaliados (como dithiocarbamates), por outro lado, também devem ser tidos com bastante atenção no caso específico da região pelo exposto a seguir. Nascimento (2013) encontrou deltametrina e dithiocarbamates em amostras de alface, cebolinha e coentro na comunidade do Natuba, todavia estes não são legalizados para nenhuma



dessas culturas, de acordo com a ANVISA (2016). Já spinosad foi encontrado na alface, mas também sem registro na ANVISA para esta cultura.

Este cenário é bastante perigoso, pois nas análises das matrizes para os produtos com os resíduos de agrotóxicos para os quais não estão aprovados, não se tem base científica no que se refere ao limite máximo de resíduo (LMR) aceitável, com conseqüente inviabilidade de se classificar seu risco (STOPPELLI; MAGALHÃES, 2005).

3.2 Proposições para a região do baixo rio Natuba

As proposições de ação indicadas nesta seção basearam-se nos seguintes princípios: conhecimento do ingrediente ativo utilizado e das características específicas da região em que se aplica os produtos, além da impossibilidade de aplicação de agrotóxicos sem contaminação (tendo em vista a deriva do produto pelo ar) (SPADOTTO et al., 2004; LONDRES, 2011).

3.2.1 Considerações iniciais


Em primeiro lugar, para que se analise o atual cenário de utilização de agrotóxicos na região da sub bacia do Natuba, é preciso ressaltar que a conjuntura de dados à disposição dos atores sociais pertinentes não é boa, sendo uma realidade na maioria das bacias do estado pernambucano.

Em análise à lista dos licenciamentos ativos no município de Vitória de Santo Antão (no qual a sub bacia do baixo rio Natuba está compreendida), as propriedades rurais não estavam inclusas, apesar de saber que são passíveis de licenciamento ambiental pelo órgão competente estadual (PERNAMBUCO, 2005). Esta inadequação é uma realidade na região da bacia do Natuba devido à informalidade inerente aos processos de produção familiar.

Este é um primeiro entrave encontrado para o gerenciamento na sub-bacia hidrográfica. Além disso, a situação exposta é agravada por meio do modo de manejo irregular dos agrotóxicos na região. Os produtores fazem uso de alguns dos produtos não aprovados para as culturas gerenciadas na sub bacia e não respeitam os períodos de carência, o que ocasiona contaminação de proporções não definidas (MARQUES et al., 2013; NASCIMENTO, 2013).

3.2.2 Recomendações para a região do baixo rio Natuba

O modelo ARCA é um exemplo de método de avaliação de risco. A avaliação indicou que o modo de manejo apresentado na região (próximo do cultivo mínimo ou reduzido) e características naturais (tipo de solo com baixo percentual de argila e distância pequena do



corpo hídrico) eleva muito o risco de contaminação dos ingredientes ativos no matriz recurso hídrico, tanto superficial quanto subterrânea, da sub-bacia (Tabela 2).

Com relação ao modo de manejo da área, entendeu-se que o cultivo de hortaliças pela agricultura familiar se aproxima do modo de manejo “cultivo mínimo ou reduzido” que se caracteriza por ser um estágio de manejo do solo intermediário entre o plantio direto (que dentre outras coisas faz uso de cobertura do solo para evitar a erosão) e o preparo convencional (que utiliza de forma intensiva maquinário para aração, gradagem e semeaduras).


De acordo com os parâmetros utilizados no ARCA e seus respectivos resultados, é possível sugerir, então, algumas modificações na região agrícola da sub-bacia do rio Natuba: o manejo do solo deve ser o mais próximo de plantio direto, como forma de reduzir a possibilidade de carreamento dos nutrientes e agrotóxicos e erosão do solo, uma vez que este modo tem como premissa a cobertura do solo para evitar a erosão.

Além disso, sabe-se que o cultivo de hortaliças e as consequentes aplicações de produtos agrotóxicos se dão muito perto do rio Natuba, além da constituição natural do solo ter um baixo percentual de argila, fato este que, segundo Chaves e Souza (2015), faz com que haja um aumento do potencial de contaminação hídrica, sobretudo a subterrânea.

Assim, outras sugestões para diminuir o risco intrínseco na utilização de agrotóxicos na sub-bacia são, conforme Chaves (2015), que se tomem outras iniciativas como a substituição dos agrotóxicos com maiores escores de potencial de contaminação por outros que tenham menores valores.

Os dados gerados pelo modelo ARCA servem como uma alerta para as agências fiscalizadoras no que tange à proibição ou a não da utilização desses princípios ativos de agrotóxicos na localidade, devido ao seu alto potencial de contaminação ambiental. Sendo assim, os agrotóxicos apresentados no início desta seção, por terem se destacado na avaliação de risco, devem ser alvo de reconsideração pelos órgãos competentes, proibindo-os, com consequente aprovação de outros ingredientes ativos que tenham menor potencialidade de contaminação para as culturas empregadas na região.

Além disto, recomenda-se realocação da área de cultivo para mais distante do rio. Todavia, ressalta-se que, apesar de necessárias, essas modificações, em especial a última, implicariam em novas áreas para cultivo e custos maiores para irrigação, tendo em vista a distância maior do corpo hídrico superficial. Porém, estaria cumprindo o Código Florestal



(BRASIL, 2012) no que se refere à área mínima para Proteção Permanente (APP) ao redor do rio (art. 4).

Nesse sentido, as necessárias e significativas alterações na estrutura de produção local carecem de apoio direto dos órgãos governamentais, principalmente no que tange à modificação no modo de manejo do solo e reposicionamento da área de cultivo que são, conforme Nascimento (2013), propriedade do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

A modificação do modo de manejo é uma etapa importante, uma vez que ela está atrelada, conforme o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2012), à mobilização do solo limitada, preservação de cobertura vegetal no solo e diversificação de espécies.

Quanto ao exposto, indica-se um amplo processo de educação ambiental em conjunto com apoio de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER), pois as medidas não estruturais, são igualmente importantes, executados como as ações de extensão rural e educação ambiental para sensibilizar os agricultores quanto aos benefícios de uma agricultura ambientalmente adequada. Nesse sentido, para Ongley (2001) é salutar entender que as medidas utilizadas para minimizar essa problemática têm que ter sempre foco no produtor rural, tendo em vista que são eles que fazem uso dos produtos.

Aconselha-se, por conseguinte, que haja um monitoramento contínuo na sub-bacia do Natuba, visando à permanente verificação dos ingredientes de agrotóxicos que são mais utilizados, uma vez que já se indicou potencialidade de contaminação ambiental, por meio do modelo ARCA.

Ribeiro (2011) propõe ainda, para uma sustentabilidade efetiva na localidade, ação conjunta entre as secretarias do município, CPRH, ADAGRO, IPA, além de representantes de associações e sindicatos, revendedores de agrotóxicos, fabricantes e instituições de ensino no tocante a encontrar outras saídas não mencionadas neste estudo, uma vez que o presente trabalho não teve a intenção de esgotá-las, mas sim de apresentar as recomendações iniciais frente ao que foi analisado no ARCA.

4 CONCLUSÕES

A utilização de modelos matemáticos é uma excelente forma de estimar a potencialidade de contaminação ambiental por agrotóxicos. Nesse sentido, o ARCA se adaptou muito bem à proposta por exigir dados de fácil obtenção em relação aos dados dos agrotóxicos e da região em análise. Como *output*, houve a indicação de que 25,64% dos produtos utilizados na região da sub-bacia do Natuba tem alta tendência a contaminar os recursos hídricos (sem considerar as condições específicas da região), a saber: abamectina, azoxistrobina, carbofurano, difenoconazole, diuron, famoxadone, lambda-cialotrina, linurom, picloram, thiamethoxam.

Há um grande impedimento para que haja sustentabilidade na região do baixo rio Natuba, a saber: o uso desordenado de agrotóxicos que gera impactos nas diversas matrizes ambientais. Recomenda-se, então, modificação do manejo do solo na região, alteração da área de cultivo para mais longe do corpo hídrico além da reavaliação da permissão do uso dos agrotóxicos que foram relatados como potenciais contaminantes para a região do baixo Natuba. Uma opção seria a escolha de princípios ativos com menor potencial de lixiviação que sejam aprovados para a cultura em questão.

Além disso, medidas não estruturais devem ser tomadas em conjunto, como a educação ambiental, por meio da qual haverá sensibilização e modificação de atitudes dos agricultores na modificação de atitudes.

REFERÊNCIAS


AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – ANVISA. **Regularização de produtos – agrotóxicos:** monografias autorizadas. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/registros-e-autorizacoes/agrotoxicos/produtos/monografia-de-agrotoxicos/autorizadas>. Acesso em: 21 nov. 2016.

ALBUQUERQUE, F. A. **Estudos hidrológicos em microbacias com diferentes usos do solo na sub-bacia do Alto Natuba.** 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

BARBOSA NETO, M. V. B.; SILVA, C. B.; ARAÚJO FILHO, J. C.; ARAÚJO, M. S. B.; BRAGA, R. A. P. Uso da terra na bacia hidrográfica do rio Natuba, Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 5, p. 961-973, 2011.

BRAGA, R. A. P.; GUSMÃO, P. T.; MESEL, M. S. **A Poluição do Rio Tapacurá: consequências e alternativas.** Recife: Editora Universitária, 2006. 30 p.

BRANDÃO, S. V. **Arranjo Produtivo Agrícola em Natuba – Vitória de Santo Antão\PE:** análise de potencialidades e fatores de risco para a sustentabilidade do desenvolvimento local.



2013. Dissertação (Mestrado em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável, Universidade de Pernambuco, Recife, 2013.

BRASIL. **Lei 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília: DF: Congresso Nacional, [2012]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em 24 mar 2020.

CCANCCAPA, A.; MASIÁ, A.; NAVARRO-ORTEGA, A.; PICÓ, Y.; BARCELÓ, D. Pesticides in the Ebro river basin: occurrence and risk assessment. **Environmental Pollution**, v. 211, p. 414-424, 2016.

CHAIM, A.; FRIGHETTO, R. T. S.; VALARINI, P. J. **Manejo de agrotóxico e qualidade ambiental:** manual técnico. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 34 p.

CHAVES, H. M. L. **Modelo de avaliação e manejo do risco de contaminação da água por pesticidas – A. R. C. A.**, [2015?]. Disponível em: http://produtordeagua.ana.gov.br/Portals/0/DocsDNN6/documentos/ARCA_2.pdf. Acesso em: 06 maio 2017.

CHAVES, H. M. L.; SOUZA, M. A. Índice para a avaliação do risco de contaminação de água por pesticidas: desenvolvimento e validação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 02, p. 286-297, 2015.

COUTINHO, H. C. P. **Direito à comunicação e desenvolvimento local sustentável:** o acesso a informações públicas em comunidades rurais de Vitória de Santo Antão – PE. 2015. Dissertação (Mestrado em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável, Universidade de Pernambuco, Recife, 2015.


DUTRA, R. M. S.; SOUZA, M. M. O. Cerrado, Revolução Verde e evolução do consumo de agrotóxicos. **Sociedade & Natureza**, v. 29, n. 03, p. 469-484, 2017.

ETCHGOYEN, M. A.; RONCO, A. E.; ALMADA, P.; ABELANDO, M.; MARINO, D. J. Occurrence and fate of pesticides in the Argentine stretch of the Paraguay-Paraná basin. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 189, p. 1-12, 2017.

GUSTAFSON, D. I. Groundwater Ubiquity Score: a simple method for assessing pesticide leachability. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 08, p. 339-357, 1989.

HENRIQUES, F. S. A Revolução Verde e a biologia molecular. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 32, n. 02, p. 245-254, 2009.

IBRAHIM, S. A. **An assessment of pesticide use, contamination and impact on the environment and the health of people in Sierra Leone.** 2016. Tese (Doutorado em Filosofia) – Lancaster Environment Centre, Lancaster University, Lancaster, 2016.



KEGLEY, S. E.; HILL, B. R.; ORME, S.; CHOI, A. H. PAN **Pesticide Database**, Pesticide Action Network, North America (Oakland, CA, 2016). Disponível em: http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp. Acesso em: 04 out. 2017.

LANS-CEBALLOS, E.; PADILLA-JIMÉNEZ, A. C.; HERNÁNDEZ-RIVERA, S. P.; BEZAMA, A. Characterization of organochloride pesticides residues in sediments from the Ciénaga Grande of the lower Sinú river of Colombia. **Cogent Environmental Science**, v. 04, p. 1-12, 2018.

LEWIS, K. A.; TZILIVAKIS, J.; WARNER, D. J.; GREEN, A. An international database for pesticide risk assessments and management. **Human and Ecological Risk Assessment: an international journal**, v. 22, n. 04, p. 1050-1064, 2016.

LONDRES, F. **Agrotóxicos no Brasil: um guia para ação em defesa da via**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2011. 190 p.

MARCON, T. Progresso, modernização e sustentabilidade: desafios para as políticas agrícolas. **Olhar de Professor**, v. 15, n. 01, p. 125-136, 2012.

MARQUES, J. G. C. M.; NASCIMENTO, R. M.; LYRA, M. R. C. C.; CARVALHO, R. M. C. M. O.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, J. A.; SILVA, J. C. O manejo de agrotóxicos por produtores rurais de hortaliças na sub bacia do Natuba, município de Vitória de Santo Antão – PE, Brasil. **Cientec**, v. 05, n. 01, p. 10-22, 2013.

MENEZES, J. B. **Levantamento das bases de dados da bacia do rio Natuba – PE: estudo de caso da pedologia, geomorfologia e cobertura vegetal**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.


MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura**. Brasília: MAPA, 2012. 176 p.

MOREIRA, J. C.; PERES, F.; SIMÕES, A. C.; PIGNATI, W. A.; DORES, E. C.; VIEIRA, S. N.; STRÜSSMANN, C.; MOTT, T. Contaminação de Águas Superficiais e de Chuva por Agrotóxicos em uma Região do estado de Mato Grosso. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 17, n. 06, 2012. p. 1557-1568.

NASCIMENTO, R. M. **Impactos dos agrotóxicos na contaminação ambiental da produção de hortaliças no baixo rio Natuba, Pernambuco**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

NORONHA, C. R. B.; LIRA, E. B. S.; MORAIS, A. S. Agrochemicals and horticulturists: the invisible risks inserted in food produced in Natuba – Vitória de Santo Antão/PE. **Revista GEAMA**, v. 01, n. 01, p. 93-103, 2016.

ONGLEY, E. D. **Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas**. Traduzido por GHEYI, H. R.; DAMACENO, F. A. V.; BRITO, L. T. L. Campina Grande: UFPB, 2001. 92 p.



PENHA, A. L. T.; PEREIRA, L. C.; BARROS FILHO, M. B. B.; BRAGA, R. A. P. Sistema de informação web para a gestão de bacias hidrográficas: o caso do rio Natuba-PE. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DE GEOINFORMAÇÃO*. 4., 2012. Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2012. 7 p.

PERNAMBUCO. **Mesorregião da mata setentrional, da mata meridional e de Vitória de Santo Antão**. Recife: CONDEPE, 2001. 120 p.

PERNAMBUCO. **Lei 12.916, de 08 de novembro de 2005**. Dispõe sobre licenciamento ambiental, infrações administrativas ambientais, e dá outras providências. Pernambuco: ALEPE, [2005]. Disponível em: http://www.semas.pe.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=fc154f95-259b-4e03-b426-083f73db8068&groupId=709017. Acesso em 23 de mar 2020.

RIBEIRO, E. P. **Eficácia no processo de devolução de embalagens de agrotóxicos vazias na comunidade do Natuba**: área produtora de hortaliças de Vitória de Santo Antão – Pernambuco. 2011. Dissertação (Mestrado em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável) – Programa de Pós-Graduação em Gestão do Desenvolvimento Local Sustentável, Universidade de Pernambuco, Recife, 2011.

SAATMAN, T. M. **Avaliação da qualidade da água subterrânea em área de cultivo de hortaliça em relação à contaminação por agrotóxico**. 2016. Monografia (Graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental) – Departamento Ambiente, Saúde e Segurança, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2016.

SPADOTTO, C. A. Screening method for assessing pesticide leaching potential. **Pesticidas**: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente, v. 12, p. 69-78, 2002.

SPADOTTO, C. A.; GOMES, M. A. F.; LUCHINI, L. C.; ANDRÉA, M. M. **Monitoramento do Risco Ambiental de Agrotóxicos: princípios e recomendações**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 29 p.

STOPPELLI, I. M. B. S.; MAGALHÃES, C. P. Saúde e segurança alimentar: a questão dos agrotóxicos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 10, p. 91-100, 2005.

THOMPSON, L. A.; DARWISH, W. S.; IKENAKA, Y.; NAKAYAMA, S. M.; MIZUKAWA, H.; ISHIZUKA, M. Organochlorine pesticide contamination of foods in Africa: incidence and public health significance. **The Journal of Veterinary Medical Science**, v. 79, n. 04, p. 751-764, 2017.

VIEIRA, M. G.; STEINKE, G.; ARIAS, J. L. O.; PRIMEL, E. G.; CABRERA, L. C. C. Avaliação da contaminação por agrotóxicos em mananciais de municípios da região sudoeste do Paraná. **Revista virtual de química**, v. 09, n. 05, p. 1800-1812, 2017.



CAPÍTULO 19

O USO DE PRODUTOS AGROTÓXICOS: DESTINAÇÃO DAS EMBALAGENS

José de Figueiredo Belém, Professor Mestre, Curso de Administração, UNILEÃO
Raimundo Leite Quantal, Graduando em Administração, UNILEÃO
Alyne Leite de Oliveira, Professora Mestre, Curso de Administração, UNILEÃO


RESUMO

Entende-se que apesar dos benefícios às lavouras a utilização dos agrotóxicos vem ocorrendo de maneira indiscriminada, onde na maioria das vezes não se tem conhecimento dos danos à saúde e ao meio ambiente que esses produtos podem ocasionar, principalmente pelo descarte indevido das embalagens. Assim, a destinação correta de embalagens vazias de agrotóxicos é uma preocupação que tem feito as empresas e fornecedores a repensarem nas variadas formas de evitar que tais resíduos sejam depositados no meio ambiente de forma incorreta. Dentro desse contexto, esta pesquisa objetiva analisar a destinação dada às embalagens descartáveis de agrotóxicos pelos trabalhadores agrícolas da Região do Cariri Cearense. Procurou-se Identificar os reais impactos que a destinação incorreta das embalagens de agrotóxicos pode causar ao meio ambiente e a saúde dos agricultores; conhecer o cumprimento da legislação vigente com relação à Política Nacional de Resíduos Sólidos; destacar os tipos de resíduos perigosos da agricultura (agrotóxicos). O método de pesquisa que foi utilizado para o estudo caracterizou-se como exploratório, descritivo com abordagem qualitativa. A pesquisa procurou identificar questões importantes sobre a disposição final das embalagens de agrotóxicos, propiciando conhecimento sobre o descarte, utilização e armazenamento apropriado das embalagens vazias de agrotóxicos, a fim de evitar uma série de consequências aos manipuladores e contaminação ao meio ambiente.

Palavras-chave: Uso de agrotóxicos. Destinação das embalagens. Política Nacional dos Resíduos Sólidos

INTRODUÇÃO

À medida que a população humana aumenta, cresce a necessidade pelo aumento de alimentos (ONUBR, 2016). Conseqüentemente exige a necessidade da expansão da produção agrícola, tornando-se uma preocupação constante, já que a agricultura brasileira cada vez mais faz uso de insumos químicos, com o intuito de controlar as plantas invasoras, pragas e doenças que surgiram com decorrer do tempo, colocando em risco a produção das culturas, favorecendo assim, o uso dos agrotóxicos com a finalidade de minimizar as perdas e comprometimento do rendimento da produção (RAMOS, 2016).



Entende-se que apesar dos benefícios à lavoura essa utilização vem ocorrendo de maneira indiscriminada, onde na maioria das vezes não se tem conhecimento dos danos à saúde e ao ambiente que esses produtos podem ocasionar, principalmente pelo descarte indevido das embalagens (MMA, 2015).


De acordo com o INCA (2015), no ano de 2009 o Brasil consumiu mais de 1 milhão de toneladas de agrotóxicos e passou a liderar o ranking de maior consumidor mundial. O Ceará ocupa a 13ª posição do ranking de estados consumidores de agrotóxicos no país (MAPA, 2012 apud MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

Almeida et al. (2017) ressalta que a quantidade de agrotóxicos utilizados por área plantada em 2005 passou de 7 kg por hectare para 18 kg por hectare em 2012. As principais regiões com problemas relacionados aos agrotóxicos são Jaguaribe, Ibiapaba, Cariri e Baturité. A região do Baixo Jaguaribe representa uma das principais áreas de fruticultura do Ceará (MILHOME, 2011). A região da Ibiapaba se destaca na produção de hortaliças (MIRANDA et al. 2011). A região Caririense conta com o Perímetro Irrigado Quixabinha (localizado no município de Mauriti). O maciço de Baturité fornece para o município de Fortaleza muitos hortifrutigranjeiros. (PAIVA, 2018).

Além da problemática da dependência dos agrotóxicos, o uso de agrotóxicos nas atividades agrícolas gera outro problema: a questão da destinação final das embalagens vazias; que muitas vezes são descartadas em corpos hídricos, terrenos baldios, enterradas ou queimadas (CANTOS et al., 2008).

Desse modo, o destino inadequado dessas embalagens resulta em elevado risco ambiental às populações expostas. Essas embalagens podem ser classificadas como resíduos perigosos uma vez que apresentem no mínimo uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, o que está associado a riscos à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica (BRASIL, 2010).

Por ser um problema para o meio ambiente, a destinação correta de embalagens vazias de agrotóxicos é uma preocupação que tem feito as empresas e fornecedores a repensarem nas variadas formas de evitar que este resíduo seja depositado no meio ambiente de forma incorreta. Dentro desse contexto, esta pesquisa objetiva responder à seguinte questão norteadora: Qual a



forma adequada de descarte dos resíduos de agrotóxicos? Que impactos esses resíduos podem provocar no meio ambiente?

A presente investigação apresenta como objetivo geral analisar a destinação dada às embalagens descartáveis de agrotóxicos pelo trabalhador agrícola da Região do Cariri Cearense.


Para que se possa atingir tal objetivo se faz necessário identificar os reais impactos que a destinação incorreta das embalagens de agrotóxicos pode causar ao meio ambiente e a saúde dos agricultores; conhecer o cumprimento da legislação vigente com relação à Política Nacional de Resíduos Sólidos e Destacar os tipos de resíduos perigosos da agricultura (agrotóxicos).

De acordo com Brasil (2010) o uso crescente de agrotóxicos nos últimos 12 anos, propagou em mais de 208 mil toneladas de resíduos sólidos (embalagens) de polietileno de alta densidade (PEAD), que são devolvidas ao Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias – INPEV (INPEV, 2012), como é regulamentada pela Lei 12.305 de agosto de 2010 que institui a logística reversa.

Desde a década de 1950 os agrotóxicos se tornam alvo de muitas reflexões por virtude das suas propriedades nocivas, que atingem o meio ambiente, como também por sua vasta contaminação comprovada ao solo, à água, ao ar, aos seres vivos e, nas culturas pulverizadas (ROLIM, 2018). Mediante o exposto, Rolim (2018) evidencia que um dos efeitos nocivos causados aos seres humanos é a mutação dos genes do embrião/feto em formação dos sistemas endócrino, reprodutivo, neurológico, imunológico, entre outros.

Em consonância o Instituto Nacional do Câncer José Alencar Gomes da Silva (INCA, 2015) afirma que se tornou comum as intoxicações agudas por agrotóxicos e que ocorrem com maior frequência no ambiente de trabalho rural, conseqüentemente atingindo os agricultores. Por conseguinte o Relatório produzido pela Organização das Nações Unidas (ONU) quantificou duzentas mil mortes anuais por intoxicação aguda em decorrência dos agroquímicos e que, aproximadamente 90% das mortes ocorreram em nações em desenvolvimento (ONU BRASIL, 2017), consistindo em um relevante problema de saúde pública nacional e mundial (DUTRA e SOUZA, 2017).

Neste contexto, a Organização Mundial da Saúde (OMS) previne sobre os riscos de intoxicação causados aos seres humanos, por conseqüências das embalagens de agrotóxicos armazenadas em locais indevidos, como também na manipulação inapropriada sem os devidos



cuidados. Outra alerta que se torna relevante é a contaminação causada ao meio ambiente pelo manuseio incorreto das embalagens de agrotóxicos, além das embalagens passarem anos para se decomponem (CARNEIRO et. al, 2015).

Diante de tais circunstâncias, este estudo se justifica no que favorece conhecimento aprofundado das técnicas apropriadas para o destino final das embalagens dos agrotóxicos, objetivando a proteção da saúde pública e da qualidade ambiental.

A principal causa para se dar o destino final correto para as embalagens vazias dos agrotóxicos é eliminar o risco de doenças nas pessoas e a poluição do meio ambiente.

Em virtude dos problemas identificados, nota-se a relevante o estudo para a sociedade de modo geral por propiciar conhecimento, sobre a destinação correta para as embalagens vazias dos agrotóxicos de forma a promover a educação e a consciência de proteção ao meio ambiente e a saúde humana.


2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

No decorrer da existência da vida humana a produção de resíduos está vinculada à história da civilização, sendo o homem, o único ser vivo que não possui seus resíduos inteiramente reciclados e decompostos pela natureza (DURAZZINI; PARADELO, 2010).

Brasil (2010) define os resíduos sólidos como objetos ou bens descartados decorrentes das atividades humanas, da qual seu destino final ocorre nos estados sólido ou semissólido. São inclusos também, os gases contidos em recipientes e líquidos que tornem inviáveis o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em qualquer zona úmida. Economicamente, não existem soluções técnicas em face da melhor tecnologia disponível, conforme dispõe o art. 3º, inciso XVI, da Lei. 12.305/2010. (BRASIL, 2010).

Góes (2012), explica que na atualidade os resíduos sólidos tornou-se um grande motivo de preocupação, pois considera-se agravante a mudança nos padrões de consumo, desenvolvimento industrial e avanços tecnológicos, que levaram a alterações na composição e quantidade de resíduos gerados, sendo necessárias duas décadas de tramitações no Congresso Nacional para que se tivesse uma lei relacionada aos resíduos sólidos em nível nacional, que permitisse o avanço necessário ao país para o enfrentamento dos principais problemas




ambientais, sociais e econômicos relacionados ao manejo inadequado dos resíduos sólidos (RAUBER, 2011).

Em 2010, a lei nº 12.305 foi sancionada e a Política Nacional dos Resíduos Sólidos-PNRS foi instituída, regulamentada pelo decreto 7.404/10, que dispôs sobre princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos. A Lei delega a responsabilidade dos geradores e do poder público, além de instrumentos para propiciar o consumo sustentável com práticas de reciclagem, reutilização e destinação ambientalmente adequada dos rejeitos. (BRASIL, 2010)

O Brasil, a partir de agosto de 2010 através da PNRS integrando-se com as demais políticas nacionais, Política Nacional de Meio Ambiente (Lei 6.938/81), Política Nacional de Educação Ambiental (Lei 9.795/99) e a de Saneamento Básico (Lei 11.445/07), marcou o início de uma forte articulação institucional envolvendo os três entes federados do poder público – União, Estados e Municípios, que juntamente com o setor produtivo e a sociedade civil, busca soluções para os graves problemas causados pelos resíduos. (LAVNITCKI et.al 2018).

Conforme Faria (2010) a Política Nacional dos Resíduos Sólidos estabelece possibilidades relacionadas à busca de benefícios para a qualidade ambiental, objetivando o desenvolvimento de novas tecnologias. As embalagens de agrotóxicos são classificadas como resíduos sólidos e deve ser descartada, por isso, a necessidade de implantação de inovações tecnológicas para o desenvolvimento dessa perspectiva também no meio agrícola. A nova lei foi editada com o propósito de ser uma política de solução de problemas da sociedade e relativos ao desgaste ambiental causado pela eliminação de resíduos tanto no contexto urbano quanto no rural.

A PNRS apresenta metas como a eliminação de lixões e locais considerados inadequados para disposição, aumento na reciclagem, reutilização, tecnologias sustentáveis e principalmente o Plano de Resíduos Sólidos, que contempla os mais diversos tipos de resíduos gerados, alternativas de gestão e gerenciamento que deverão ser implantados, compatibilizando as ações correspondentes ao crescimento econômico. Sabe-se hoje, que a PNRS coloca o Brasil em patamar de igualdade legal aos principais países desenvolvidos, porém, são enfrentados inúmeros problemas, referentes à falta de estrutura, fiscalização e demais questões, que fazem com que suas metas sejam prorrogadas e objetivos inalcançados. Partindo desse pressuposto,



surge a importância da elaboração desse estudo, no qual tem como objetivo analisar o desenvolvimento das metas e objetivos propostos pela PNRS e se os mesmos foram alcançados no Brasil, destacando-se a região Sul. (LAVNITCKI et al. 2018)

De acordo com as proibições trazidas pela PNRS, fica proibida a disposição dos resíduos a céu aberto, estando a técnica de lixões, aterros controlados e vazadouros a céu aberto como formas ilegais de disposição. (BRASIL, 2010)


Oliveira (2013) define a técnica de lixões, como uma simples descarga de resíduos no solo de forma desordenada, a céu aberto, sem controle das diferentes classes, sem compactação ou cobertura. Nesses casos, ocorrem muitas vezes situações indesejáveis como a criação de animais, existência de catadores e habitações, além da utilização de rejeitos como alimentos, o que também foram proibidas.

Rauber (2011) cita que a PNRS criminaliza as AMBIENTE & EDUCAÇÃO ISSN - 1413-8638 E-ISSN - 2238-5533 v. 23, n.3, p. 379-401, 2018 385 condutas de abandono ou tratamento inadequado de produtos ou substâncias tóxicas perigosas, ou que façam mal à saúde humana ou ao meio ambiente, sendo que seja qual for sua origem ou periculosidade não podem ser dispostos em corpos hídricos, queimados a céu aberto ou em recipientes sem autorização por órgão competente.

De acordo com os relatórios apresentados, os setores de embalagens de agrotóxicos, óleos lubrificantes e pneus inservíveis contam com ações estruturadas para retorno dos materiais descartados, e têm se destacado no incentivo à logística reversa, onde em 2011, de acordo com ABRELPE (2014), cerca de 34.202 toneladas de embalagens de agrotóxicos, 40 milhões de unidades de embalagens e óleos lubrificantes e 320 mil toneladas de pneus foram coletados e destinados. Quando comparadas ao ano de 2014 com dados extraídos da mesma fonte, 42.646 toneladas de embalagens de agrotóxicos, 80 milhões de unidades de embalagens e óleos lubrificantes e 445 mil toneladas de pneus que foram coletados e destinados, aumentando seu volume de 2011 para 2014. (LAVNITCKI et al. 2018)

2.2 AS ORGANIZAÇÕES E AS RESPONSABILIDADES COM O MEIOAMBIENTE

As organizações e a responsabilidade social. Os primeiros registros de conceituação teórica a respeito de responsabilidade social dataram na década de 1950 quando a literatura formal sobre responsabilidade social corporativa aparece primeiramente nos Estados Unidos e na Europa.




A inquietação daqueles que se dedicavam à pesquisa do tema, era a excessiva autonomia dos negócios e o poder que eles apresentavam sobre a sociedade, não mensurando a imensidão da responsabilidade pelas consequências possivelmente negativas das atividades que desempenhavam, como por exemplo, a degradação ambiental, a exploração do trabalho, o abuso econômico e a concorrência desleal. Em resposta aos impactos causados e buscando amenizar os aspectos negativos de sua atuação em sociedade, os empresários passaram a se envolver com atividades sociais em prol do benefício à comunidade, como uma espécie de obrigação moral (BORGER, 2001).

O termo Responsabilidade Social é interpretado de inúmeras formas. Para determinados teóricos representa uma obrigação legal já para outros, um real comportamento eticamente responsável. Em síntese, a Responsabilidade Social constitui-se no objetivo social da empresa acrescido da sua atuação econômica sendo um modelo de gestão que transpõe a barreira das leis e da filantropia (FERREIRA; GUERRA, 2012).

Robbins (2006) explana que as organizações em sua essência possuem algumas características em comum, elas têm propósitos distintos, são formadas por pessoas e desenvolvem sua própria estrutura, definindo papéis e delimitando o comportamento de seus sujeitos. Além disso, não operam sem a participação dos agentes, sendo a organização considerada um conjunto de partes que oferecem o seu melhor para sobrevivência da mesma. As organizações privadas além da necessidade de obtenção do lucro buscam por meio de uma postura socialmente correta uma imagem positiva, de maneira a agregar valor à marca e conseqüentemente fidelizar os seus clientes. Ressalta-se ainda, que cada vez mais a qualidade do produto está relacionada à relação da empresa com a sociedade e seu comportamento ético e esses fatores determinam o comportamento dos consumidores (PAES, 2003).

De acordo com Aguiar (2006) a responsabilidade social empresarial apresenta-se como um conceito que influencia diretamente na construção de relacionamentos éticos entre as organizações e os públicos com os quais estas mantêm contato. Corroborando com a exposição de Aguiar, Mattar (2001) complementa afirmando que “empresas não são simples agregados de indivíduos, e sim, grandes sistemas de tomadas de decisões, responsabilidades, compromissos, relacionamentos e objetivos, revestindo-se assim de características pessoais”.

Desta forma, Mattar (2001) afirma que as organizações podem ser caracterizadas como agentes morais, sendo seguidamente avaliadas e julgadas segundo diversos pontos de vista



podendo inclusive modificar de maneira significativa o ambiente no qual se insere. A empresa ao aliar estratégias com as práticas sociais gera satisfação entre seus funcionários, fidelizando clientes e gerando uma imagem positiva com todo o grupo que a empresa opera. Além disso, a responsabilidade social também gera preocupação por parte da preservação do meio ambiente e a preocupação com o bem estar das gerações posteriores (GABRIELLE, 2008).

As definições e conceituações que envolvem as questões de responsabilidade social empresarial são amplas e não possuem muitas vezes um consenso entre os gestores e a população.


O tema costuma muitas vezes dividir opiniões e chega a ser visto inclusive como uma forma de promoção e mera adequação às leis impostas pelo governo por parte das organizações. Por meio da busca pela “boa imagem” e por uma sociedade mais centrada na preservação ambiental, a organização está também preocupada com a "construção genuína de relacionamento com a comunidade, do crescimento da satisfação e motivação do colaborador, do aumento da imagem e da promoção de oportunidades de divulgação dos produtos da organização” (KOTLER; LEE, p. 178, 2005).

3 METODOLOGIA

O método de pesquisa que foi utilizado para este estudo caracterizou-se como exploratório, descritivo com abordagem qualitativa.

O caráter exploratório tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. O planejamento de um estudo exploratório tende a ser bastante flexível, pois possibilita considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado (GIL, 2008). Seu caráter exploratório revela-se pela possibilidade de aumentar a familiaridade com a temática do estudo.

A pesquisa qualitativa, segundo Minayo (2014), ancora-se nas categorias científicas, na intersubjetividade, na criatividade e na comunicabilidade. Insere-se, desta maneira, o desafio de aproximar-se das pesquisas qualitativas como interlocutoras crítico-reflexivas, conhecendo suas metodologias, ponderando sobre teorias e métodos e discutindo seus paradigmas (SOMECKH & LEWIN, 2015).



Em conformidade com tais argumentos e, a partir do projeto a pesquisa é de opinião como método de investigação, através de um questionário de coleta de dados que investiga a opinião pública sobre o tema (GIL, 2008).

O presente estudo busca a aproximação por meio de construtos teóricos publicados que abrangem campos diversos de produção de conhecimento e abordam o tema aqui explorado (SOMECKH & LEWIN, 2015).

O cenário para coleta de dados foram os produtores rurais da Região do Cariri Cearense, no período entre 23 e 30 de abril de 2020.

A população que representa os sujeitos, da pesquisa, foi constituída por produtores rurais da região do cariri cearense, alcançando um total de 520.

Aos participantes foram assegurados o anonimato de suas respostas e privacidade através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), garantindo-lhe a escolha se desejar continuar ou não em qualquer momento durante a coleta de dados. Sendo assegurados aos participantes o anonimato, quando da publicação dos resultados, e o sigilo de dados confidenciais.


A inclusão dos agricultores foi aleatória, o único critério utilizado foi o fato de ser agricultor da região do cariri cearense. Os critérios de exclusão foram os agricultores ausentes nos dias da entrevista e os que não concordaram em participar da pesquisa.

A coleta de dados ocorreu por meio da aplicação de um questionário semiestruturado, onde o pesquisador buscou obter informações junto aos agricultores sujeitos deste estudo.

A realização do questionário foi baseada em um roteiro elaborado previamente contendo dados específicos de caracterização do sujeito idade, estado civil, escolaridade, entre outros, excetuando-se o nome verdadeiro, em virtude da necessidade de preservação de suas identidades.

A análise de dados de um estudo está relacionada a técnicas de pesquisa que permitem tomar replicáveis e válidas inferências sobre dados de um determinado contexto, por meio de procedimentos especializados e científicos (MINAYO, 2014).

Os dados obtidos foram submetidos à análise através de gráficos, esta forma de análise permite articular os resultados Minayo (2014).



As informações obtidas ao longo da aplicação dos questionários foram tabuladas com uso do Excel com a finalidade de proceder a uma análise de seus resultados obtidos.

Todas as pesquisas com seres humanos envolvem risco. E, desse modo, o risco pode apresentar-se em graus variados, quanto maiores e mais evidentes os riscos, maiores devem ser os cuidados para minimizá-los, garantindo assim que o pesquisado não sofra nenhum dano devido à realização da pesquisa. Nessa perspectiva, a análise de risco é componente imprescindível à análise ética (BRASIL, 2012).

O risco presente na realização da presente pesquisa é de nível mínimo, podendo caracterizar-se por quebra de sigilo de identidade dos participantes da pesquisa, riscos esses que foram reduzidos mediante aos esclarecimentos do pesquisador através do TCLE e os dados coletados utilizados apenas para fins acadêmicos.

Os benefícios da pesquisa estão relacionados aos conhecimentos somados durante o desenvolvimento da pesquisa para a sociedade e para o meio acadêmico acerca da temática, bem como poderá instigar demais pesquisas na área.

A pesquisa obedeceu aos aspectos éticos e legais estabelecidos pela resolução N° 466 e a resolução N° 510, do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Seguindo os princípios norteadores estabelecidos pela resolução a qual a pesquisa está obedecendo, respeitou-se a população alvo, comprometendo-se na busca por benefícios e pela não malevolência, e preservada a confidencialidade e a privacidade garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas envolvidas no estudo.

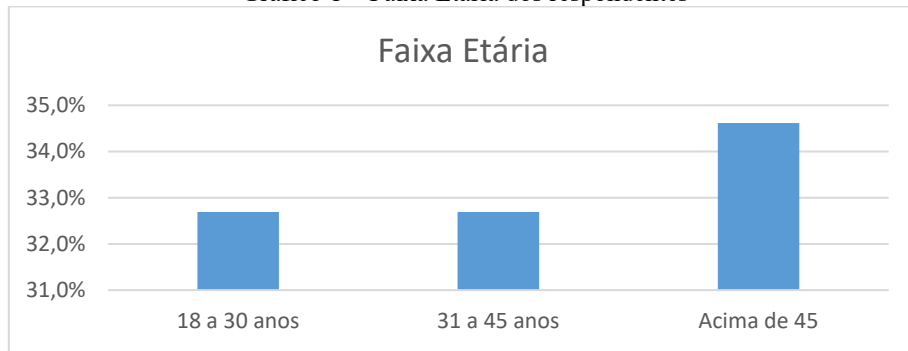
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao longo dos últimos anos, tem-se observado um crescente aumento da produção científica envolvendo o tema resíduos sólidos. Como pode-se observar nos gráficos a seguir, apesar da produção científica resultante haver grande abrangência os resultados estão de acordo com os achados os quais utilizados na base de dados dos questionários aplicados, o que divergem da legislação e das práticas recomendáveis pelas autoridades que referenciam o assunto.

Os resultados estão apresentados nos gráficos a seguir, com suas respectivas interpretações.

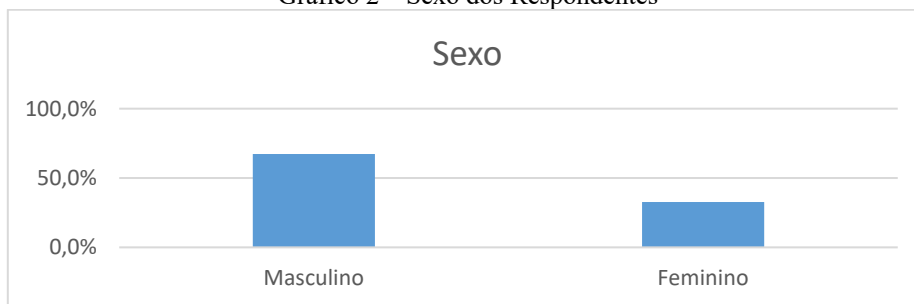


Gráfico 1 – Faixa Etária dos respondentes



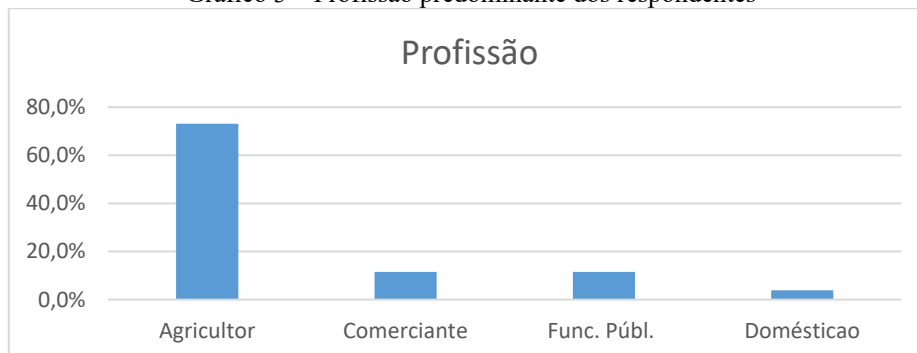
Observa-se que a exploração da agricultura na região está concentrada em agricultores de faixa de idade avançada, o que evidencia maior falta de instrução e cumprimento da Legislação, por se tratar de pessoas tradicionalmente na habituada com o estudo dos riscos do uso dos produtos na agricultura.

Gráfico 2 – Sexo dos Respondentes



Constata-se que a atividade agrícola regional concentra-se nas mãos de agricultores do sexo masculino, potencialmente mais resistentes aos cuidados no uso dos produtos tóxicos na região estudada.

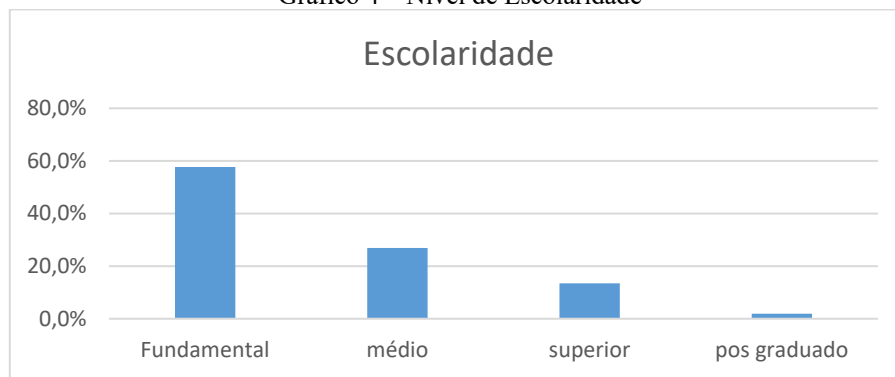
Gráfico 3 – Profissão predominante dos respondentes



A predominância da profissão (Agricultor) reforça o cumprimento da responsabilidade em aplicar a pesquisa com participantes da atividade relacionada ao tema.

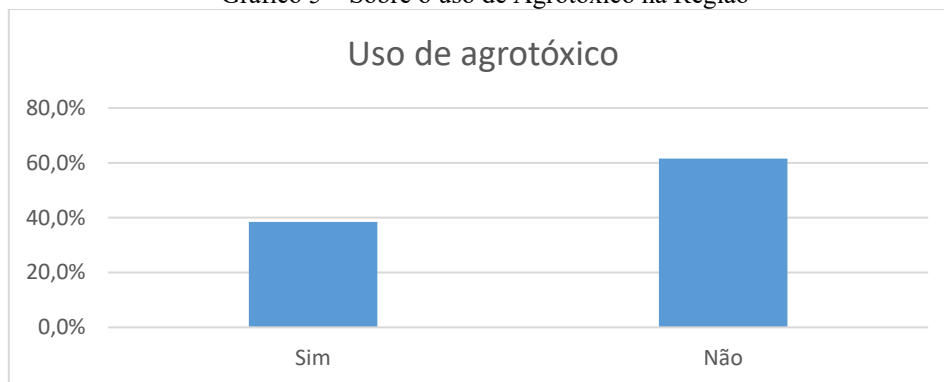


Gráfico 4 – Nível de Escolaridade



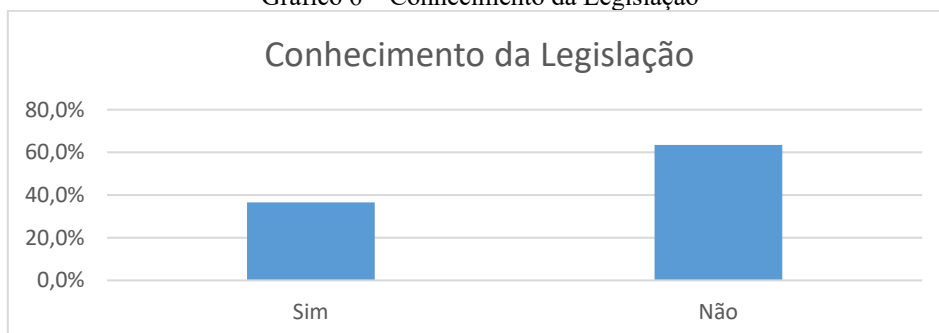
O resultado apresentado neste quadro reflete o que se apresentou no Gráfico 1, reforçando que os agricultores regionais apresentam menor índice de escolaridade, dificultando assim o cumprimento da legislação que ampara o recolhimento correto dos vasilhames que acondicionam os agrotóxicos.

Gráfico 5 – Sobre o uso de Agrotóxico na Região



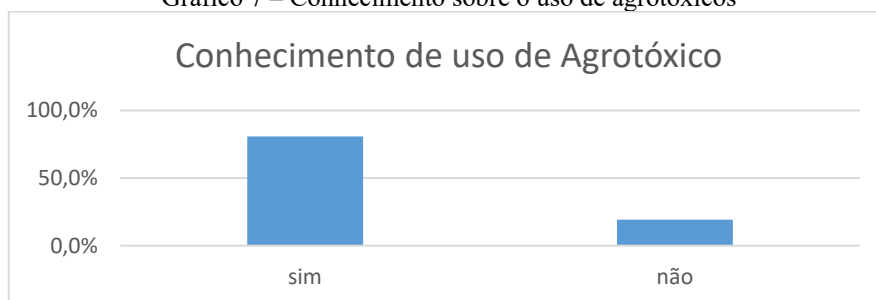
O gráfico apresenta um baixo percentual de usuários de agrotóxicos nas lavouras, o que pode-se tornar mais fácil a aplicação da legislação, através de palestras de orientações sobre o descarte correto das embalagens, inclusive aos comerciantes que fornecem os produtos para os agricultores.

Gráfico 6 – Conhecimento da Legislação



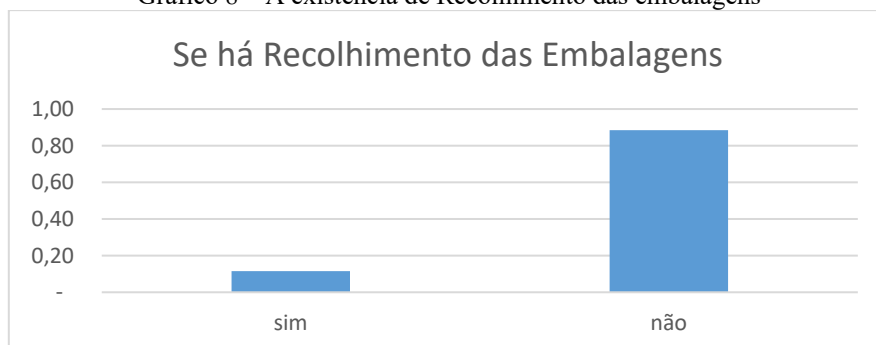
Traçando-se um comparativo com o gráfico 4, observa-se mais uma vez que o baixo nível de escolaridade e com a faixa etária que está no gráfico 1, ilustram bem a condição de baixo nível de conhecimento sobre a legislação brasileira acerca da política de resíduos sólidos, inclusive os gerados pela atividade agrícola.

Gráfico 7 – Conhecimento sobre o uso de agrotóxicos



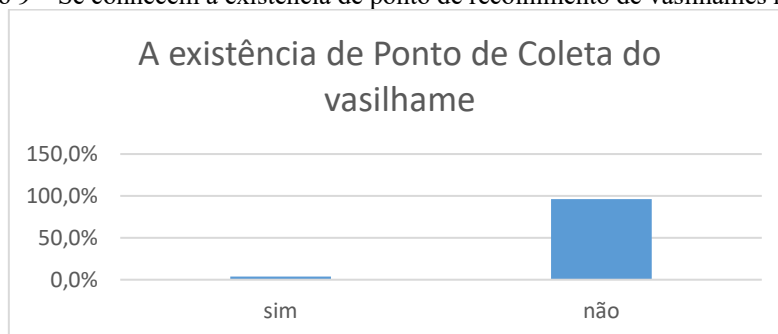
Fazendo-se uma reflexão sobre os dados obtidos através do gráfico 7 em relação ao gráfico 6, observa-se que um expressivo número de agricultores conhece o uso de produtos agrotóxicos, porém sem conhecimento e obediência ao que regulamenta a legislação, por isso não cumprindo a lei e não conhecendo os riscos desse descumprimento.


Gráfico 8 – A existência de Recolhimento das embalagens



Em consequência da falta de conhecimento e do descumprimento da legislação, não há conhecimento de que as embalagens de produtos usados sejam corretamente descartadas, o que pode provocar danos à saúde e ao meio ambiente.

Gráfico 9 – Se conhecem a existência de ponto de recolhimento de vasilhames na região





Pelo que o gráfico demonstra, o conhecimento sobre uma organização onde seja usada como ponto de coleta dos vasilhames, não é conhecida, o que deixa mais claro a falta de recolhimento das embalagens.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O público respondente à pesquisa demonstrou maturidade em relação à atividade agrícola, porém com um baixo nível de escolaridade, conseqüentemente não tendo conhecimento sobre a legislação que determina o uso correto e descarte das embalagens dos produtos utilizados na agricultura da região.

Aos agricultores faltam orientações sobre o uso dos produtos e o recolhimento das embalagens, para que não venha gerar danos à saúde e ao meio ambiente.

Ao se analisar todo o contexto das respostas observa-se ainda que os conceitos dos pesquisados e apresentados pelos diversos autores que referenciam o presente trabalho, diferem na sua total aplicação.

Apesar de a legislação nacional, possuir dispositivos explícitos que possibilitam a conservação e a preservação da saúde e do meio ambiente, os agricultores de região pesquisada ignoram tais dispositivos por não colocarem em prática o que nela está previsto.

A legislação sobre a temática resíduos sólidos é vasta por isso alguns recortes foram feitos para fins desta pesquisa. As formas de destinação final dos resíduos sólidos no Brasil são bem específicas, porém não difundida entre os agricultores regionais.

Os participantes da pesquisa demonstraram total falta de conhecimento e prática de aplicação da legislação, mesmo um pequeno percentual apresentando conhecimento de que na região existe um ponto de recolhimento das embalagens.

É importante que os órgãos ambientais promovam oficinas para apresentar aos agricultores a regras de descarte correto dos vasilhames e do uso correto dos produtos.

O objetivo da pesquisa foi atendido, deixando a sugestão para novas pesquisas acerca do assunto de tão grande relevância para a região e para a saúde e o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernanda V. *et al.* Substâncias tóxicas persistentes (STP) no Brasil. **Química Nova**, v. 30, p. 1976-1985, 2017.

BRASIL, M. M. A. Ministério do Meio Ambiente. "**Parceria com Governo Federal,**

Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental (CIEA) e Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos". 2015. Brasília: MMA/SBFF, 2015. Disponível em: <http://sinir.gov.br/web/guest/2.5-planos-municipais-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos>. Acesso em: 15 Set. 19

_____. Lei Nº 12305/2010 - "**Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.**" - Datada legislação: 02/08/2010 - Publicação DOU, de 03/08/2010. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>. Acesso em: 18 set. 19

_____., Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466 de 12 de Dezembro de 2012. **Trata de pesquisas em seres humanos e atualiza a resolução 196. Comissão Nacional de Ética e Pesquisa – CONEP** Brasília, 14 de junho de 2013.

CANTOS, C.; Miranda, A. I.; Licco, E. A. et al. Contribuições para a gestão das embalagens vazias de agrotóxicos. **Revista Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v. 3, n. 2, p. 1–36, 2008.

CARNEIRO, Fernando Ferreira; ALMEIDA, Vicente Eduardo Soares e. **Brasil é o país que mais usa agrotóxicos no mundo.** Universidade de Brasília (site), 29 jun. 2010.

DUTRA, R. M. S.; Souza, M. M. O. Impactos negativos do uso de agrotóxicos à saúde humana. *Hygeia* 13 (24): 127 - 140, Jun/2017. Disponível em <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/viewFile/34540/20580>. *HYGEIA*, ISSN: 1980-1726 **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde** - <http://www.seer.ufu.br/index.php/hygeia> Acesso em: 15 set.19

DURAZZINI, A.M.S; Paradelo, E.S. Lixo Rural no Brasil: a problemática da destinação correta de embalagens vazias de agrotóxicos e a realização de coleta seletiva. **Revista Agroambiental**, Pouso Alegre, v. 2, n. 2, p. 57-63, 2010.


FARIA, C. R. S. M. **A Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Núcleo de Pesquisa. Consultoria Legislativa do Senado Federal.** 2010. Disponível em: <http://www12.senado.gov.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/temas-e-agendas-para-o-desenvolvimento-sustentavel/apolitica-nacional-de-residuos-solidos> Acesso em: 18 set.19

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008

GÓES, H. C.. Coleta seletiva, planejamento municipal e a gestão de resíduos sólidos urbanos em Macapá/AP. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, n. 3, p. 45-60, 2012.

INCA. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. **Posicionamento do**

Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva acerca dos Agrotóxicos. 2015. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/viewFile/1090/886>. Acesso em: 20 Ago.19



LAVNITCKI, L. BAUM, C.A; BECEGATO, V.A. Política nacional dos resíduos sólidos: abordagem da problemática no Brasil e a situação na região sul. **Revista Ambiente & Educação** Vol. 23, n. 3, 2018.

MILHOME, M. A. L. **Influência do uso de agrotóxicos na qualidade dos recursos hídricos da região do perímetro irrigado Jaguaribe-Apodi/CE**. Tese (Doutorado)—Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011

MINAYO, M. C. (2014). Apresentação. In R. Gomes, **Pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Instituto Sírio Libanes.

MIRANDA, F.; MESQUITA, A.; MARTINS, M.; FERNANDES, C.; EVANGELISTA, M.; SOUSA, A. **Produção de tomate em substrato de fibra de coco**. Circular Técnica, Embrapa, Fortaleza, 2011.

OLIVEIRA, B. O. S. **Avaliação dos impactos ambientais do solo e da água na área de disposição final de resíduos sólidos urbanos em Humaitá-AM**. 2013. Manaus: UFAM, 2013.

ONU BRASIL. Organização das Nações Unidas no Brasil. 2017. **ONU no Brasil**. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pesticidas-matam-200-mil-pessoas-por-intoxicacao-aguda-todo-ano-alertam-especialistas/>>. Acesso em: 18/09/19

PAIVA B K V, SANTOS; G O. **Embalagens vazias de agrotóxicos no Ceará: um estudo preliminar sobre a problemática social, ambiental e da saúde do trabalhador**. Conex. Ci. e Tecnol. Fortaleza/CE, v.12, n. 1, p. 61 - 71, mar. 2018

RAMOS, J.C.O, MARTINS-PONGELUPPI, T.D., RODRIGUES, G.A., BOVÉRIO, M.A., PROENÇA, U.C.M. **Riscos do descarte inadequado de embalagens de agrotóxicos**. VIII Sintagro – Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio 2016

RAUBER, M. E. Apontamentos sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei Federal 12.305, de 02/08/2010. **Revista Eletrônica Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**.v.4.n.4. 2011.

ROLIM C R C. **Agrotóxicos e as repercussões na saúde dos trabalhadores rurais: revisão de literatura**. Universidade Federal de Campina Grande - UFCG 2018

SOMECKH, B., & LEWIN, C. (2015). **Teoria e métodos de pesquisa social**. Petrópolis: Vozes



CAPÍTULO 20

APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DE ÓLEO DE FRITURA NO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA EMULSIONÁVEL

DOI: 10.47402/ed.ep.c202034920988

Fábia Rafaella Silva Alves, Bacharela em farmácia, UFCG
Juliano Carlo Rufino de Freitas, Doutor em química, UFCG
Juliana de Souza Alencar Falcão, Dra. em química cosmética, UFCG

RESUMO


Os impactos ambientais decorrentes de práticas humanas, como o descarte indevido de resíduos no meio ambiente, têm contribuído para a pesquisa e o emprego de estratégias de preservação dos recursos na natureza. O óleo residual de fritura é um resíduo de alto poder contaminante que necessita de alternativas de reuso ou descarte. Diante disso, nos últimos anos, o desenvolvimento de novos processos que favoreçam o gerenciamento e o reaproveitamento desse subproduto da cadeia alimentar tem ocorrido de forma exponencial, visto a aplicabilidade em uma ampla variedade de campos industriais e por se tratar de uma matéria-prima econômica e verde. Este capítulo descreve os aspectos gerais que fundamentam as potencialidades da transformação e do aproveitamento do óleo residual de fritura e sua aplicação em sistemas emulsionados, que compreende desde o processo reacional que modifica as características físico-químicas do óleo, até a caracterização desses sistemas, incluindo os seus componentes, fatores de estabilidade e aplicabilidades sustentáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Óleo residual de fritura, Sistema emulsionável.

ASPECTOS GERAIS

A poluição e a degradação dos recursos naturais vêm ocorrendo de modo crescente e veloz, gerando circunstâncias que contribuem para a emergência do emprego de fontes alternativas de energia e de estratégias para promover a preservação dos recursos hídricos. Essa poluição é consequência do consumo exacerbado de matérias-primas e do descarte indevido dos resíduos gerados por parte da população (SILVA *et al.*, 2016).

Um resíduo que apresenta extensa capacidade de poluição e que necessita de alternativas de reuso ou descarte adequado é o óleo residual de fritura. Segundo Utlu (2007), a produção anual de óleo de fritura em uma cidade com uma população maior que 10 milhões é estimada em mais de 20 mil toneladas. No Brasil, são descartados 9 bilhões de litros de óleo de cozinha por ano, sendo reciclado apenas 2% deste (SILVA *et al.*, 2016; SOUZA *et al.*, 2017). Entretanto, as possibilidades de emprego para esse tipo de resíduo são inúmeras, por exemplo:



produção de sabão, produção de biodiesel e fabricação de maquiagem (BRIL'KOV; FALCK-YTTER; STRÆTKVERN, 2015).

Segundo Mannu *et al.* (2019), a possibilidade de transformar o óleo residual de fritura em um produto aplicável aliada à grande demanda devido ao elevado consumo mundial e à necessidade de diminuição dos impactos ambientais decorrentes do despejo inadequado no ambiente têm contribuído para o desenvolvimento de novos processos que favoreçam o gerenciamento e o reaproveitamento desse subproduto da cadeia alimentar de forma exponencial, visto a aplicabilidade em uma ampla variedade de campos industriais e por se tratar de uma matéria-prima econômica e verde.


ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA

Os óleos residuais provenientes do processo de fritura são rejeitos produzidos diariamente nos grandes centros urbanos em ambientes comerciais e domésticos. Durante esse processo, os óleos e gorduras são expostos a três agentes que contribuem para sua oxidação e consequente perda da qualidade: elevada temperatura, que é a causa da alteração térmica; a umidade proveniente dos alimentos, que provoca a alteração hidrolítica; e o oxigênio do ar, que entra na massa do óleo e leva a alteração oxidativa. Tais alterações provocam a degradação de vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (GNANNTRANQUILLO *et al.*, 2015).

Oliveira e Aquino (2010) destacam que o descarte inadequado de óleos vegetais é um grave problema ambiental que afeta diretamente o equilíbrio ecológico, principalmente em rios, oceanos e solos. A melhor forma de combate ao despejo de óleo na natureza é a conscientização da população e o incentivo à reciclagem, uma vez que este rejeito pode ser empregado na produção de diferentes produtos de alto valor agregado, a citar o biodiesel, tintas, sabonetes, dentre outros.

Os principais objetivos que envolvem a reciclagem do óleo residual de fritura são a redução da queima de combustíveis fósseis, assim como a redução do custo de tratamento de esgoto, uma vez que são gastos 25 centavos para o tratamento de cada litro de óleo de cozinha que chega à rede de esgotos (BRASIL, 2016). Segundo a Compesa (2019), cada litro de óleo que deixa de ser dispensado diretamente no ralo ou vaso sanitário evita que 20 mil litros de água sejam contaminados.

O percentual de óleo de fritura que vem sendo empregado na fabricação de biodiesel vem crescendo nos últimos anos. Segundo o boletim mensal do biodiesel da Agência Nacional



do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (2017), esse percentual era de 7,55% em fevereiro de 2017; em 2015, por exemplo, este valor correspondia a apenas 2,5%. Esse biocombustível é composto por monoalquilésteres de ácidos graxos de cadeia longa, que se derivam dos triglicerídeos presentes nos óleos, durante o processo de transesterificação com um álcool, na presença de um catalisador (FADHIL *et al.*, 2017).

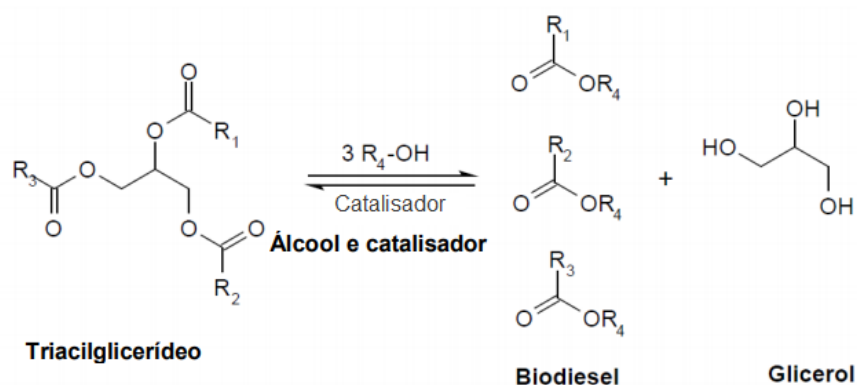
REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO

A transesterificação consiste na reação do óleo vegetal com um álcool de cadeia curta na presença de uma catalisador para formar ésteres de ácidos graxos e glicerol, reduzindo, dessa forma, a viscosidade dos triacilgliceróis tornando-os mais hidrossolúveis (ALENCAR *et al.*, 2009; SILVA, 2011).

De modo geral, a rota mais utilizada para esta reação é a metílica, em razão do baixo custo do metanol (SILVA, 2011). Adicionalmente, Almeida (2018) afirma que o metanol favorece o deslocamento do equilíbrio químico da reação e está relacionado à eficiência de separação do glicerol, uma vez que apresenta maior polaridade e reatividade, por se tratar de um álcool de cadeia mais simples e curta quando comparado ao etanol. No Brasil, por outro lado, os investimentos são voltados para a rota etílica, devido a abundância de etanol no País (SILVA, 2011).

A primeira etapa do processo consiste em transformar o triglicerídeo em um diglicerídeo; a segunda em transformar o diglicerídeo em um monoglicerídeo; e a terceira transformar o monoglicerídeo no glicerol, de modo que cada etapa produz 1 mol de éster. Assim, a relação estequiométrica entre o álcool e o óleo é de 3:1. Considerando a reversibilidade da reação, um excesso de álcool é geralmente adicionado a fim de deslocar o equilíbrio no sentido de formação dos produtos (WEGNER, 2014). O processo reacional é demonstrado na figura 1, a seguir:

Figura 1: Reação de transesterificação



Fonte: (SILVA, 2011)

Este processo reacional, clássico para a aplicabilidade na produção do biodiesel, permite a alteração da viscosidade e solubilidade dos óleos, de modo a possibilitar sua incorporação de forma otimizada em outros sistemas, como formas farmacêuticas compatíveis, a citar as emulsões (ALENCAR, 2009; BALAJI, 2015; GURUNATHAN, 2015).

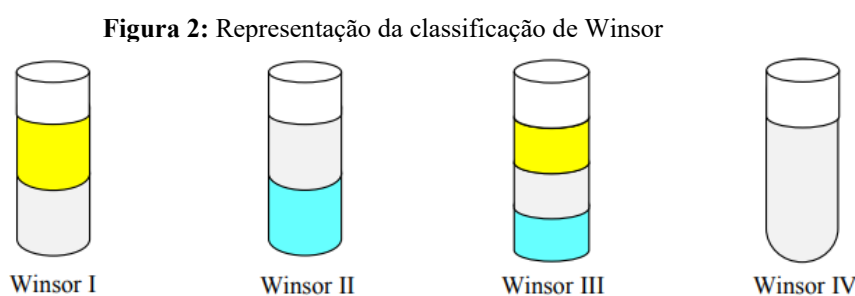
Vários tipos de óleo podem ser utilizados para a geração de biodiesel e de outros produtos a partir da transesterificação, a citar: óleo de soja, óleo de coco e óleo de palma. No entanto, o emprego de matérias-primas refinadas encarece o processo. De acordo com estudos anteriores, o custo da matéria-prima contribui em quase 80% do valor do produto transesterificado. Em contrapartida, o óleo residual de fritura apresenta um valor 50% inferior ao do óleo vegetal refinado. Além disso, encontra-se abundantemente disponível, contribuindo para diminuição significativa dos custos de produção (CAI *et al.*, 2015).

EMULSÕES

O termo emulsão deriva do latim *emulgeo*, que significa mungir, aplicando-se, de modo geral, a todas as preparações de aspecto leitoso, caracterizadas por um sistema de duas fases líquidas, água e óleo, de modo que uma (fase descontínua) encontra-se dispersa no seio da outra (fase contínua), sendo estabilizadas por um filme de tensoativo (PRISTA; ALVES; MORGADO, 1992).

As propriedades desses sistemas são fortemente influenciadas pela composição do meio, concentrações de óleo e água, tipo de óleo, componentes da fase aquosa, assim como fatores físico-químicos, incluindo pH e temperatura (CASTRO; RIBEIRO; FREITAS, 2019).

De modo geral, existem três tipos de emulsões: (i) macroemulsões ou emulsões clássicas, (ii) microemulsões e (iii) nanoemulsões, as quais são diferenciadas pelo tamanho das gotículas, necessidade de energia e pela espontaneidade de sua formação. Além disso, os sistemas emulsionados são classificados de acordo com a definição dos equilíbrios gerados, que varia de acordo com a proporção dos componentes do meio (WINSOR, 1948). Desse modo, foram estabelecidos quatro tipos de sistemas: Winsor I – Caracterizado pelo equilíbrio entre uma fase emulsionada e excesso de óleo sobre esta primeira; Winsor II – Representado pelo equilíbrio entre a fase emulsionada e excesso de água sob a primeira; Winsor III – Representa o equilíbrio entre uma fase emulsionada, excesso de óleo e excesso de água e Winsor IV – Consiste num sistema monofásico, caracterizado por microemulsão. A classificação de Winsor é representada na figura 2:



Fonte: Adaptado de (SOUZA, 2017; PABST *et al.*, 2014)

Natureza da fase oleosa

A natureza dos componentes da fase oleosa é determinante para a estabilidade do sistema emulsionado, uma vez que apresentam influência direta na formação das gotículas e, dessa forma, interferem nas propriedades da formulação, dentre as mais importantes a viscosidade (NUNES *et al.*, 2017).

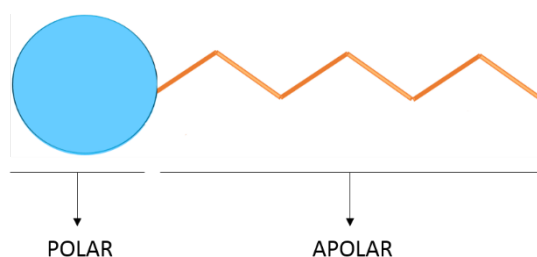
Dentre os óleos utilizados para produtos farmacêuticos são incluídos os hidrocarbonetos refinados, como parafina líquida, esqualeno e ésteres de ácidos graxos de cadeia longa, como oleato de etila e miristato de isopropila. Além disso, são utilizados óleos de origem vegetal purificados como óleo de oliva, sésamo, soja, amendoim e girassol (FLORENCE; WHITEHILL, 1982; KUMAR; KUMAR; MAHADEVAN, 2012).

Agentes surfactantes

Os agentes surfactantes, tensoativos ou emulsificantes são compostos anfílicos, caracterizados pela presença de duas regiões em sua estrutura molecular, uma cabeça polar e

uma cauda apolar, possibilitando a interação em meios que apresentam polaridades diferentes, atuando na interface dos dois líquidos, água e óleo, reduzindo a tensão interfacial e dificultando a coalescência das gotículas (SANTOS *et al.*, 2019). A representação genérica de uma molécula anfifílica pode ser observada na figura 3:

Figura 3: Representação de uma molécula anfifílica



Fonte: Autoria própria

A classificação dos tensoativos se dá, principalmente, pela carga do grupo polar da molécula, sendo divididos em: catiônicos, aniônicos, anfóteros e não iônicos. Quanto aos tensoativos iônicos, os de caráter catiônico apresentam carga positiva quando dissociados em água e elevada toxicidade quando comparados aos demais grupos de tensoativos. Sofrem influência da presença de eletrólitos e pH externos. Por outro lado, os de caráter aniônico, representam a classe mais utilizada nas aplicações industriais devido ao seu baixo custo. Estes possuem um ou mais grupamentos funcionais que, quando dissociados em água, são adicionados de uma carga negativa em sua superfície (SANTOS, 2019).

As substâncias tensoativas de caráter anfótero podem comportar-se de modos distintos de acordo com o pH do meio em que se encontram, pois esse tipo de molécula contém locais ácidos e básicos que se comportam como aniônicos em meio alcalino, catiônicos em meio ácido e anfóteros em meio neutro (SILVA *et al.*, 2015).

Tensoativos não iônicos constituem a segunda classe mais utilizada no mercado. Caracterizam-se por grupos de cabeças polares que não se ionizam em meio aquoso e, dessa forma, não apresentam carga. Sofrem pouca sensibilidade de eletrólitos no sistema e possuem efeito reduzido ao pH do meio. Por outro lado, a influência da temperatura nas propriedades físico-químicas destas moléculas é considerável (SANTOS, 2019).

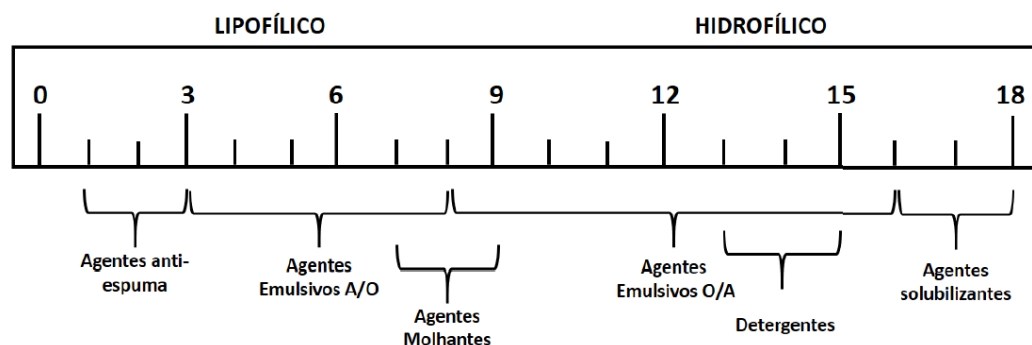
Para obtenção de um sistema emulsionado estável, os agentes emulsivos empregados precisam apresentar propriedades químicas compatíveis com os demais componentes da formulação e, ainda, possuir um Equilíbrio Hidrófilo-Lipófilo (EHL) adequado ao sistema.

Além disso, a concentração dessas substâncias é outro fator que contribui para a desordem do meio, de modo que quantidades muito pequenas podem resultar em sistemas instáveis, da mesma forma que quantidades elevadas podem ser tóxicas e desestabilizantes. Contudo, para cada sistema emulsionado existe uma concentração adequada de emulsionantes para sua estabilização (KUMAR; KUMAR; MAHADEVAN, 2012).

EQUILÍBRIO HIDRÓFILO-LIPÓFILO (EHL)

O Equilíbrio hidrófilo-lipófilo é um sistema de classificação em que são dados aos emulsificantes designações numéricas entre 1 e 18, de acordo com a prevalência das porções hidrofílicas e lipofílicas da molécula. Com isso, valores baixos de EHL determinam que a molécula possui poucos grupamentos hidrofílicos, indicando que a mesma possui maior tendência lipofílica. Em contrapartida, valores altos de EHL indicam que há uma grande quantidade de grupos hidrofílicos na molécula, o que determina sua maior hidrofilicidade. Dessa forma, agentes emulsivos de EHL baixo tendem a formar emulsões água/óleo, ao passo que aqueles com EHL alto formam emulsões óleo/água, os quais possuem propriedade de solubilização (OLIVEIRA, 2017; FERREIRA, 2010; ZANIN, 2002). A figura 4 mostra a representação da escala de EHL:

Figura 4: Escala de EHL e atividade dos surfactantes



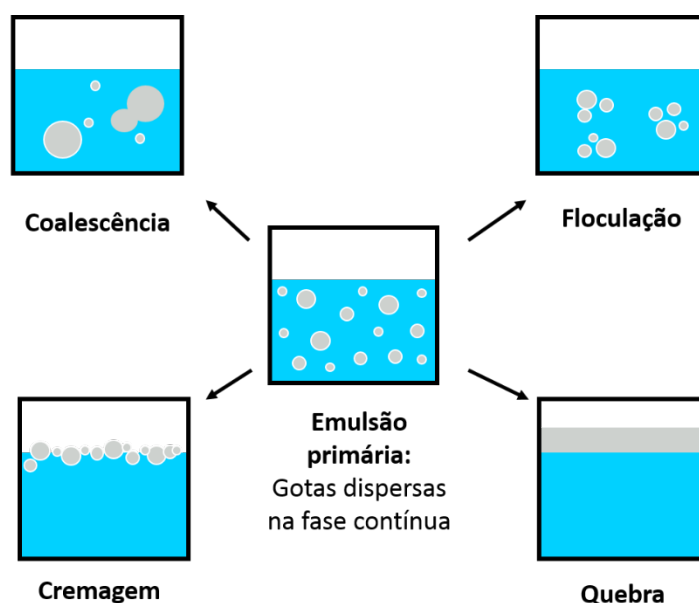
Fonte: (OLIVEIRA, 2017)

MECANISMOS ENVOLVIDOS NA INSTABILIDADE DAS EMULSÕES

Emulsões são sistemas termodinamicamente instáveis, resultantes da mistura de dois líquidos imiscíveis entre si e uma terceira fase contendo agente surfactante. Pode-se definir como estabilidade a amplitude na qual um produto mantém, dentro dos limites especificados, as mesmas propriedades e características que possuía quando foi fabricado, durante o seu período de armazenamento e uso (PIANOVSKY *et al.*, 2008).

A instabilidade de uma emulsão pode se manifestar de diferentes formas: sedimentação ou cremagem, que resulta de uma diferença de densidade entre as fases do sistema, de modo que as moléculas de menor densidade sobem para o topo da formulação; floculação, em que a força de repulsão entre as moléculas é diminuída e elas se associam ou agregam de maneira fraca, sendo facilmente reversível por agitação; coalescência, a qual resulta das colisões entre moléculas menores que se unem para formar agregados de moléculas maiores e irreversíveis (figura 5). (FRANZOL; REZENDE, 2015; PIANOVSKI *et al.*, 2008).

Figura 5: Tipos de separação das emulsões



Fonte: Adaptado de (FRANZOL; REZENDE, 2015)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar dos grandes impactos ambientais que o óleo residual pode acarretar no meio ambiente, o contraste com o seu potencial de aplicação é evidente, sendo demonstrado em diferentes áreas. A reação de transesterificação permite a modificação da estrutura química dos triglicerídeos de tal forma que diminui a viscosidade e aumenta a hidrofília do óleo, tornando viável a sua aplicação em sistemas emulsionados, e abrindo possibilidades de emprego na área farmacêutica. Dessa forma, esse método contribui para o gerenciamento desse resíduo, reinserindo-o na cadeia produtiva e diminuindo os danos decorrentes do seu descarte indevido, possibilitando a formação de novos produtos de caráter sustentável.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J. *et al.* Improving the Stability and Antioxidant Properties of Sesame Oil: Water-Soluble Spray-Dried Emulsions from New Transesterified Phenolic Derivatives. **Journal of Agric. Food Chem.** v. 57, p. 7311–7323, 2009.

ALMEIDA, H. M.L.; DUARTE, E. S. A.; NETO, J. G. V. Síntese de Biodiesel pela Reação de Transesterificação Básica com Óleo de Soja. **Revista Processos Químicos**, v. 12, n. 23, p. 95-98, 2018.

ANP – Agência Nacional de Petróleo. Boletim Mensal do Biodiesel, fev.2017. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em: 12 ago. 2019.

BALAJI, G.; CHERALATHAN, M. Experimental investigations of antioxidante effect on oxidation stability and emissions in a methys ester of nem oil fueled DI diesel engine. **Renewable Energy, Elsevier**, v. 74, p. 910-916, 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Campanha recolhe óleo de fritura**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 12 jan. 2016. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/informma/item/13200-noticia-acom-2016-01-1399.html>. Acesso em: 12 ago. 2019.

BRIL'KOV, M.; FALCK-YTTER, A. B.; STRÆTKVERN, K. O. Evaluation of methods for reducing the ash content of waste frying oil processed to biofuel oil. **Fuel Processing Technology**, v. 134, p. 487-493, 2015.

CAI, Z. Z. *et al.* A two-step biodiesel production process from waste cooking oil via recycling crude glycerol esterification catalyzed by alkali catalyst. **Fuel Processing Technology**, v. 137, p. 186-193, 2015.

CASTRO, M. A. F.; RIBEIRO, D. C.; FREITAS, R. R. Análise bibliométrica sobre o uso de ultrassom em emulsões do tipo óleo em água (O/A). **Research, Society and Development**, v. 8, n. 1, p. 23, 2019.


COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento. Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/compesa-amplia-parceria-com-a-asa-para-coleta-de-oleo-de-cozinha/>. Acesso em: 12 ago. 2019.

FADHIL, A. B.; AL-TIKRITY, E. T. B.; ALBADREE, M. A. Biodiesel production from mixed non-edible oils, castor seed oil and waste fish oil. **Fuel**, v. 210, p. 721-728, 2017.

FERREIRA, A. O. **Guia prático da farmácia magistral**. 4. ed. São Paulo: Pharmabooks Editora, 2010.

FLORENCE, A. T.; WHITEHILL, D. The formulation and stability of multiple emulsions. Review Article. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 11, p. 277-308, 1982

FRANZOL, A.; REZENDE, M. C. Estabilidade de emulsões: um estudo de caso envolvendo emulsionantes aniônico, catiônico e não-iônico. **Polímeros**, v. 25, n. SPE, p. 1-9, 2015.



GNANNTRANQUILLO, P. C. *et al.* Monitoramento da qualidade do óleo de fritura em barracas de feiras livre no município de São Caetano do Sul, SP. **Atas de Saúde Ambiental-ASA**, v. 3, n. 2, p. 80-87, 2015.

GURUNATHAN, B.; RAVI, A. Process optimization and kinetics of biodiesel production from neem oil using copper doped zinc oxide heterogeneous nanocatalyst. **Bioresource Technology**, v. 190, p. 424-428, 2015.

KUMAR, R.; KUMAR, M. S.; MAHADEVAN, N. Multiple Emulsions: A Review. **International Journal of Recent Advances in Pharmaceutical Research**, v.2(1), p. 9-19, 2012.

MANNU, A. *et al.* Improving the recycling technology of waste cooking oils: Chemical fingerprint as tool for non-biodiesel application. **Waste Management**, v. 96, p. 1-8, 2019.

NUNES, F. F. *et al.* Controle da estabilidade de emulsões multiplas. **Visão Acadêmica**, v. 18, n. 1, 2017.

OLIVEIRA, F. S. **Revisão da importância do estudo do equilíbrio hidrófilo-lipófilo (EHL) e determinação do EHL do óleo de pracaxi (*Pentaclethramacroloba*)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

OLIVEIRA, J. A. B.; AQUINO, K. A. S. Óleo residual de frituras: impactos ambientais, educação e sustentabilidade no biodiesel e sabão. In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 10., 2010, Recife. **Anais**. Recife: JOPEX, 2010.

PABST G.; KUCERKA, N.; NIEH, M.; KATSARAS, J. **Liposomes, Lipid Bilayers and Model Membranes: From Basic Research to application**. Boca Raton: CRC Press, 2014.


PIANOVSKI, A. R. *et al.* Uso do óleo de pequi (*Caryocar brasiliense*) em emulsões cosméticas: desenvolvimento e avaliação da estabilidade física. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, p. 249-259, 2008.

PRISTA, L. N.; ALVES, A. C.; MORGADO, R. **Técnica farmacêutica e farmácia galênica**. 4 ed. v. 1. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992.

SANTOS, E. S. **Estudo do desempenho tribológico em sistemas de emulsão/microemulsão para aplicação em fluidos de corte**. Tese de Doutorado (Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

SILVA, J. D. F.; SILVA, Y. P.; PIATNICKI, C. M. S.; BOCKEL, JW. J.; MENDONÇA, C. R. B. Microemulsões: Componentes, características, potencialidades em química de alimentos e outras aplicações. **Química Nova**, v. 38, p. 1196-1206, 2015.

SILVA, T. A. R. **Biodiesel de óleo residual: produção através da transesterificação por metanolise e etanolise básica, caracterização físico-química e otimização das condições reacionais**. 2011. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.



SILVA, V. F. *et al.* Sustentabilidade com a produção de biodiesel a partir de óleo de fritura e utilização da glicerina para produção de detergente líquido e sabonete líquido glicerizados. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA FATEC DE BOTUCATU, 5., 2016, Botucatu. **Anais da IV JORNACITEC**. Botucatu: FATEC, 2016.

SOUZA *et al.* Responsabilidade socioambiental: o redirecionamento do óleo de cozinha na preservação dos recursos hídricos do sertão central. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO, DOCÊNCIA E INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2017, Quixadá. **Anais do EEDIC**. Quixadá, 2017.

UTLU, Z. J. E. S. Evaluation of biodiesel fuel obtained from waste cooking oil. **Energy Sources, Part A**, v. 29, n. 14, p. 1295-1304, 2007.

WEGNER, A. C. **Obtenção e caracterização de biodiesel com método “tdsp modificado” utilizando mistura de etanol/metanol**. 2014. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

WINSOR, P. A. Hydrotropy, solubilisation and related emulsification processes. **Transactions of the Faraday Society**, v. 44, p. 376-398, 1948.

ZANIN, S. M *et al.* Determinação do Equilíbrio Hidrófilo-Lipófilo (EHL) de Óleos de Origem Vegetal. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.3, n.1, 2002.



CAPÍTULO 21

TRANSESTERIFICAÇÃO DE ÓLEO RESIDUAL DE FRITURA E POTENCIAL APLICAÇÃO EM FORMAS FARMACÊUTICAS DO TIPO EMULSÕES

DOI: 10.47402/ed.ep.c202035021988

Fábia Rafaella Silva Alves, Bacharela em farmácia, UFCG

Juliano Carlo Rufino Freitas, Doutor em química, UFCG

Juliana de Souza Alencar Falcão, Dra. em química cosmética, UFCG


RESUMO

Os impactos ambientais decorrentes do despejo de resíduos no ambiente, tais como o óleo residual de fritura, fomenta a necessidade de novos métodos de reciclagem desse e outros materiais extensivamente utilizados pelos seres humanos. A transesterificação é um processo capaz de modificar as características desse óleo residual gerando um produto de caráter mais hidrofílico, viabilizando o seu emprego na produção de emulsões. Desse modo, o presente estudo propôs realizar a transesterificação de óleo residual de fritura com o intuito de torná-lo aplicável em um sistema emulsionado. A reação de transesterificação foi realizada variando diferentes parâmetros (tipo de energia, temperatura e basicidade do sistema) a fim de obter a melhor condição reacional. O término da reação foi acompanhado através da análise da Cromatografia em Camada Delgada (CCD). Adicionalmente, os ésteres obtidos da reação de transesterificação foram caracterizados por meio do teste de viscosidade. A formulação das emulsões foi realizada a partir da obtenção do Equilíbrio Hidrófilo-Lipófilo (EHL) requerido pelo óleo transesterificado, de modo que pilotos de emulsão foram preparados com concentrações distintas de água, óleo transesterificado e uma mistura de dois tensoativos (Lauril Éter Sulfato de Sódio - LESS e Labrafil® M1944CS). Os resultados demonstraram que, para a obtenção do éster a partir da transesterificação do óleo residual de fritura, o aquecimento e o tempo de reação são dois pontos críticos determinantes. Com relação à produção das emulsões, verificou-se que os melhores resultados foram obtidos quando aumentou-se a proporção de surfactantes utilizados e diminuiu-se as fases aquosa e oleosa. Desse modo, o impacto desta pesquisa se dá pela viabilidade de aproveitamento do óleo residual de fritura, a partir da sua transformação em um produto de caráter mais hidrofílico, tornando-o aplicável em formas farmacêuticas como as emulsões, além de abrir portas para uma cadeia produtiva de sustentabilidade. Com isso, a partir do gerenciamento de planos destinados às residências e aos estabelecimentos comerciais que visem a coleta seletiva de resíduos de óleos de fritura, pode-se gerar novas perspectivas para abertura de empresas, para transformação e aplicação deste produto na indústria cosmética e farmacêutica.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Óleo residual, Transesterificação, Emulsões.

INTRODUÇÃO

Com os progressivos efeitos de degradação ambiental decorrentes de atividades industriais e urbanas, tem se demonstrado, nos últimos anos, crescente interesse e preocupação com a reciclagem de resíduos agrícolas e agroindustriais, tanto pelos efeitos da degradação




ambiental ocasionados pelo descarte incorreto de tais resíduos na natureza, como pelo baixo custo que essas “matérias-primas” apresentam. Com isso, o desenvolvimento da pesquisa de métodos de reciclagem tem sido cada vez mais presente no contexto atual como alternativa de gerenciamento e diminuição de danos, atribuindo também, dessa maneira, valor agregado a esses produtos (MARCHEZAN *et al.*, 2014; SANTOS, 2018).

O óleo vegetal é um produto consumido mundialmente, sendo principalmente utilizado para fritura de alimentos. Este, quando descartado de forma indiscriminada, ocasiona sérios danos ao meio ambiente, a citar: contaminação da fauna aquática, do solo e a impermeabilidade do mesmo, além de provocar danos às tubulações domésticas e às redes de tratamento de esgoto. Isso contrasta com seu potencial de reciclagem, uma vez que pode ser empregado como matéria-prima na fabricação de diversos produtos, entre os quais destacam-se: biodiesel, tintas, óleos para engrenagens, sabão, detergente, sabonetes, entre outros (COSTA; LOPES; LOPES, 2015; WEYER; NORA, 2015).

Apesar desse potencial de reciclagem demonstrado pelas amplas possibilidades de emprego, ainda não existem estatísticas oficiais de quanto desse rejeito volta para a cadeia produtiva. Porém o estudo de Santos (2009) aponta que dentre os bilhões de litros de óleo descartados nas cozinhas brasileiras, apenas uma pequena porção passa pelo processo de logística reversa, sendo reinserida na cadeia produtiva. Nas residências, quando jogado pelo ralo da pia, o óleo provoca entupimento nas tubulações em redes de esgoto, aumentando em até 45% os custos com tratamento (WEYER; NORA, 2015).

Para ser reinserido, o óleo necessita passar por processos de purificação e modificação de suas características, gerando um novo produto que pode ser aplicado nos mais diversos campos industriais. Um processo bastante utilizado para o óleo vegetal ou residual é a transesterificação, a qual consiste na reação de um triglicerídeo com um álcool de cadeia curta, na presença de um catalisador ácido, básico ou enzimático. Como resultado dessa reação de transesterificação, obtém-se ésteres de ácidos graxos e glicerina, os quais são insumos básicos para derivados óleo químicos com alto valor agregado (GARCIA, 2006; GUARIEIRO *et al.*, 2008).

Segundo Alencar (2009), a eficácia dos óleos transesterificados vegetais pode ser otimizada através da transesterificação ou quando incorporados em formas farmacêuticas compatíveis. A alteração da viscosidade modifica a solubilidade dos óleos, de forma que



possibilita o desempenho de atividade surfactante pelos mesmos (BALAJI, 2015; GURUNATHAN, 2015).

Uma forma farmacêutica propensa à incorporação de tal produto é a emulsão, que consiste na mistura entre dois líquidos imiscíveis, geralmente óleo e água. A estabilidade desta emulsão é favorecida por um terceiro componente na mistura, determinado surfactante ou tensoativo, cujo principal objetivo é a diminuição da tensão interfacial entre o óleo e a água, uma vez que apresenta uma região polar e outra apolar, assumindo, desta forma, caráter anfifílico (LEITE; SANTOS, 2017).

Os sistemas emulsionados são classificados de acordo com a definição dos equilíbrios gerados, que varia de acordo com a proporção dos componentes do meio (WINSOR, 1948). Desse modo, foram estabelecidos quatro tipos de sistemas: Winsor I – Caracterizado pelo equilíbrio entre uma fase emulsionada e excesso de óleo sobre esta primeira; Winsor II – Representado pelo equilíbrio entre a fase emulsionada e excesso de água sob a primeira; Winsor III – Representa o equilíbrio entre uma fase emulsionada, excesso de óleo e excesso de água e Winsor IV – Consiste num sistema monofásico, caracterizado por microemulsão.

Nesse contexto, esta pesquisa apresenta relevância por se tratar de uma alternativa que visa a transformação do óleo residual proveniente de fritura, através da modificação de sua estrutura molecular, de modo a torná-lo potencialmente aplicável na elaboração de novos produtos de caráter sustentável e de valor agregado, entre os quais podemos citar as formas farmacêuticas do tipo emulsões.


METODOLOGIA

Local da pesquisa

Os processos de transesterificação foram realizados no Laboratório de Síntese Orgânica e Química Medicinal, localizado no Centro de Educação e Saúde da Universidade Federal de Campina Grande – *Campus Cuité*. Os processos de caracterização e a formulação das emulsões foram desenvolvidos na Farmácia Escola Manoel Casado de Almeida da Universidade Federal de Campina Grande – *Campus Cuité*.

Material e Equipamentos

Óleo de soja comercial (Soya); óleo residual de fritura proveniente do restaurante universitário da UFCG; Álcool etílico absoluto (Êxodo®); Iodo (Neon); Hidróxido de sódio



(Dinâmica®); Hidróxido de potássio (Proquimios®); Cloreto de sódio (Dinâmica®), Ácido Clorídrico (Vetec), Lauril Éter Sulfato de Sódio (Codossal Química), Labrafil® M1944CS, água destilada, Chapa aquecedora (Lucadema®); agitador magnético (Lucadema®); banho ultrassônico (Ultracleaner, modelo 1400A com frequência ultrassônica de 40 KHz e potência ultrassônica 135 W), banho de aquecimento (Fisatom) e Viscosímetro Rotativo Análogo Quimis, modelo Q-860A21.

Coleta e filtragem do óleo residual

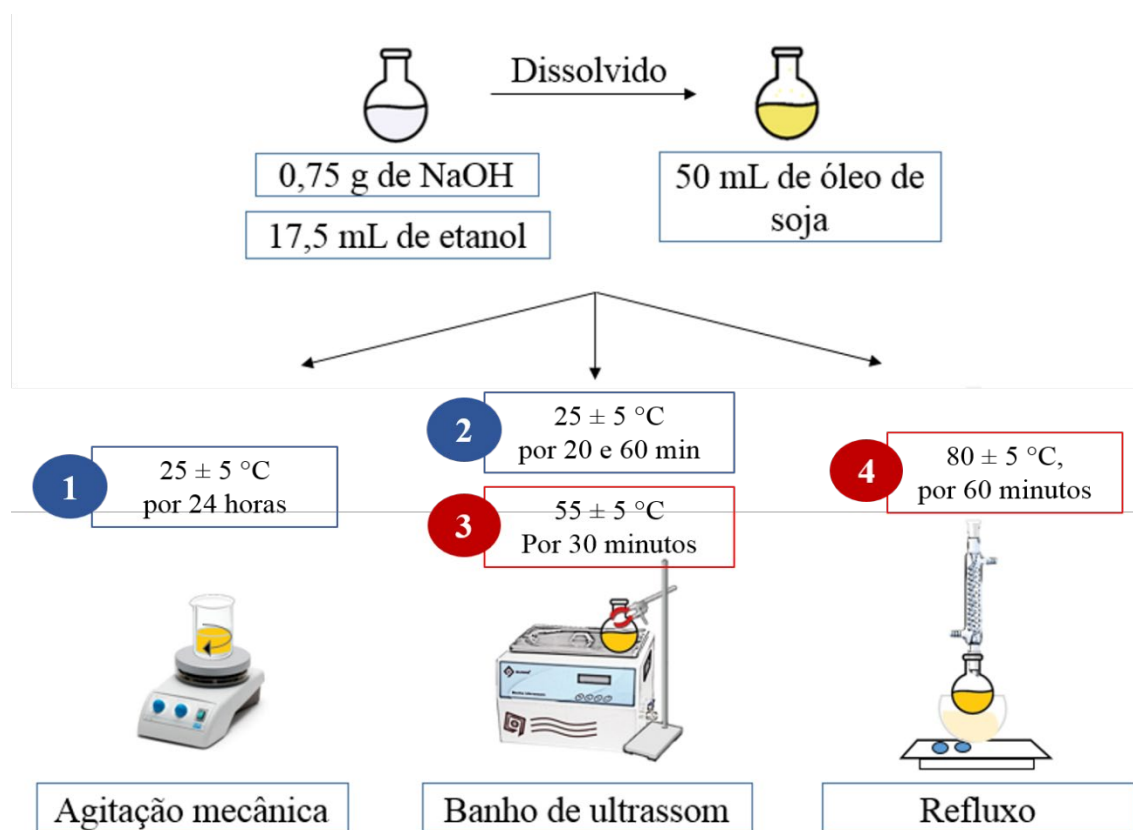
A amostra de óleo residual de fritura foi obtida após a utilização no preparo dos alimentos provenientes do restaurante universitário da UFCG, *Campus Cuité*. Em seguida, a amostra foi filtrada utilizando um filtro de pano e armazenado em garrafas de Polietileno Tereftalato (PET).

Reação de transesterificação

A reação de transesterificação do óleo residual de fritura foi baseada no protocolo descrito por Rockembach *et al.* (2014) e por Chendynski *et al.* (2016), sendo conduzida em quatro condições distintas: (1) agitação mecânica a temperatura de 25 ± 5 °C, por 24 horas; (2) ultrassom a temperatura ambiente (25 ± 5 °C) por 20 e 60 minutos; (3) ultrassom com aquecimento a 55 ± 5 °C, por 30 e 60 minutos e (4) aquecimento com refluxo por 60 minutos. Para cada teste, utilizou-se 50 g de óleo de soja, 17,5 mL de etanol destilado e 0,75 g de NaOH.

Para todas as condições, o procedimento experimental consistiu em preparar uma solução de etóxido de sódio, adicionando 0,75 g de NaOH e 17,5 mL de etanol em um balão de fundo redondo, submetido posteriormente à agitação até total dissolução. A solução foi vertida em 50 mL de óleo, contido em outro balão de fundo redondo, com capacidade para 250 mL. Em seguida, a mistura reacional foi submetida aos métodos determinados, conforme figura 1. Terminada a reação, a mistura foi transferida para um funil de separação, onde aguardou-se a separação da glicerina para removê-la. O produto transesterificado foi lavado com 20 mL de HCl aq. (5% v/v), descartando a fase aquosa. Foi feita uma nova lavagem com 20 mL de solução saturada de NaCl, descartando também a fase aquosa resultante. Por fim, adicionou-se sulfato de sódio anidro, e o produto final foi filtrado com auxílio de um filtro de papel.

Figura 1: Esquema de representação das metodologias empregadas para reação de transesterificação



Fonte: Autoria própria

Caracterização das amostras

Cromatografia em Camada Delgada (CCD)

A cromatografia em camada delgada (CCD) foi utilizada para o acompanhamento das reações de transesterificação. Para tanto, as placas de CCD foram eluídas nos sistemas de acetato de etila/hexano (na proporção 30:70) e acetato de etila/hexano (na proporção 10:90). A visualização dos compostos se deu através da imersão da placa cromatográfica em um sistema básico de permanganato de potássio (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Viscosidade

Para determinação da viscosidade das amostras, antes e após a reação de transesterificação, utilizou-se um viscosímetro rotativo. Foi selecionado, experimentalmente, o *spindle 2* e a velocidade 12. Em seguida, mergulhou-se o *spindle* verticalmente no centro da amostra em temperatura ambiente (25± 5 °C) até o sulco da haste do *spindle*, e nivelou-se o aparelho. Verificada a ausência de bolhas, procedeu-se a leitura da viscosidade, em triplicata, de acordo com o procedimento operacional do aparelho (BRASIL, 2008).

Determinação do Equilíbrio Hidrófilo-Lipófilo (EHL)

O equilíbrio hidrófilo-lipófilo do óleo residual de fritura transesterificado e do óleo de soja *in natura* foi determinado experimentalmente, de modo que foram preparadas emulsões seriadas utilizando um par de tensoativos de EHL conhecido, misturados em proporções variáveis, de modo a originarem valores definidos e escalonados de EHL. Os tensoativos utilizados foram Lauril Éter Sulfato de Sódio (LESS) 27% (EHL 40) e Labrafil® M1944CS (EHL 9) (ZANIN et al., 2002). Nesse caso, as proporções de tensoativos foram calculadas de acordo com a equação 1, a seguir:

Equação 1: Cálculo do EHL requerido

$$EHL_{final} = \frac{EHL_{LEES} \times LESS(\%) + EHL_{Lab} \times Lab(\%)}{100}$$

Fonte: (OLIVEIRA, 2017).

Em que:

LESS = Lauril Éter Sulfato de Sódio a 27%

Lab = Labrafil

As emulsões foram preparadas fixando-se as concentrações de 5% da mistura dos dois tensoativos, 10% de fase oleosa (óleo de soja ou óleo residual de fritura transesterificado) e 85% de fase aquosa, correspondente ao QSP (Quantidade Suficiente Para) de água destilada suficiente para completar 10 mL da formulação. Deste modo, foi feita a variação apenas nas proporções entre os dois tensoativos para a obtenção de diferentes valores de EHL, como pode ser observado na tabela 1:

Tabela 1: Determinação do EHL do óleo de soja e do óleo residual de fritura transesterificado

LEES	LABRAFIL® M1944CS	FASE OLEOSA	FASE AQUOSA	EHL
5%		10%	85%	
3% (0,015 mL)	97% (0,485 mL)	1,0 mL	8,5 mL	10
10% (0,05 mL)	90% (0,45 mL)			12
16% (0,08 mL)	84% (0,42 mL)			14
22% (0,110 mL)	78% (0,390 mL)			16
28% (0,140 mL)	72% (0,360 mL)			18

Fonte: Autoria própria

O preparo das emulsões consistiu no aquecimento em banho-maria elétrico a 75 °C da fase oleosa adicionada da mistura de surfactantes em um béquer, e da fase aquosa em outro béquer. Após ambas as fases atingirem 75 °C, verteu-se a fase aquosa na oleosa mantendo o sistema em agitação manual e aquecimento por 15 minutos. Decorrido o tempo, as emulsões foram retiradas do banho-maria, mantendo-se a agitação manual por mais 15 minutos à temperatura de 25 ± 5 °C. Após isso, as emulsões foram envasadas e submetidas à centrifugação a 3500 rpm (rotações por minuto), durante 5 minutos, tempo suficiente para ocorrer a separação das fases ou para o sistema manter-se homogêneo. Por fim, observou-se macroscopicamente os resultados (SILVA *et al.*, 2009; PRISTA; ALVES; MORGADO, 1992).

A análise macroscópica após centrifugação foi realizada de acordo com os parâmetros adotados: (1) Grau de emulsificação da fase oleosa; (2) Quantidade de fase emulsionada; (3) Grau de emulsificação da fase aquosa e (4) Turbidez da fase aquosa.

Após a obtenção dos pilotos e avaliação do comportamento destes frente às diferentes proporções de surfactantes que gerou diferentes valores de EHL, foi feito o ajuste das concentrações de fase aquosa e oleosa, fixando-se a proporção de surfactantes com base naquele em que foi observado melhores aspectos de emulsificação. Dessa forma, os pilotos de EHL 14 foram tomados como referência para dar continuidade às análises.

A partir de então, foram produzidos novos pilotos utilizando as concentrações de 10%, 5% e 3% de fase oleosa, empregando para cada uma dessas, concentrações de 75%, 65% e 55% de fase aquosa, produzindo 9 pilotos, afim de mapear e determinar o balanço entre esses componentes com a mistura de tensoativos. Nesta fase, o óleo de soja foi novamente empregado como fase oleosa afim de mapear e determinar o balanço mais próximo entre os componentes da emulsão para reprodução subsequente com o óleo residual de fritura transesterificado. Pode-se visualizar as concentrações determinadas para as novas emulsões na tabela 2:

Tabela 2:Concentrações dos componentes das emulsões formuladas utilizando óleo de soja como fase oleosa

EMULSÃO	ÓLEO	ÁGUA	RELAÇÃO DA MISTURA DE TENSOATIVOS/ EHL 14
1	10% (1 mL)	75% (7,5 mL)	15%
			LEES: 0,24 mL/Labrafil® M1944CS: 1,26 mL
2	10% (1 mL)	65% (6,5 mL)	25%
			LEES: 0,4 mL/Labrafil® M1944CS: 2,1 mL

3		55% (5,5 mL)	35%
			LEES: 0,56 mL/ Labrafil® M1944CS: 2,94 mL
4		75% (7,5 mL)	20%
			LEES: 0,32 mL/ Labrafil® M1944CS: 1,68 mL
5	5% (0,5 mL)	65% (6,5 mL)	30%
			LEES: 0,48 mL/ Labrafil® M1944CS: 2,52 mL
6		55% (5,5 mL)	40%
			LEES: 0,64 mL/ Labrafil® M1944CS: 3,36 mL
7		75% (7,5 mL)	22%
			LEES: 0,352 mL/ Labrafil® M1944CS: 1,848 mL
8	3% (0,3 mL)	65% (6,5 mL)	32%
			LEES: 0,512 mL/ Labrafil® M1944CS: 2,688 mL
9		55% (5,5 mL)	42%
			LEES: 0,672 mL/ Labrafil® M1944CS: 3,528 mL



Fonte: Autoria própria







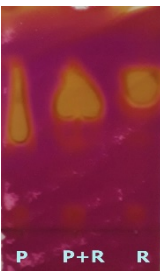
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Reação de transesterificação

As diferentes condições testadas utilizando o óleo de soja como padrão com os respectivos resultados das reações de transesterificação são apresentadas na tabela 3:

Tabela 3: Condições reacionais testadas para padronização da reação de transesterificação

MÉTODO	TEMPERATURA	TEMPO	SEPARAÇÃO DE FASE	RESULTADO	CCD
(1) Agitação mecânica	25 ± 5 °C	24 h	Ausente		X
(2) Banho de ultrassom	25 ± 5 °C	20 min	Ausente		X


		60 min	Ausente		X
(3) Banho de ultrassom	55 ± 5 °C	30 min	Presente		
		60 min	Presente		
(4) Sistema de refluxo	80 ± 5 °C	60 min	Presente		

Fonte: Autoria própria

Legenda: (P) Padrão/ (P+R) Padrão mais reação/ (R) Reação

Os resultados descritos na tabela 3 demonstram a influência do sistema empregado e que o tempo e a temperatura são fatores críticos para conclusão total da reação, evidenciada através da CCD e visualizada macroscopicamente por uma separação de fases eficiente e formação do produto. Nesse sentido, a visualização através das placas de cromatografia foi realizada apenas para as amostras em que se observou separação de fases, uma vez que àquelas em que não se obteve separação não seriam aplicáveis.

Neste seguimento, um dos pontos críticos observados para a reação, exercendo influência direta, principalmente, na separação das fases, foi a temperatura, de modo que nenhuma das condições realizadas sem aquecimento (em temperatura ambiente de 25 ± 5 °C), com diferentes formas de agitação (mecânica e irradiação ultrassônica) e tempos distintos (20 min, 60 min e 24 h), demonstraram separação, gerando um meio homogêneo, de aspecto



gelatinoso. Em contrapartida, todas as condições em que se empregou aquecimento, foi visto separação de fases.

Da mesma forma, o tempo demonstrou ser outro ponto crítico da reação, influenciando na formação do produto transesterificado. Com relação aos resultados visualizados a partir da CCD, o método que empregou banho de ultrassom durante 30 minutos exibiu duas manchas no sítio R (onde adicionou-se o produto da reação), as quais correspondem a intermediários da reação, indicando que esta não foi concluída. Por outro lado, as duas reações ocorridas no dobro do tempo, em banho ultrassônico ou sistema de refluxo, evidenciaram apenas uma mancha no sítio da reação R, as quais revelaram-se em uma altura superior ao óleo não transesterificado fixado no sítio P das placas, indicando que o composto formado é mais hidrofílico em relação ao óleo, por ter sido mais arrastado pelo sistema de solventes. Pode-se inferir, desta forma, que a conversão dos triglicerídeos em ésteres etílicos é atingida após 1 hora de reação.

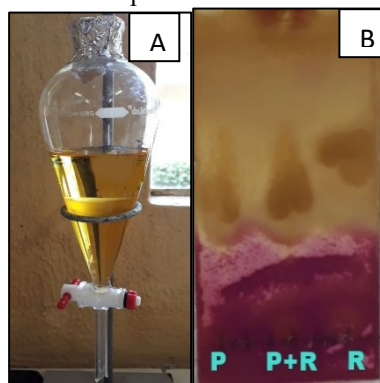
Cordero-Ravelo e Schallenberg-Rodriguez (2018) demonstram que um dos parâmetros determinantes na transesterificação é a agitação vigorosa, devendo estar presente constantemente durante a reação, a fim de garantir a interação entre os componentes da mistura, principalmente quando se trata de um álcool de cadeia curta, cuja solubilidade em óleo é dificultada.

Além da conclusão da reação, evidenciada pela apresentação de mancha unitária nas placas de CCD, a eficiência de separação entre o éster formado e a glicerina foi levada em consideração para a seleção do método a ser empregado para o óleo residual e fritura. Observou-se que o método que apresentou melhor comportamento para o óleo de soja foi aquele que utilizou sistema de refluxo, tendo em vista que para este, a separação ocorreu de maneira mais nítida quando comparado ao produto obtido por meio da reação utilizando ultrassom, sendo, portanto, o método de escolha para ser aplicado ao óleo residual.

Embora tenha sido evidenciado por Rockembach *et al.* (2014) e por Poppe *et al.* (2018) que a reação com irradiação ultrassônica apresenta melhores resultados de rendimento por permitir maior interação entre as moléculas do meio reacional e que proporciona menores impactos ambientais e redução dos custos de produção, por demandar menos energia durante o processo, no estudo em questão este método não obteve o melhor resultado, em razão da separação do éster e da glicerina não ter ocorrido de forma tão eficiente, prejudicando o rendimento, embora a CCD tenha revelado a formação do produto transesterificado.

Após a padronização realizada com o óleo de soja frente a diferentes metodologias, seguiu-se com a transesterificação do óleo residual de fritura pelo método de aquecimento com sistema de refluxo. Por se tratar de uma amostra residual e, portanto, sujeita à maior influência de interferentes, optou-se pelo aumento do tempo reacional de 1 para 2 horas, de modo a garantir a formação do produto pretendido. A figura 2 apresenta os resultados obtidos quanto à separação da glicerina e a CCD correspondente à reação:

Figura 2: Reação de transesterificação de óleo residual de fritura: (A) separação da glicerina; (B) CCD correspondente



Legenda: (P) Padrão/ (P+R) Padrão mais reação/ (R) Reação
Fonte: Autoria própria

Conforme apresentado na figura 2, pôde-se constatar que, assim como ocorrido na reação com o óleo de soja, para o óleo residual de fritura a reação sob refluxo também se completou, baseando-se na separação de fases observada e na CCD que demonstrou a formação de uma mancha unitária no sítio R em uma altura superior à mancha correspondente ao óleo de fritura não transesterificado presente no sítio P, indicando a formação de um produto mais hidrossolúvel, podendo vir a ser o éster etílico.

Caracterização das amostras

Viscosidade

Segundo Borges *et al.* (2014), viscosidade é uma característica intrínseca, que aumenta de acordo com o tamanho da cadeia carbônica e com o número de saturações. Além disso, quando se trata da reação de transesterificação, resíduos de sabão, glicerídeos que não reagiram (mono, di e triglicerídeos) e produtos gerados pela degradação oxidativa do produto também são fatores que aumentam a viscosidade do meio. A tabela 4 expõe os dados de viscosidade para os óleos de soja e de fritura, antes e após a transesterificação, em tempos distintos:

Tabela 4: Dados para o teste de viscosidade dos óleos de soja e de fritura antes e depois da transesterificação

Amostras	Processo químico reacional	Viscosidade (cP)/DP
Óleo de soja	Não transesterificado	87,5 ± 0,00
	Transesterificado em 30 min em Ultrassom	90,8 ± 3,82
	Transesterificado em 60 min em Refluxo	28,3 ± 1,44
Óleo residual de fritura	Não transesterificado	85,0 ± 0,00
	Transesterificado em 2 h em Refluxo	22,5 ± 0,00

Fonte: Autoria própria

De acordo com os dados descritos na tabela 4, é possível observar que houve uma diminuição significativa de viscosidade para os óleos após a transesterificação, com tempo reacional mínimo de 60 minutos em relação aos óleos no seu estado inicial. A amostra obtida da reação de transesterificação realizada no banho de ultrassom em 30 min, por outro lado, não apresentou diferença significativa quando comparada ao óleo no seu estado inicial, o que, por sua vez, demonstra que o tempo é um fator determinante para a conversão dos triglicerídeos em ésteres de ácidos graxos, corroborando com os demais resultados anteriormente citados.

Determinação do Equilíbrio Hidrófilo-Lipófilo (EHL)

O método de inversão de fases descrito por Morais *et al.* (2006) utilizou a concentração de tensoativos a 5%. Baseando-se nesse estudo, o presente trabalho utilizou essa concentração inicial do par de tensoativos Labrafil® M1944CS e LESS para preparar as emulsões com concentrações fixas de 10% de fase oleosa e 85% de fase aquosa.

Após o cálculo das proporções dos dois tensoativos, chegou-se aos seguintes valores de EHL: 10, 12, 14, 16 e 18. De acordo com Ferreira (2010), a faixa do valor de EHL requerido para os óleos vegetais, como o óleo de soja, é de 7-12. Nesse segmento, optou-se por trabalhar na faixa de EHL dos tensoativos de 10 a 18, uma vez que o éster obtido a partir da transesterificação do óleo, à primeira instância, teria o valor de EHL elevado, por se tornar uma molécula mais hidrofílica, em decorrência do processo.

Com a formulação e centrifugação dos pilotos de óleo de soja, analisou-se os parâmetros macroscópicos, avaliando a separação/cremagem das emulsões. A figura 3 demonstra os resultados obtidos para os diferentes EHL:

Figura 3: Emulsões obtidas a partir do óleo de soja, com seus respectivos valores de EHL

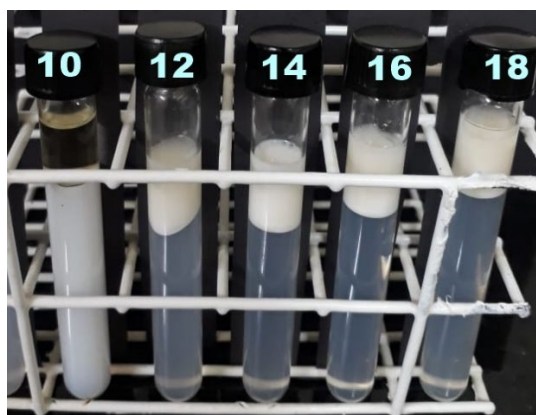


Fonte: Autoria própria


Conforme demonstrado na figura 3, pôde-se observar que não houve diferença significativa entre as emulsões obtidas a partir do óleo de soja, uma vez que foi notória a separação de fase oleosa em todos os pilotos. Em relação à quantidade de fase emulsionada, grau de emulsificação e turbidez da fase aquosa observou-se, da mesma forma, que estes parâmetros mantiveram-se semelhante nos cinco pilotos. Desse modo, verificou-se que a concentração de 5% de mistura tensoativa não foi suficiente para emulsionar todo o óleo de soja presente nas formulações.

Posteriormente, buscou-se comparar as emulsões obtidas a partir do óleo de soja com emulsões formuladas nas mesmas concentrações, empregando o éster etílico obtido da transesterificação do óleo residual. Os resultados podem ser observados na figura 4:

Figura 4: Emulsões obtidas a partir do éster etílico de óleo residual, com seus respectivos valores de EHL



Fonte: Autoria própria



Para as emulsões que empregaram éster etílico obtido de óleo residual, notou-se que os pilotos demonstraram maior turbidez da fase aquosa, diferentemente dos pilotos de óleo de soja em que a fase aquosa manteve-se translúcida, sugerindo aumento da hidrofília do óleo, gerada pelo processo de transesterificação, ou seja, a maior turvação da fase aquosa demonstrada nos pilotos contendo o éster indica uma maior afinidade do produto pela água. Segundo Nunes *et al.* (2017), a natureza da fase oleosa tem papel determinante na estabilidade do sistema, afetando as suas propriedades, tamanho das gotículas e a viscosidade.

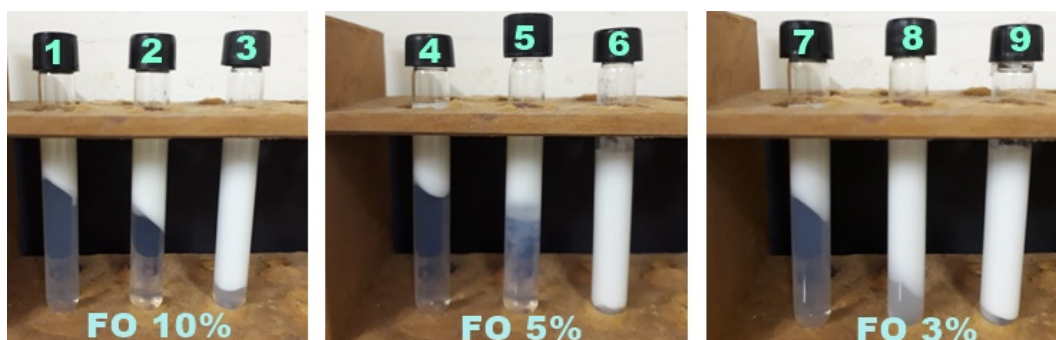
Além disso, as formulações contendo o óleo de fritura transesterificado evidenciaram menor grau de separação de fase oleosa, o que também determina o maior poder de emulsificação influenciado pelo produto transesterificado. De acordo com Fernandez *et al.* (2004), para solubilização completa da fase oleosa, é necessária uma concentração crítica de tensoativos, uma vez que quantidades insuficientes de emulsionante não solubilizam o óleo por formar gotículas maiores que não se dispersam, fazendo-se necessário o ajuste das concentrações dos componentes.

Após a análise macroscópica das emulsões elaboradas com o óleo residual de fritura transesterificado, verificou-se que o piloto de EHL 14 não apresentou separação de fase oleosa dentre as demais, sugerindo que esta proporção de tensoativos foi suficiente para emulsionar todo o óleo incorporado na emulsão e que, ainda, o éster atuou em sinergismo com a mistura de surfactantes, corroborando com Balaji (2015) e Gurunathan (2015), que descrevem sobre o desempenho da atividade surfactante gerada a partir de modificações químicas na estrutura dos óleos. Dessa forma, o EHL 14 foi selecionado para dar prosseguimento ao experimento para ajuste das concentrações de fase aquosa e oleosa, de modo a se alcançar o melhor balanço entre esses componentes.

Ajuste das concentrações de água, óleo e tensoativos

A formulação dos novos pilotos para ajuste das concentrações dos componentes da emulsão seguiu conforme foi descrito tabela 2. Tais formulações foram elaboradas empregando o óleo de soja como fase oleosa afim de averiguar o comportamento dos sistemas frente à diminuição consecutiva das concentrações de óleo e água e aumento proporcional dos surfactantes. Assim, os melhores resultados observados seriam posteriormente aplicados para o óleo residual de fritura transesterificado. Os pilotos resultantes desta etapa de ajuste das concentrações são demonstrados na figura 5:

Figura 5: Emulsões obtidas a partir do óleo de soja, utilizando EHL 14



Fonte: Autoria própria
Legenda: FO (Fase oleosa)


Conforme pode-se observar na figura 5, os melhores resultados foram obtidos a medida em que diminuiu-se a concentração de água e aumentou-se a quantidade de tensoativos, obtendo-se emulsões do tipo clássica. Dessa forma, os pilotos que apresentaram maior grau de fase emulsionada foram os de número 3, 6 e 9, os quais continham menor concentração de fase aquosa, correspondente a 55%. Ainda, foi verificado que destes, o piloto de número 9 foi aquele que demonstrou ausência de separação de fase oleosa, uma vez que o mesmo possuía menores concentrações de óleo (3%) e de água (55%) e maior concentração de tensoativos dentre os demais.

Considerando os pilotos 3, 6 e 9, que apresentaram maior grau de emulsificação, foram formulados 3 novos sistemas empregando éster etílico de óleo residual, adotando as mesmas concentrações correspondentes. Os resultados podem ser observados na figura 6:

Figura 6: Emulsões obtidas a partir do éster etílico de óleo residual



Fonte: Autoria própria




De acordo com os resultados dispostos na figura 6, pôde-se observar o melhoramento dos aspectos de emulsificação conforme a diminuição gradativa das fases aquosa e oleosa e proporcional aumento dos surfactantes, de modo que os pilotos 3 e 6, que continham 10% e 5% de éster etílico, respectivamente, demonstraram excesso de fase oleosa em equilíbrio com uma fase emulsionada e excesso de água, sendo estas emulsões caracterizadas como Winsor 3. No entanto, a emulsão 9, que contém 3% de fase oleosa, 42% de surfactantes e mesma concentração de água dos pilotos 3 e 6 (55%), apresentou melhor estabilidade, por ser o único piloto em que não se observou separação de fase oleosa, caracterizando-se desta forma como Winsor 2, apresentando uma fase emulsionada em equilíbrio com um excesso de água.

Além da diminuição gradativa da separação de fase oleosa, o melhoramento dos aspectos de emulsificação pelo emprego do óleo residual de fritura transesterificado também foi visualizado a partir da formação de diferentes tipos de emulsão, uma vez que, além da formação de emulsão clássica, visualizada na parte superior da formulação, a fase aquosa dos pilotos demonstrou maior turbidez, evidenciando o aumento da hidrofília do óleo e demonstrando a formação de miniemulsão. O mesmo não ocorreu com os pilotos elaborados com óleo de soja, que apresentaram uma fase aquosa translúcida indicando a presença exclusiva de água no meio. Dessa forma, a concentração e a natureza dos componentes incorporados exercem influência na formação e no tipo de emulsão resultante.

Com isso, esses resultados demonstram que a modificação do óleo residual de fritura por meio da reação de transesterificação permite a transformação desse resíduo de tal modo que torna-o aplicável em formas farmacêuticas, tais como as emulsões, devido a atribuição de características surfactantes, permitindo que esse resíduo retorne para a cadeia produtiva, diminuindo os danos ambientais decorrentes do descarte indevido e permitindo a geração de um produto sustentável e de valor agregado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reação de transesterificação é um método aplicável no processo de aproveitamento do óleo residual de fritura, uma vez que é capaz de modificar as características desse tipo de matéria-prima viabilizando a sua utilização nos mais diversos campos. Nesse processo de obtenção do óleo residual de fritura transesterificado/éster, a fase de teste de diferentes condições foi importante para a determinação dos pontos críticos da reação, de modo a obter o melhor rendimento do produto. À vista disso, foi notória a aplicabilidade do produto



transesterificado em emulsões, uma vez que o estabelecimento de diferentes concentrações entre as fases oleosa, aquosa e tensoativa propiciou a formação de emulsão clássica e miniemulsão, demonstrando que, com o ajuste da proporção desses três componentes, é possível chegar a uma emulsão estável. Assim, esta pesquisa permite o desenvolvimento de um produto sustentável, que implica na diminuição dos impactos ambientais gerados pelo descarte desse resíduo na natureza, além de abrir portas para uma cadeia produtiva de sustentabilidade. Com isso, a partir do gerenciamento de planos destinados às residências e aos estabelecimentos comerciais que visem a coleta seletiva de resíduos de óleos de fritura, pode-se gerar novas perspectivas para abertura de empresas, para transformação e aplicação deste produto na indústria cosmética e farmacêutica.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, J. *et al.* Improving the Stability and Antioxidant Properties of Sesame Oil: Water-Soluble Spray-Dried Emulsions from New Transesterified Phenolic Derivatives. **Journal of Agric. Food Chem.** v. 57, p. 7311–7323, 2009.

BALAJI, G.; CHERALATHAN, M. Experimental investigations of antioxidante effect on oxidation stability and emissions in a methys ester of nem oil fueled DI diesel engine. **Renewable Energy, Elsevier**, v. 74, p. 910-916, 2015.

BORGES, K. A. *et al.* Homogeneous catalysis of soybean oil transesterification via methylic and ethylic routes: Multivariate comparison. **Energy**, v. 67, p. 569-574, 2014.


BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos/Uma abordagem sobre os Ensaio Físicos e Químicos. 2ª edição, revista – Brasília: ANVISA, 2008.

CHENDYNSKI, L. T. *et al.* Modelagem matemática aplicada a síntese do produtos da reação de transesterificação a partir de gordura animal e óleo vegetal. **Revista Virtual de Química**, v. 8, n. 3, p. 823-837, 2016.

CORDERO-RAVELO, V.; SCHALLENBERG-RODRIGUEZ, J. Biodiesel production as a solution to waste cooking oil (WCO) disposal. Will any type of WCO do for a transesterification process? A quality assessment. **Journal of environmental management**, v. 228, p. 117-129, 2018.

COSTA, D. A.; LOPES, G. R.; LOPES, J. R. Reutilização do óleo de fritura como uma alternativa de amenizar a poluição do solo. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, p. 243-253, 2015.

FERNANDEZ, P. *et al.* Nanoemulsion formation by emulsion phase inversion. **Colloids Surf. A Physicochem. Eng. Aspects**, v. 251, n. 1-3, 2004.



FERREIRA, A. O. **Guia prático da farmácia magistral**. 4. ed. São Paulo: Pharmabooks Editora, 2010.

GARCIA, C. M. Transesterificação de óleos vegetais. **Dissertação** (Mestrado em Química Inorgânica) Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2006.

GUARIEIRO, L. L. N. Metodologia Analítica para Quantificar o Teor de Biodiesel na Mistura Biodiesel: Diesel Utilizando Espectroscopia na Região do Infravermelho. **Química Nova**, Bahia, v. 31, n. 2, 2008.

GURUNATHAN, B.; RAVI, A. Process optimization and kinetics of biodiesel production from neem oil using copper doped zinc oxide heterogeneous nanocatalyst. **Bioresource Technology**, v. 190, p. 424-428, 2015.

LEITE, M. C.; SANTOS, T. **Influência da concentração do tensoativo no comportamento de fase e na atividade larvicida de emulsões contendo óleo essencial de *Citrus sinensis***. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Departamento de Farmácia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

MARCHEZAN, M. P. *et al.* Produção de sabonetes sólidos com óleo usado e essência de cravo-da-índia. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Rio Grande do Sul, v. 18, n. 1, 2014.

MORAIS, J. M. *et al.* Physicochemical characterization of Canola oil/water nano - emulsion obtained by HLB number and Emulsion Phase Inversion Methods. **Journal of Dispersion Science and Technology**, v. 27, n. 1, p. 109-115, 2006.

NUNES, F. D. F. *et al.* Controle da estabilidade de emulsões múltiplas. **Visão Acadêmica**, n. 18, v.1, 2017.


OLIVEIRA, F. S. **Revisão da importância do estudo do equilíbrio hidrófilo-lipófilo (EHL) e determinação do EHL do óleo de pracaxi (*Pentaclethra maculosa*)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

OLIVEIRA, R. J. *et al.* 4-Bromobenzamidoxima: estudo sintético, caracterização estrutural e bioensaio toxicológico frente às larvas de artemia salina. In: III CONAPESC, 2018, Campina Grande. Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino de Ciência, 2018.

POPPE, J. K. *et al.* Transesterification of waste frying oil and soybean oil by combi-lipases under ultrasound-assisted reactions. **Applied biochemistry and biotechnology**, v. 186, n. 3, p. 576-589, 2018.

PRISTA, L. N.; ALVES, A. C.; MORGADO, R. **Técnica farmacêutica e farmácia galênica**. 4 ed. v. 1. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1992.

ROCKEMBACH, C. T. *et al.* Síntese do Biodiesel Derivado do Óleo da Semente de Uva Promovida por Ultrassom. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 4, p. 884-897, 2014.



SANTOS, N. Q. **Percepções de alunos da educação básica em relação aos impactos causados pelo descarte do óleo de cozinha no meio ambiente.** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, 2018.

SANTOS, R. S. **Gerenciamento de resíduos: coleta de óleo de cozinha.** Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Tecnologia da Zona Leste, São Paulo, 2009.

SILVA, J. A. *et al.* Uso de diagramas de fase pseudoternários como ferramenta de obtenção de nanoemulsões transdérmicas. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 90, n. 3, p. 345-349, 2009.

WEYER, M.; NORA, G. D. Resíduos sólidos domésticos: estudo de caso do óleo vegetal residual no bairro Morada da Serra - Cuiabá/MT. **Revista Geonorte**, v. 6, n. 24, 2015, p.62-80.

ZANIN, S. M et al. Determinação do Equilíbrio Hidrófilo-Lipófilo (EHL) de Óleos de Origem Vegetal. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v.3, n.1, 2002.

WINSOR, P. A. Hydrotropy, solubilisation and related emulsification processes. **Transactions of the Faraday Society**, v. 44, p. 376-398, 1948.



CAPÍTULO 22

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA: ESTUDO DE CASO SOBRE O USO DA ÁGUA E DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Kaliane dos Santos Lima, Técnica em controle ambiental, IFRN (CNAT) e Graduanda em Engenharia Ambiental, UFPB

Dayane Eugênia da Silva, Técnica em controle ambiental, IFRN (CNAT)

Runielly Garcia Xavier, Técnica em controle ambiental, IFRN (CNAT)

RESUMO


O projeto apoia-se em pilares metodológicos que tratam de temas ambientais e promove o intercâmbio institucional entre IFRN e Escola Estadual Tiradentes. Objetivando analisar o desperdício de água utilizada pelos alunos do 5º ano do Ensino Fundamental e o modo com que descartam seus resíduos, com a proposta de diagnosticar a problemática da percepção ambiental na escola. Espera-se que a proposta apresentada contribua em despertar novas atitudes cidadãs relacionada ao quesito abordado e que os alunos se vejam como agentes ativos diante do uso racional da água e da coleta seletiva. Diante dos resultados obtidos, através da metodologia aplicada, observamos que parte dos alunos reconhece o que deve ser feito, a grande maioria tem consciência do problema, para diminuir ou evitar, porém, precisam de meios eficientes para compreender a importância de mudanças de hábitos e atitudes.

PALAVRAS-CHAVE: Desperdício, reciclagem, educação ambiental, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Devido a necessidade nas escolas da rede pública, de conter uma maior atenção voltada para a questão socioambiental no cotidiano escolar, foi desenvolvido este projeto. Uma vez que a educação ambiental tem sido trabalhada nas escolas de modo desconjuntado, sem aprofundamentos ou atividades práticas eficazes, principalmente nas escolas públicas. Isso faz com que o aluno permaneça desinteressado em relação à problemática ambiental e continue acreditando que tal temática esteja distante do seu cotidiano.

Desse modo, o projeto objetiva aproximar a comunidade escolar da realidade ambiental, proporcionando o desenvolvimento do interesse de estudantes do ensino fundamental I acerca da importância de cuidar e preservar o meio ambiente, bem como desenvolver ações ambientais na comunidade escolar. Portanto, a implementação desse projeto trará a estes alunos a oportunidade de poder contribuir para um ambiente mais limpo e propício, visando uma boa qualidade de vida.



Isso concretiza o previsto na lei da educação ambiental (Inciso II do Capítulo I, Art 3º da Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999) [1], cujo determina que as instituições educativas devem priorizar a elaboração integrada de programas educacionais, de cunho socioambiental, desenvolvidos com os alunos, de forma a envolvê-los numa reeducação ambiental.

Objetivo geral:

O projeto propõe desenvolver uma nova percepção dos alunos acerca de suas ações ambientais para que analisem e desenvolvam projetos que contribuam para a preservação ambiental na sua comunidade escolar e em suas ações como cidadão no cotidiano.

Objetivos específicos:

1. Proporcionar por meio de atividades interativas o conhecimento dos alunos em relação às temáticas ambientais.
2. Encorajar os alunos a serem multiplicadores dos conhecimentos adquiridos ao longo do projeto em todos os espaços.
3. A partir das palestras, reconstruir a opinião do alunado a respeito das suas ações sobre o meio ambiente.

Resultados esperados:


Espera-se que a proposta apresentada contribua em despertar novas atitudes cidadãs relacionada ao quesito abordado e que os alunos se vejam como agentes ativos diante do uso racional da água e da coleta seletiva.

DESENVOLVIMENTO

2.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Para estudar o papel da educação ambiental escolar convém refletir sobre a situação da disponibilidade dos recursos naturais, água, ar, solo e vegetação nativa, bem como do controle do uso desses recursos. Uma vez que vivemos numa sociedade capitalista, onde somos estimulados a supervalorizar o consumo excessivo, não trabalhando valores e consciência do modo em que utilizam os recursos oferecidos pela natureza.



Sedenta pelo dinheiro e supondo que a natureza possui recursos infinitos, e que devem ser utilizados unicamente pelo ser humano em suas demandas industriais e econômicas cada vez maiores, a sociedade degrada rapidamente a natureza, afirma Carvalho (2006).

Muitas vezes não temos o conhecimento sobre o que é um recurso natural, no entanto ele pode ser definido como qualquer elemento ou aspecto da natureza que esteja em demanda, seja passível de uso ou esteja sendo usado direta ou indiretamente pelo Homem como forma de satisfação de suas necessidades físicas e culturais, em determinado tempo e espaço. Ou seja, é algo útil e de mera importância.

É evidente que para ter uma boa qualidade de vida se faz necessário um conhecimento básico sobre a questão ambiental, com isso, passamos a ver o mundo e seus recursos de forma sustentável, não pensando só em si, mas também nos outros seres que compartilham desse meio. Sendo assim, é fundamental que o indivíduo construa valores sociais com conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, passando assim a ter um uso consciente tanto dos recursos hídricos como dos demais recursos de uso comum do povo, para que haja qualidade de vida e sua sustentabilidade, como consta na lei 9.795/1999, Art 1º, que define a Política Nacional de Educação Ambiental.

A Constituição Federal do Brasil (1988), aponta a necessidade do desenvolvimento da educação ambiental em todo âmbito escolar. Atribui-se *assim* o dever de “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (art. 225, §1º, inciso VI), ou seja, é um componente essencial na educação nacional, devendo estar presente em todos os níveis e modalidades no desenvolvimento educativo, no meio formal e informal.

Tomando por base a perspectiva de que a escola é a principal geradora da educação, "aquela que acontece no espaço escolar institucionalizado, onde há um currículo a seguir, normas a cumprir e onde o principal objetivo é a aprendizagem", segundo Terán e Cascais (2014, v. 7, p. 4), é imprescindível que atividades voltadas para a natureza sejam desenvolvidas nessa instituição, principalmente com os alunos mais jovens, de modo que eles "além de adquirirem o conhecimento com facilidade, ainda repassam para aqueles que estão ao seu redor, pois é comum uma criança ao chegar em casa repassar e comentar aquilo que aprendeu na escola, o que acaba contribuindo para conscientização dos adultos" (MEDEIROS; RIBEIRO e FERREIRA, 2011).



2.1.2 CONTROLE AMBIENTAL DO USO DA ÁGUA


Com a constante degradação do meio ambiente, um dos recursos mais afetados tem sido a água. No qual envolve-se duas dimensões significativas: à quantidade de água e a sua qualidade, ou seja, a manutenção desse bem é um caminho básico para o equilíbrio dos ecossistemas.

A água é um recurso essencial e de suma relevância, seja como componente na vida de seres vivos ou como meio de vida de várias espécies vegetais e animais, pois trata-se de um constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva. No homem, representa 60% do seu peso; nas plantas, atinge 90% e, em certos animais aquáticos, esse percentual chega a 98%. (PHILIPPI JR, ROMÉRO e BRUNA, 2014, p. 88)

O ciclo hidrológico (movimento da água do mar para a atmosfera e desta, por precipitação, para a terra) faz com que a maioria das pessoas acreditem que esse bem seja inesgotável, enquanto poucas delas tem conhecimento que nosso recurso hídrico se encontra em escassez, e acabam usufruindo desse bem de forma desordenada, pois de acordo com inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, a água é um bem de domínio público, e dá-se a entender que podemos usá-la da maneira que quisermos.

A resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, divide as águas do território nacional em águas doces (salinidade < 0,5%), salobras (salinidade entre 0,5% e 30%) e salinas (salinidade > 30%). Em função do uso dessas águas foram criadas nove classes, onde cada classe corresponde a uma determinada qualidade a ser mantida e qual é mais adequada para consumo.

Dentre todas as bacias hidrográficas e aquíferos existentes no Brasil, temos acesso apenas a uma pequena porcentagem de toda água e chegará um momento em que talvez não tenhamos mais a possibilidade de usar esse recurso, devido o mau uso nos tempos atuais, como o desperdício e a exploração excessiva do solo através do uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos na agricultura, bem como o chorume produzido pelo lixo, que acabam infiltrando no solo e alcançando as águas subterrâneas ou sendo deslocados através da água da chuva até os rios ou fontes de abastecimento, tornando essa água imprópria para o uso. Isso poderia causar a necessidade de recorrer às águas salgadas, que por se encontrarem impróprias para o consumo humano, precisaria passar pelo processo de tratamento até que se tornasse potável, e isso



demandaria um investimento relativamente alto, por se tratar de um processo que exige grandes quantidades de energia.

2.1.3 RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos são uma problemática de caráter social, ambiental e econômico. Segundo a ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, resíduos sólidos são:

“Resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.” (ABNT 1987; P. 1-2).

Diariamente são lançados, na biosfera do nosso planeta, grande quantidade de poluentes, causando a morte de diversos animais e tornando ambientes, antes propícios à vida, em áreas de intensa contaminação química, repleta de resíduos sólidos e efluentes. Além disso, as riquezas naturais são cada vez mais saturadas em decorrência da constante exigência da indústria por matéria-prima e do mercado por produtos, que depois de usados por um período serão descartados e aumentarão a poluição em mais regiões naturais, resultando na ameaça do esgotamento de alguns recursos considerados não-renováveis e causando ainda mais a destruição de estruturas geomorfológicas, biomas e bacias hidrográficas.

Considerando-se que o meio ambiente está sofrendo uma sobrecarga em decorrência da exploração humana, torna-se preocupante a posição tomada, através do consumismo e da falta de interesse na reciclagem, na reutilização e nas questões da sustentabilidade pela sociedade. Tendo isso em vista, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) incentiva que haja uma redução da exploração das matérias primas na natureza, ou seja, que haja reciclagem (reutilização do material para outra finalidade, de forma que evite uma nova exploração na natureza).

É necessário também, que haja em todas as esferas, uma reeducação ambiental, a fim de mostrar à comunidade os conhecimentos acerca da temática e das ações que eles podem executar para mitigar os impactos ambientais (principalmente os causados em seus próprios bairros) e melhorar sua qualidade de vida, uma vez que nossa saúde depende intimamente de boas condições do ar, da água, dos alimentos e de outros recursos naturais.



METODOLOGIA

A metodologia aplicada desenvolveu ações de estratégias que vieram despertar nos alunos envolvidos a importância da educação ambiental, para que compreendessem que a questão ambiental não é um fato isolado, e sim uma ação que desencadeia no ecossistema e se reflete em toda biosfera.

A problemática dos recursos hídricos e descarte de resíduos sólidos na natureza envolve fatores determinantes na sobrevivência dos seres vivos do planeta, e nos proporcionou diversos conhecimentos nessa área. A partir disso podemos então desenvolver habilidades e despertar o pensamento crítico nos alunos quanto a importância dos recursos hídricos e os problemas decorrentes do descarte incorreto dos resíduos sólidos na natureza.


O projeto teve como público alvo alunos de 5º ano do ensino fundamental, por se encontrarem em uma faixa etária propícia a despertar novas atitudes sustentáveis e uma reeducação ambiental, já que faz parte dos conteúdos da disciplina ciências, temática integrada aos diversos campos dos conhecimentos. Diante das preocupações traçamos metas:

1º ENCONTRO

1. **Abordagem inicial:** uma visita preliminar com gestores e professores para expor os objetivos do projeto e liberação para desenvolver as ações propostas para os alunos do 5º ano do turno matutino da referida escola da rede estadual.
2. **Levantamento de dados com aplicação de questionário:** o instrumento de pesquisa, tipo questionário, contendo oito perguntas fechadas para averiguação quanto ao uso racional de água no cotidiano dos alunos em suas residências e, posteriormente, a verificação do uso de água na escola e o modo que é feito o descarte dos resíduos. Onde utilizamos os dados para realização de uma pesquisa quantitativa, fazendo o levantamento de dados sobre as motivações em compreender e interpretar a importância da água e do reuso de materiais e apontar numericamente a frequência e a intensidade dos comportamentos dos alunos com o consumo d'água e da reutilização de resíduos.

2º ENCONTRO

3. **Palestra de conscientização:** com o intuito de uma percepção real do consumo inadequados de água e descarte de resíduos, nossa equipe realizou uma exposição de fatos, os quais refletem as ações dos alunos e a partir das questões abordadas os alunos refletissem suas



ações. Mostramos os resultados do questionário, em forma de gráfico, de maneira que eles pudessem perceber o quanto estavam gastando dos recursos hídricos, nos intervalos e durante o período de aula, e a quantidade de materiais que são descartados, mas que poderiam ser aproveitados para outra finalidade. Também propomos maneiras mais responsáveis de utilizar a água e frisamos a importância da reciclagem.

3º ENCONTRO

4. **Gincana:** a proposta da gincana foi fazer com que os alunos se envolvessem com a atividade de conscientização, de modo que cada grupo compartilhasse seu aprendizado com os demais, construindo assim, um aprendizado coletivo no qual eles apresentaram e colocaram em prática no decorrer da gincana e em outros momentos de suas vidas. A gincana incluiu um circuito com atividades onde usaram os conhecimentos adquiridos no decorrer da palestra. As etapas se dividiram em: caça ao tesouro (escondemos resíduos sólidos pela escola e pedimos para que eles separassem e colocassem nas lixeiras corretas os materiais que podem ser reutilizados); dança das cadeiras (o aluno que conseguisse sentar primeira teve direito de responder a pergunta, abordando os conhecimentos adquiridos na palestra); jogo de perguntas e respostas (realizamos uma pequena corrida e o aluno que chegou primeiro teve a oportunidade de responder e caso errasse a pergunta seria passada para o outro grupo).

Foi solicitado durante a palestra que os alunos levassem garrafas pet a fim de confeccionar novos objetos, a partir desse material, mostramos como é possível dar outros fins para algo que seria descartado na natureza através de uma oficina que foi realizada ao final da gincana. Ensinamos os alunos a confeccionarem um vai e vem de garrafa pet e um vaso com o que sobrava da garrafa na criação do brinquedo.

RESULTADOS ALCANÇADOS/esperados e Discussões

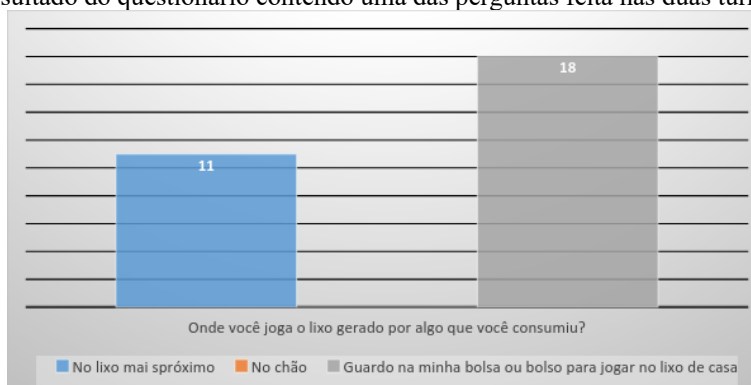
Foram apresentados resultados decorrentes da análise dos questionários. Na qual procurou-se revelar o sentido apurado das respostas, evidenciando a realidade dos alunos e do lugar que os cerca.

Gráfico 1: Resultado do questionário contendo as perguntas com respostas sim e não feita nas duas turmas. EET, 2017.



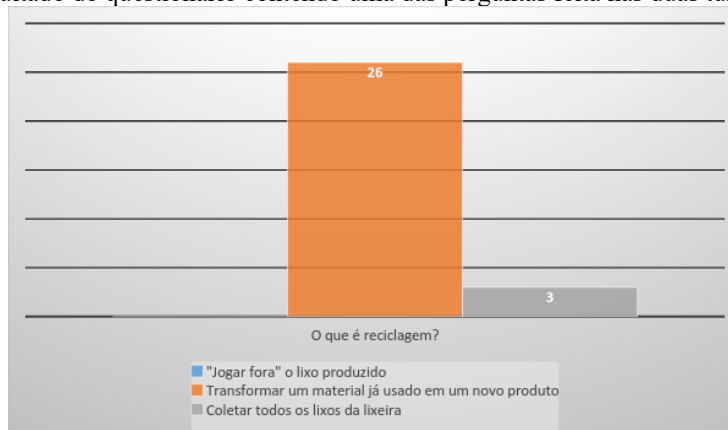
Fonte: Autoral, 2017.

Gráfico 2: Resultado do questionário contendo uma das perguntas feita nas duas turmas. EET, 2017.



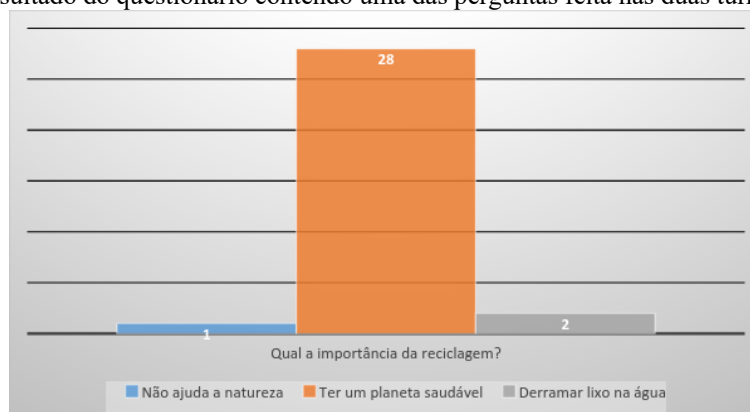
Fonte: Autoral, 2017.

Gráfico 3: Resultado do questionário contendo uma das perguntas feita nas duas turmas. EET, 2017.




Fonte: Autoral, 2017.

Gráfico 4: Resultado do questionário contendo uma das perguntas feita nas duas turmas. EET, 2017.



Fonte: Autoral, 2017.

Ao falarmos sobre o desperdício de água no dia a dia deles e como é importante realizar um descarte correto dos resíduos sólidos gerados em nosso cotidiano, realizando assim a coleta seletiva, foi visto que eles se preocuparam com o assunto abordado. Isso mostra que, em proporções distintas, os entrevistados tiveram a percepção de que a sociedade é um agente do desperdício de água e da poluição do mundo, e que eles precisam de mais informações para se sensibilizarem e evitarem esse problema. Quando questionados sobre se a água no mundo iria acabar, uma parte dos alunos disseram que isso nunca iria acontecer, pelo fato do planeta Terra conter uma enorme quantidade de água, no entanto, nem todos havia consciência de que apenas uma pequena parte dessa água é potável e que o resto se encontra imprópria para consumo. Isso mostra que poucas crianças entendem que a água que nos serve (potável) é limitada e está se tornando cada vez mais escassa. As mudanças percebidas estão relacionadas com a maior conscientização e responsabilidade sobre o uso da água, sobre o descarte dos resíduos de forma correta e o quanto é importante a reutilização de materiais recicláveis.



A conscientização é a base para o exercício da cidadania, no qual o indivíduo entende que suas ações podem afetar os demais integrantes da sociedade. Consciência crítica e cidadania, por sua vez, estão intimamente ligadas à educação em todos os níveis: em casa, na escola e em qualquer outro local. Só assim será possível alcançar um uso mais sustentável da água, a fim de garantir esse recurso para as próximas gerações com a qualidade e a quantidade adequadas (FOLETO & FARIAS, 2005). A grande geração de resíduos além de degradar o ambiente em que vivemos, atinge os lençóis freáticos gerando grandes problemas ambientais.


A partir da análise desta problemática por meio dos instrumentos de pesquisa aqui utilizados, é clara a necessidade da mudança de comportamento em relação ao desperdício de água e o modo em que “jogam fora” os lixos que geram constantemente, no sentido de promover, sob um modelo de desenvolvimento sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos resultados do projeto, é possível concluir que os alunos demonstraram bastante compromisso e dedicação durante a realização das atividades propostas, onde a maioria tem a consciência que o uso demasiado e o desperdício da água combinados com geração desenfreada dos resíduos e do seu descarte inadequado podem provocar danos irreversíveis e que algo pode ser feito para amenizá-los, porém ainda se sentem alheios as formas que existem para amenizar esses problemas e não conseguem assimilar e colocar os conhecimentos adquiridos em prática, e outros sequer tinham a noção básica de separação de lixo e das formas que ele pode ser reutilizado, justamente por haver a ausência de campanhas educativas e projetos de educação ambiental que estimulem a prática contínua de ações ambientalmente corretas de modo que haja recursos para elas serem realizadas. Essa adversidade acaba gerando uma deficiência em cadeia, pois a partir do momento que o governo falha nesse aspecto, acaba afetando os pais que não irão receber tal educação e consequentemente não terão meios de repassar isso para os filhos, gerando uma ruptura a partir das principais instituições que deveriam promover a educação básica sobre a questão ambiental: a escola e a família.

REFERÊNCIAS

ABETRE (Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos), NBR 10.004:2004, **Classificação de Resíduos Sólidos**, validada em 30 de novembro de 2004, publicada em 30 novembro 2006



BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Resíduos Sólidos.** Diário Oficial da União, agos. 2010.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos. Recursos hídricos.** Diário Oficial da União, jan. 1997.

(sim) [1] BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Lei da Política Nacional de Educação Ambiental. Educação ambiental.** Diário Oficial da União, p. 138-142, abr. 1999.

BRASIL. **Resolução CONAMA Nº 367, de 28 de Março de 2006,** Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011, Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63.

(sim) [2] CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico.** 2.ed. São Paulo: Cortez, 2006.

CASCAIS, M. G. A.; TERÁN, A. F. **Educação formal, informal e não formal na educação em ciências.** [S.l.]: NUTES/UFRJ, 2014. 4 p. v. 7. Disponível em: <http://www.cienciaemela.nutes.ufrj.br/artigos/0702enf.pdf>. Acesso em: 18/04/2017

FERREIRA, C. M. A.; MEDEIROS, M. C. S.; RIBEIRO, M. C. M. **Meio ambiente e educação ambiental nas escolas públicas.** In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XIV, n. 92, set 2011. Disponível em: http://www.ambitojuridico.com.br/site/index.php?partigo_id=10267&n_link=revista_artigos_leitura. Acesso em: 18/04/2017

FOLETO, E. M., FARIAS, G. F. **A divulgação de alternativas para o uso racional dos recursos hídricos na 7ª série da escola estadual Érico Veríssimo.** Universidade Federal de Santa Maria – RS, Pró-Reitoria de graduação – PROGRAD, Santa Maria – RS, 2005.

PHILIPPI JR, A.; ROMÉROM, M. A. e BRUNA, G.C. **Curso de gestão ambiental.** 2.ed. arual. e ampl. São Paulo: Manoele, 2014 (Coleção Ambiental, v.13).

VON SPERLING, M. **Princípios de tratamento biológico de águas residuárias: lagoas de estabilização.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. v.3.



CAPÍTULO 23

EDUCAÇÃO AMBIENTAL: O REFLORESTAMENTO COMO PRÁTICA EDUCATIVA DE UMA ESCOLA DO MUNICÍPIO DE MIRACEMA DO TOCANTINS/TO

Marilene Guimarães, Graduanda do Curso de Pedagogia, UFT
Kátia Barbosa, Graduanda do Curso de Pedagogia, UFT

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a conscientização, por parte dos alunos e da comunidade tornando-os capacitados para que eles mesmos aprendam a agir conscientemente, nos espaços onde estão inseridos para contribuir na preservação do meio ambiente. O projeto de reflorestamento ciliar, em parceria com a Escola Municipal Brigadeiro Lysias Rodrigues, localizado no bairro Correntinho em Miracema do Tocantins - TO, a comunidade local, o Naturatins e a Secretaria Municipal do Meio Ambiente, para conscientizar sobre a preservação ambiental, dessa forma poder ajudar na formação de cidadãos responsáveis e comprometidos com a sociedade na qual pertencem. O Projeto visa uma educação ambiental, em que os alunos e comunidade possam apropriar desse conhecimento e participar ativamente das atividades de execução das etapas do projeto, considerando cada participante como elemento central desse processo para identificar os problemas ambientais e buscar soluções. A proposta de reflorestamento das margens do córrego Correntinho, acontece devido seu mau uso e desmatamento, que ocasionou em impactos ambientais.

Palavras-chave: Reflorestamento, Educação Ambiental, Conscientização, Meio Ambiente.

INTRODUÇÃO

Educação Ambiental não se limita ao “meio ambiente”, mas engloba questões como a erradicação da miséria, justiça social e ambiental, qualidade de vida e outros que justificam uma atitude crítica e a busca da transformação do atual modelo de desenvolvimento econômico-social. (Diretrizes Curriculares Ministério da Educação p.1)

Esse Projeto será desenvolvido de forma interdisciplinar com as disciplinas de Geografia, Ciências e Artes, e o local onde se realizará o Projeto, será o córrego Correntinho, localizado em um bairro pioneiro da cidade de Miracema do Tocantins – TO. É considerado grande o número de pessoas que utilizam as margens e o córrego com atividades diárias, (lazer, lavar roupa e utensílios) acabam transformando o espaço, pisoteando e matando a vegetação nativa e responsável pela proteção ciliar do córrego.



O projeto apresenta como proposta o reflorestamento de áreas assoladas com vegetação nativa, que é às margens do córrego. Os alunos serão convidados a conhecer melhor a realidade sobre a devastação e reafirmar o compromisso dos alunos e a comunidade do bairro fazerem um reflorestamento com o plantio de mudas nativas, contribuindo, assim, para a restauração e a preservação de suas margens e do Meio Ambiente.

Nesse sentido o Projeto visa fornecer subsídios técnicos para implantação de acordo com a secretaria ambiental de manutenção de reflorestamento ciliar, nas margens do córrego, de árvores nativas da região, também visa aumentar a diversidade entre a fauna e a flora em áreas próximas ao córrego, proporcionando a conservação do solo e controle da erosão, e conscientização da importância desse desenvolvimento da flora e proteção da fauna.


O córrego Correntinho, tem uma abrangência de implantação de reflorestamento ciliar com espécie nativa, com durabilidade de 12 meses e visitas quinzenais para monitoramento do plantio das mudas, na visão de observar e repor algumas mudas caso seja necessário.

É função da escola contribuir com as questões do meio ambiente é, de fundamental importância à formação de crianças e jovens, cidadãos que precisam conhecer e ser agentes transformadores e ativos na busca de soluções de problemas e ações que promova a defesa da vida humana, partindo de uma consciência individual e local de cada ser humano até um pensamento global.

Os alunos da escola realizarão visitas ao longo do percurso do córrego, no bairro Correntinho, para observar e vivenciar os efeitos causados pela erosão e impactos provenientes do mau uso do espaço, seja na área livre, quanto nas áreas particulares, inserindo uma ampla responsabilidade com os recursos naturais para conscientizar a comunidade local sobre a importância da preservação do Córrego, como um bem de valor incalculável que é a água potável que abastece parte da cidade.

Analisar e fazer a limpeza das margens do córrego, e realização do plantio de mudas nativas da região. Supervisionar o crescimento das mudas durante o período de 12 meses, observando se ocorre erosão, queimadas e a presença de animais ou insetos que possam prejudicar o crescimento do plantio.

Sensibilizar os moradores da região sobre a importância da preservação desse ambiente para a comunidade local e a sociedade em geral que são beneficiadas direta ou indiretamente com o uso desse recurso hídrico.



Escolhemos realizar este projeto ambiental de reflorestamento no referido córrego com a intenção de proteger e preservar, evitando que a área seja mais degradada e implementada espécies nativas da região, num processo de alienação ou união, mudar o pensamento do ser humano em relação à natureza.

METODOLOGIA

O Projeto de reflorestamento que realizaremos tem como primícias a proteção do córrego Correntinho e segue as etapas fundamentais para efetivação de qualidade da área, de acordo com a pesquisa realizada, juntamente com a secretaria do meio ambiente, será mobilizado os moradores próximos da área do córrego, sobre importância que o córrego representa para as pessoas, para o bairro, para a cidade e para o meio ambiente.

Com base no Projeto Político Pedagógico (2016) da escola revela que a história de criação da unidade de ensino se mistura com a vontade da comunidade local em ter um espaço de aprendizagem no próprio bairro, considerado afastado do centro e bem próxima da natureza, pois no fundo passa o córrego que nomeia o bairro. Atende desde o início, alunos do Ensino Fundamental I, uma escola pequena, porém bem estruturada. Contudo as questões ambientais precisam de atenção para que a prática se estabeleça e as margens deste córrego sejam respeitadas, pois faz parte do cotidiano da comunidade escolar.

Analisaremos as margens do córrego realizando a limpeza com parceria da comunidade local, dos alunos da Escola Municipal Brigadeiro Lysias Rodrigues e também da Secretaria do Meio Ambiente, observando se ocorrem assoreamento, e o que acontece durante esse período de limpeza que possa prejudicar suas águas.

Após essa etapa, com as mudas nativas da região, adquiridas junto à Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Miracema do Tocantins, efetuaremos o plantio nas margens do córrego Correntinho, contando com o apoio da comunidade local, dos alunos e também dos Técnicos Agrícolas disponibilizado pela Secretaria do Meio Ambiente, seguindo as orientações, Que são as seguintes:

Para o início, será realizado a **roçada manual**: Deve ser conduzido de forma manual (realizado por adulto) com foice ou ferramentas similares, assegurando o corte da vegetação o mais rente possível do solo. Nessa etapa o cuidado com as espécies arbustivas e arbóreas.

Em seguida será realizado o procedimento de **combate a formigas**: Formigas cortadeiras e cupins podem causar severos danos à muda em estágio inicial. Caso necessário a intervenção com controle químico, conforme as restrições da legislação.



Seguindo as etapas a **marcação de covas**: É a determinação dos pontos onde deverão ser abertas as covas. As linhas de plantio deverão ser alinhadas paralelamente e alternadas. E o **coroamento para plantio**: Com uso de enxada ou ferramenta similar para facilitar o desenvolvimento da muda.

Com o **coveamento manual**: Esta etapa consiste na abertura de covas com a utilização de enxada ou cavadeira, nos locais previamente determinados.

Na **adubação na cova**: Os alunos irão conhecer os adubos adequados para a área a ser plantada. O **plantio florestal**: Deve ser plantada na cova, aprumando-a e compactando manualmente o solo ao seu redor, de modo a evitar danos às raízes. Necessitando de **irrigação**: Essa etapa só acontecerá quando as folhas das mudas começarem a apresentarem-se murchas.

O **replante florestal**: Após 40(quarenta) dias do plantio, a área deverá ser vistoriada, localizando-se as covas das mudas que não sobreviveram. Nessas covas deverão ser repetidas todas as operações de plantio.


A **roçada manual**: Essa etapa será realizada somente nas entrelinhas de plantio. Na **capina manual**: Com uso de enxada ou ferramentas similares, eliminar as ervas daninhas existentes dentro das coroas de plantio, conservando um raio mínimo de 60 cm. Nessa operação devem ser tomados todos os cuidados as mudas.

A **proteção da área**: No período da estiagem, quando há risco de queimadas e para evitar pisoteio das mudas, compactação do solo e formação de carreadores que favorecem a erosão.

Nesse sentido a mudança de hábitos e aplicação de práticas educativas se fazem necessárias para garantirmos um ambiente protegido e respeitado, onde a fauna e a flora sejam aproveitadas, da melhor maneira, pelas futuras gerações, pois a educação ambiental é fundamental para

“(…) formar uma população mundial consciente e preocupada com o ambiente e com os problemas que lhe dizem respeito, uma população que tenha os conhecimentos, as competências, o estado de espírito, as motivações e o sentido de participação e engajamento que lhe permita trabalhar individualmente e coletivamente para resolver os problemas atuais e impedir que se repitam (...)” (citado por SEARA FILHO, G. 1987).

Portanto, diante da construção do pensamento individual e coletivo sobre o Meio Ambiente os caminhos metodológicos a serem utilizados para conseguir as informações e evolução da pesquisa, será através de pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e enriquecida com o acompanhamento das atividades desenvolvidas na escola. Para a construção da pesquisa bibliográfica os recursos serão as produções científicas com temáticas voltadas para a educação



ambiental no âmbito escolar e as fundamentações documentais das Leis e Política de Educação Ambiental com a contribuição do Projeto Político Pedagógico da escola.

DESENVOLVIMENTO


O que é mata ciliar: Como existem os cílios que protegem os nossos olhos, existem as matas no entorno dos rios, lagos, riachos, córregos e nascentes. É nessa área que existe a mata ciliar, que protege as nascentes de água e os animais aquáticos, evitando a erosão das margens, funcionando como filtro aos agentes poluidores, servindo de refúgio às aves e animais, favorecendo a criação de corredores de biodiversidade, preservando a biodiversidade da flora, dentre outras funções. São assim, de grande importância para a preservação da qualidade da água que consumimos, nesse caso boa parte da água que abastece a cidade retirada do córrego que necessita de cuidado em todo o seu percurso, desde a nascente, um solo bastante arenoso e de fácil degradação com a movimentação de animais e pessoas no local.

No Capítulo 36 da Agenda 21, a Educação Ambiental é definida como o processo que busca:

“(…) desenvolver uma população que seja consciente e preocupada com o meio ambiente e com os problemas que lhes são associados. Uma população que tenha conhecimentos, habilidades, atitudes, motivações e compromissos para trabalhar, individual e coletivamente, na busca de soluções para os problemas existentes e para a prevenção dos novos (...)” (Capítulo 36 da Agenda 21).

“A educação, seja formal, informal, familiar ou ambiental, só é completa quando a pessoa pode chegar nos principais momentos de sua vida a pensar por si próprio, agir conforme os seus princípios, viver segundo seus critérios” (Reigota, 1997). Partindo desse pressuposto torna-se cada vez mais um ponto de partida fazendo com que a Educação Ambiental seja fortemente ligado com um processo de (trans)formação, de forma constante, participativa e dinâmica, que as pessoas possam sentir-se parte e envolvam-se como sujeitos e agentes transformadores, conhecer para atuar positivamente na busca de soluções para amenizar os problemas ambientais e proporcionar um controle social na sustentabilidade e respeito pelo meio ambiente.

A Lei 9.795/99 estabelece que a Educação Ambiental deve estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, respeitando em suas diretrizes nacionais aquelas a serem complementadas discricionariamente pelos estabelecimentos de ensino (artigo 26 da LDB) com uma parte diversificada exigida pelas



características regionais e locais, conforme preceitua o princípio citado no 4º, inciso VII da Lei 9.795/99, que valoriza a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais e nacionais, e o artigo 8º, incisos IV e V que incentivam a busca de alternativas curriculares e metodológicas na capacitação da área ambiental e as iniciativas e experiências locais e regionais, incluindo a produção de material educativo.


Parecer 226/87 do Conselho Nacional de Educação: alguma coisa precisa ser feita de imediato para minimizar essa ação devastadora do homem contra a natureza (sic). Seriam medidas tomadas em paralelo, paliativas, já que as corretivas só dariam resultado a médio e longo prazos, pois implicam, acima de tudo, mudanças de atitude e mentalidade. Daí a contribuição nesse sentido que este Conselho poderá prestar, ao acolher este parecer fazendo com que as sugestões nele contidas sejam levadas aos sistemas de ensino e escolas de formação de professores.

O desenvolvimento da pesquisa contém a revisão bibliográfica, as principais discussões teóricas e a trajetória da mesma ao longo do recorte estudado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho propôs uma pesquisa de forma contínua, em andamento, entretanto foi possível identificar que as primeiras análises documentais faziam relações com o que a comunidade escolar desejavam e concordaram com a proposta voltada para educação ambiental. Percebe-se que no Projeto Político Pedagógico contempla atividades direcionadas para a educação ambiental na perspectiva da preservação da natureza. A escola se propõe a trabalhar com as crianças quanto a preservação e a preocupação em cuidar do espaço natural, cuja proposta máxima é promover a conscientização dos alunos em relação ao meio ambiente.

O projeto propõe o fortalecimento para estabelecer articulações e parcerias na integração da escola com a comunidade sociedade e o meio ambiente, visando uma prática educativa que é o acompanhar o reflorestamento com todas as etapas, uma ação a ser realizada com a participação da comunidade escolar alunos, pais e servidores da unidade. O projeto tem uma perspectiva de abrangência e fazer com que o sujeito perceba-se integrante e reconheça o seu papel de cidadão que sinta parte do processo transformador como seres ativos e dinâmicos no espaço onde estão inseridos, os alunos serão agraciados com metodologias definidas pela escola que facilitará ainda mais o propósito do projeto.



O Projeto visa ainda unificar práticas educativas e pedagógica no processo de ensino-aprendizagem direcionado para a Educação Ambiental com o objetivo de conscientizar as pessoas para a necessidade e a importância de plantar e cuidar, para possibilitar a compreensão da complexidade do ambiente na vida em sociedade e em defesa do meio ambiente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O plantio de mudas nativas na área em processo de recuperação não significará que a mesma irá se estabelecer, uma vez que para isto ocorrer existem muitas variáveis ambientais que devem ser consideradas. O sucesso do projeto aqui desenvolvido será medido de acordo com a sobrevivência e desenvolvimento das mudas plantadas ou que estejam em processo de condução da regeneração natural, e também pela chegada de novos indivíduos.

Este sucesso deve ser acompanhado por técnicos e apresentado para os órgãos responsáveis posteriormente. Caso os objetivos e metas propostos pelo projeto ambiental de reflorestamento ciliar do córrego Correntinho não sejam alcançados, o projeto será reavaliado e adequações técnicas pertinentes deverão ser adotadas para que seja identificada onde ocorreram as falhas e como corrigi-las.

Portanto considera-se a escola como um espaço de transformação, que auxilia na formação de pessoas com capacidade de pensar e repensar, conhecer e reconhecer o cotidiano mediante as manifestações durante o acompanhamento nas atividades realizadas pelos alunos da unidade escolar.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei 9.795, de 27.04.1999. Dispõe sobre Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. DOU 24.04.1999.

BRASIL. Ministério da Educação. PCN de temas transversais Meio Ambiente. Brasília: Secretaria do Meio Ambiente, 1992.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais 1ª a 4ª série. Brasília: MEC-SEF, 1998.

BRASIL, Projeto Político Pedagógico: Escola Municipal Lysias Rodrigues, Tocantins, Miracema, 2016.

REIGOTA, Marcos. Meio Ambiente e Representação Social. 5ª ed. São Paulo, Cortez, 2002.

SEARA FILHO, G. Apontamentos de introdução à educação ambiental. Revista Ambiental, a. 1, v. 1, p. 40-44, 1987.



CAPÍTULO 24

PESCADORES E OS EFEITOS DO AQUECIMENTO GLOBAL NOS OCEANOS: CONHECIMENTO ECOLÓGICO LOCAL E RESILIÊNCIA

Leidiane Priscilla de Paiva Batista, Doutoranda em Ciências Marinhas Tropicais, UFC


RESUMO

O aquecimento global intensificado nos últimos 50 anos em decorrência do aumento do efeito estufa tem ocasionado diversas mudanças globais, que impactam o ambiente, inclusive as comunidades biológicas, assim como a qualidade e o modo de vida das populações humanas. Essas mudanças comumente são mais intensas nos oceanos, em virtude da alta conectividade dos ambientes marinhos. Deste modo, além do aumento do nível do mar, as consequências do efeito estufa incluem acidificação e elevação da temperatura da água oceânica, que desencadeiam modificações na abundância e distribuição de espécies marinhas. Essas alterações geram impactos para a atividade de pesca, tornando a mais perigosa por conta do aumento das tempestades e mais vulnerável devido a variações na estrutura das comunidades marinhas. Diante do exposto, destaca-se a importância de apoiar as populações de pescadores, principalmente aquelas que dependem da pesca para garantir a subsistência familiar. Para traçar estratégias de gestão e manejo dos recursos pesqueiros, assim como, desenvolver alternativas de adaptação a essas mudanças, é importante considerar os saberes e experiências dos pescadores, visto que, passam considerável parcela de suas vidas em contato com o ambiente marinho e as espécies que nele vivem. Uma vez que os saberes dos pescadores sobre as mudanças climáticas são consistentes, busca-se apresentar neste artigo contribuições importantes dos pescadores para compreensão das alterações globais e seus impactos para ictiofauna e ambientes marinhos. Deste modo, evidenciou-se estudos de caso que abordaram a percepção ambiental, o conhecimento ecológico local e a capacidade adaptativa de pescadores de várias localidades do mundo.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças Climáticas; Etnoecologia; Etnoictiologia; Resiliência; Recursos Pesqueiros.

INTRODUÇÃO

Desde a segunda metade do século XIX, pesquisadores buscam demonstrar a relação entre o aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera e a elevação da temperatura no planeta. As evidências indicam que o aquecimento observado ao longo dos últimos 50 anos, provavelmente, seja resultado de atividades antrópicas (IPCC, 2001). Como consequências do aumento do efeito estufa e do aquecimento global, estudos apontam alterações nos padrões de chuva; recorrência de extremos climáticos, como secas, geadas e enchentes; intensificação dos fenômenos de El Niño/ La Niña; ocorrências com mais frequência



de desastres ambientais, como tsunamis, furacões e incêndios ambientais; derretimento das calotas polares com decorrente aumento do nível do mar, dentre outros (KARL; KNIGHT, 1998; MASON *et al.*, 1999).


Nos oceanos, além do aumento do nível do mar, as consequências do efeito estufa incluem acidificação e elevação da temperatura da água. Essas alterações podem levar a outras, em um efeito desencadeado em cadeia. Dentre elas, tem-se modificações na abundância e distribuição de espécies marinhas (FOGARTY *et al.*, 2017; CHEUNG *et al.*, 2009); redução acelerada de fontes de energia para Florestas Marinhas de Animais (ROSSI *et al.*, 2017 ; HUGHES *et al.*, 2018); distúrbios de estrutura em recifes rasos de corais em decorrência de intensos e duradouros efeitos de El Niño, com conseqüente redução na capacidade de retenção de carbonos dessas comunidades (BIANCHI *et al.*, 2017).

Especificamente em relação as alterações nas assembleias de peixes, o aumento da temperatura oceânica, tem sido relacionada, a crescentes abundâncias de espécies e suas expansões em sentido longitudinal no globo, resultando em invasões biológicas (FOSSHEIM *et al.*, 2015; POLOCZANSKA *et al.*, 2013). O que, por sua vez, desencadeiam remodelagem na estrutura de comunidades bióticas (KATSANEVAKIS *et al.*, 2017), impactando a biodiversidade e, conseqüentemente, os recursos pesqueiros.

Os estudos apontam o aumento das tempestades ocasionado pelas mudanças climáticas podem deixar a pesca mais perigosa, além de que modificações na distribuição das espécies ícticas estão impactando a atividade pesqueira (SAINSBURY *et al.*, 2018). A vulnerabilidade das populações humanas às mudanças depende do número de pessoas, da infraestrutura local, da área impactada dos ecossistemas com os quais se inter-relacionam e do grau de dependência que a população possui aos recursos naturais (TULER *et al.* 2008).

As populações de pescadores artesanais e suas famílias são bastante vulneráveis às mudanças climáticas, pois ao dependerem dos recursos marinhos como fonte de alimento, estão expostos em termos de saúde, de segurança alimentar e de economia de subsistência (NICHOLLS *et al.* 2007). Diante das mudanças em cursos, são necessárias que as populações de pescadores sejam apoiadas na busca de alternativas de adaptação.

Como passam parcela considerável de suas vidas em contato com o ambiente marinho e as espécies que nele vivem, os pescadores são portadores de saberes consistentes e valiosos sobre as comunidades biológicas desse ambiente. Assim, diante da extensão do oceano e da dificuldade de monitoramento e de estudo de toda a sua extensão, os conhecimentos e vivências



dos pescadores podem contribuir para compreensão das mudanças em curso, na criação de bancos de dados, e na elaboração de planos eficazes de gestão e manejo dos recursos pesqueiros.


Uma vez que os saberes dos pescadores sobre as mudanças climáticas são consistentes, busca-se apresentar neste artigo contribuições importantes dos pescadores para compreensão das alterações globais e seus impactos para ictiofauna e ambientes marinhos. Deste modo, evidencia-se estudos de caso de cunho etnobiológicos e etnoecológicos realizados com pescadores de várias localidades do mundo.

CONHECIMENTO ECOLÓGICO LOCAL SOBRE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS OCEANOS

Diante do contato próximo com o mar, as comunidades tradicionais possuem percepções e saberes complexos sobre o meio marinho e seus recursos, graças ao exercício da atividade pesqueira. A respeito das alterações decorrentes do aquecimento global, essas comunidades são capazes de fornecer informações valiosas, que podem, muitas vezes, se antecipar ao conhecimento científico. Isto porque, as comunidades dependentes dos recursos marinhos observam essas mudanças em seu cotidiano e, por muitas vezes, buscam meio de resistência e adaptação a elas, visto que se tornam ainda mais vulneráveis ante a soma dos impactos das mudanças climáticas aos estressores comumente existentes nos ecossistemas marinhos (PERRY *et al.*, 2010).

Em muitos países do mundo, estudos investigaram os saberes e capacidade de resiliência dos pescadores às mudanças climáticas, apontado a relevância desses saberes e habilidades para compreensão dessas mudanças e busca de meios para enfrenta-las (NEHREN *et al.* 2013; OBENG; AHIKPOR, 2014; MUSINGUZI *et al.* 2015 ; FORD *et al.* 2016; GUERREIRO; LADLE; SILVA-BATISTA *et al.* 2017; AZURRO *et al.*, 2019; SAMAH; SHAFFRIL, FADZIL, 2019). A respeito das mudanças climáticas, em estudo realizado na Gana, mostrou-se que a conscientização é muito alta entre os pescadores (OBENG; AHIKPOR, 2014). Na malásia, observou-se que pescadores que moram em ilhas apresentaram maior domínio do conhecimento ecológico local do que pescadores residentes nos continentes, muito provavelmente, porque as ilhas estudadas (Langkawi, Tuba e Redang) são bastante preservadas (SAMAH; SHAFFRIL, 2020).

Em uma pesquisa ampla realizada com mais quinhentos pescadores pertencentes a nove países da costa mediterrânea, Azurro *et al.* (2019) registrou conhecimento complexo sobre a distribuição e alterações na abundância de espécies de peixes em respostas ao aumento da



temperatura dos oceanos, como a expansão de espécies nativas para o norte e aumento na abundância de espécies exóticas. Os resultados corroboraram com muitos estudos biogeográficos realizados no mar Mediterrâneo e forneceram uma compreensão mais completa das mudanças na distribuição de espécies de peixes locais.


RESILIÊNCIA DOS PESCADORES ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Ao comparar a capacidade adaptativa às alterações climáticas com base na idade, concluiu-se que os jovens e os pescadores mais velhos da Malásia têm igualmente forte capacidade de adaptação, pressupôs-se que a razão é o compartilhamento de conhecimentos e de experiências durante atividades do cotidiano comunitário, como a preparação de redes, a jornada de pesca e a limpeza do pescado. Neste estudo, destacou-se que os pescadores mais velhos são mestres ambientalistas, enquanto os mais jovens têm acesso à informação por meio dos meios eletrônicos (SAMAH; SHAFFRIL, FADZIL, 2019). Diferente de Bangladesh, onde os pescadores experientes possuem conhecimentos e habilidades mais consistentes em comparação com os jovens, que enfrentam incertezas e ansiedade ante os impactos das mudanças climáticas (D'SILVA *et al*, 2012). No que concerne somente aos pescadores mais velhos, algo semelhante foi observado na Gana, onde a experiência do pescador e a fonte de informações sobre o aquecimento global determinam significativamente a adaptação às mudanças climáticas (OBENG; AHIKPOR, 2014).

Soroar e Routray (2012) está em consonância com o presente estudo, que afirmou que pescadores experientes poderão responder bem aos impactos das mudanças climáticas por terem uma extensa experiência de adaptação que lhes permite estar constantemente conscientes e sensíveis a condições climáticas extremas.

Enquanto isso, D'Silva et al. (2012) apoiaram esse achado alegando que pescadores experientes possuem conhecimentos e habilidades adequados em comparação com jovens que podem enfrentar incertezas e ansiedade para responder aos impactos das mudanças climáticas possivelmente devido ao seu conhecimento e experiência inadequados

No sul do Brasil, comunidades pesqueiras com maior grau de auto-organização são mais capazes de criar maneiras de minimizar sua vulnerabilidade a condições climáticas adversas (KALIKOSKI, QUEVEDO-NETO; ALMUDI, 2010). Na Ásia, em revisão sistemática de diversos estudos sobre pescadores e mudanças climáticas, notou-se que iniciativas governamentais e não governamentais de curto e longo prazo estão associadas a maior



capacidade adaptativa destes trabalhadores, assim como a diversificação de atividades é uma estratégia para diminuir a dependência da pesca (SHAFFRIL *et al.*, 2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento ecológico local possui valor intrínseco, podendo contribuir para elaboração de planos participativos de gestão e manejo para ecossistemas impactados pelas mudanças climáticas. Comunidades que residem e interagem com esses ecossistemas são portadores de experiências, habilidades e saberes profundos sobre os mesmos e são capazes de identificar essas alterações e buscar meios de adaptação.

Investigar esse conhecimento e construir juntamente com eles estratégias de adaptação e resistência, pode ajudar as comunidades locais a gerenciar e buscar meios para superar às transformações bióticas em curso impulsionadas pelas mudanças climáticas e invasores biológicos. Ante a vulnerabilidade das comunidades tradicionais a alterações no ambiente, sobretudo daquelas mais pobres, destaca-se a necessidade de políticas governamentais que auxiliem esses povos no enfrentamento das consequências dessa crise ambiental.

Por fim, aponta-se a necessidade de mais pesquisas para compreender os conhecimentos ecológicos e resiliência dos pescadores e pescadoras em relação às mudanças climáticas nos oceanos.

REFERÊNCIAS


AZZURRO, E. *et al.* Climate change, biological invasions, and the shifting distribution of Mediterranean fishes: A large-scale survey based on local ecological knowledge. **Global change biology**, v. 25, n. 8, p. 2779-2792, 2019.

BIANCHI, C. N. *et al.* Resilience of the marine animal forest: lessons from Maldivian coral reefs after the mass mortality of 1998. In: ROSSI, S.; BRAMANTI, L.; GORI, A.; OREJAS, C (ed.). **Marine Animal Forests: The Ecology of Benthic Biodiversity Hotspots**. Germany: Springer, 2017. p. 1241-1269.

CHEUNG, W. W. L. *et al.* Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. **Fish and fisheries**, v. 10, n. 3, p. 235-251, 2009.

D'SILVA, J. L. *et al.* Assessment of social adaptation capacity of Malaysian fishermen to climate change. **ApplSci**, v. 12, p. 876–881, 2012.

FOGARTY, H. E. *et al.* Are fish outside their usual ranges early indicators of climate-driven range shifts?. **Global Change Biology**, v. 23, n. 5, p. 2047-2057, 2017.



FORD, J. D. et al. Including indigenous knowledge and experience in IPCC assessment reports. **NatureClimateChange**, v. 6, p. 349–353, 2016.

FOSSHEIM, M. *et al.* Recent warming leads to a rapid borealization of fish communities in the Arctic. **Nature Climate Change**, v. 5, n. 7, p. 673-677, 2015.

GUERREIRO, A. I. C.; LADLE, R. J.; SILVA-BATISTA, V. Erratum to: Riverine fishers' knowledge of extreme climatic events in the Brazilian Amazonia. **Journal of ethnobiology and ethnomedicine**, v. 13, n. 1, p. 1-1, 2017.

HUGHES, T. P. *et al.* Spatial and temporal patterns of mass bleaching of corals in the Anthropocene. **Science**, v. 359, n. 6371, p. 80-83, 2018.

IPCC. **Climate Change 2001: the scientific basis**. Contribution of working group I to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001.

KALIKOSKI, D. C.; QUEVEDO-NETO, P.; ALMUDI, T. Building adaptive capacity to climate variability: the case of artisanal fisheries in the estuary of the Patos Lagoon, Brazil. **Marine Policy**, v. 34, n. 4, p. 742-751, 2010.

KARL, T. R.; KNIGHT, R. W. Secular trends of precipitation amount, frequency, and intensity in the United States. **Bulletin of the American Meteorological society**, v. 79, n. 2, p. 231-242, 1998.

KATSANEVAKIS, S. *et al.* Advancing marine conservation in European and contiguous seas with the MarCons Action. **Research Ideas and Outcomes**, v. 3, p. e11884, 2017.

MASON, S. J. *et al.* Changes in extreme rainfall events in South Africa. **Climatic Change**, v. 41, n. 2, p. 249-257, 1999.

MUSINGUZI, L. *et al.* Fishers' perceptions of climate change, impacts on their livelihoods and adaptation strategies in environmental change hotspots: A case of Lake Wamala, Uganda. **Environment, Development and Sustainability**, v. 18, n. 4, p. 1255-1273, 2016.


NEHREN, U. *et al.* Community perception on climate change and climate-related disaster preparedness in Kathmandu Valley, Nepal. **J Nat Res Dev**, v. 4, p. 35-57, 2013.

NICHOLLS, R. J. *et al.* Coastal systems and low-lying areas. P.315-356. In: Parry M. L., *et al.* (Eds.). **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate, 2007.

OBENG, C. K.; AHIAKPOR, F. Determinants of adaptation to climate change among artisanal fishermen: A case study of Cape Coast Municipality in Ghana. **Research Gate**, p. 1-12, 2014.

PERRY, R. I. et al. The challenge of adapting marine social–ecological systems to the additional stress of climate change. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 2, n. 5-6, p. 356-363, 2010.

POLOCZANSKA, E. S. *et al.* Responses of marine organisms to climate change across oceans. **Frontiers in Marine Science**, v. 3, p. 62, 2016.



ROSSI, S.; COPPARI, M.; VILADRICH, N. Benthic-pelagic coupling: new perspectives in the animal forests. In: **Marine animal forests: the ecology of benthic biodiversity hotspots**. 2017. p. 855-885.

SAINSBURY, N. C. *et al.* Changing storminess and global capture fisheries. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 8, p. 655-659, 2018.

SAMAH, A. A.; SHAFFRIL, H. A. M. A comparative study between mainland and islander small-scale fishermen's adaptation towards climate change. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-13, 2020.

SAMAH, A. A.; SHAFFRIL, H. A. M.; FADZIL, M. F. Comparando a capacidade de adaptação aos impactos das mudanças climáticas entre os pescadores jovens e mais velhos. **Science of The Total Environment**, v. 681, p. 524-532, 2019.

SHAFFRIL, H. A. M. *et al.* Mirror-mirror on the wall, what climate change adaptation strategies are practiced by the Asian's fishermen of all?. **Journal of Cleaner Production**, v. 232, p. 104-117, 2019.

TULER, S. *et al.* Assessing vulnerabilities: Integrating information about driving forces that affect risks and resilience in fishing communities. **Human Ecology Review**, p. 171-184, 2008.



CAPÍTULO 25

NO SERTÃO TAMBÉM TEM PEIXE: PESCADORES ARTESANAIS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Leidiane Priscilla de Paiva Batista, Doutoranda em Ciências Marinhas Tropicais, UFC
Edson Oliveira de Paula, Doutorando em Geografia, UFC
Tharcia Priscilla de Paiva Batista Matos, Mestranda em Energia e Ambiente, UNILAB

RESUMO

A pesca é uma das atividades de subsistência mais antigas da humanidade. O pescar de forma artesanal é importante para o manuseio dos recursos pesqueiros e para a sustentabilidade socioambiental desta atividade. Os pescadores artesanais e suas famílias constroem um arcabouço cultural peculiar, através do contanto com os recursos manejados, manifestado nas linguagens, saberes, arte, trabalho, símbolos e mitos. No Brasil, pesquisas sobre populações humanas e os recursos pesqueiros enfocam, em maior escala, pescadores litorâneos, assim como pescadores de água doce da Amazônia. Embora a área superficial das áreas úmidas seja superior à das áreas costeiras com relação às outras regiões do país, estudos relacionados à pescadores artesanais em água doce ainda são realizados em menor proporção, principalmente quando se trata de região Nordeste do país. Logo, é importante a valorização e conservação dos conhecimentos destes grupos, assim como da compreensão em como ela manejam esses recursos e se inter-relacionam com eles. Contribuindo neste sentido, este artigo busca compreender a relação dos pescadores artesanais com ambientes de água doce no semiárido nordestino. Assim, esta pode ser considerada como o estudo da relação estabelecida entre os pescadores e os peixes, incluindo estratégias de pesca, nomenclatura e dieta alimentar utilizada por eles e suas famílias. As pesquisas de cunho socioambiental apontam para o fato dos pescadores artesanais, no Brasil e em outros países, serem portadores de um conjunto de práticas e saberes relacionados a aspectos ecológicos acerca dos peixes e dos ambientes que habitam. Com isso, suas vivências permitem o manejo tradicional dos ecossistemas com os quais interagem e a conservação dos mesmos. A identificação destes sistemas socioambientais explicita a diversidade de condições enfrentadas por estes pescadores, entre estas, está a fragilidade social que assinala para a necessidade de ações públicas diferenciadas destinadas a atender as famílias de pescadores de reservatórios no semiárido nordestino e dar condições de melhoria da qualidade de vida para estas populações. No que concerne a pescadores no semiárido Nordeste, notou-se que os estudos ainda são escassos, sendo necessários maiores esforço para aprofundar os conhecimentos sobre a relação entre as populações humanas desta região com os recursos hídricos continentais e a sua fauna pesqueira. Uma vez que a região Nordeste requer bastante políticas públicas para melhorar a qualidade de vida populacional e proteger os ecossistemas, compreender como as populações locais sobrevivem e se inter-relaciona com o meio é primordial para traçar planos de gestão e manejo, assim como construir estratégias de educação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Águas Continentais; Saberes Ecológicos; Pesca Artesanal; Nordeste; Socioambiental.



INTRODUÇÃO


A pesca é uma das atividades de subsistência mais antigas da humanidade, realizada desde a pré-história (CARDOSO, 2001). No Brasil, antes da chegada dos portugueses, a pesca já era praticada pelos grupos indígenas, que tinham em sua dieta alimentar peixes, crustáceos e moluscos (DIEGUES, 1999). Assim, o pescar de forma artesanal é importante para o manuseio dos recursos pesqueiros e para a sustentabilidade desta atividade (COSTA NETO; DIAS; MELO, 2002), quase sempre baseada na unidade familiar, onde parte do pescado é destinada para o consumo da família do pescador e outra parte para a comercialização (DIEGUES, 2002). Este fazer remonta a um saber construído por homens e mulheres (CARDOSO, 2001) a partir da relação com a natureza.

Sendo mais específico, são nas viagens aos corpos hídricos em que trabalham, considerando seus recursos, capacidade tecnológica e características ambientais, que os pescadores artesanais e suas famílias constroem um arcabouço cultural peculiar, manifestado nas linguagens, saberes, arte, trabalho, símbolos e mitos (GOMES, 2004). Porém, estas práticas e modos de vida reproduzem-se em um meio fisicamente instável, o mar ou outros corpos hídricos. Desta forma, os pescadores encaram a inconstância gerada “por fatores meteorológicos e oceanográficos, pela variação e migração das espécies, seus padrões de reprodução, migração, etc” (DIEGUES, 1999, p. 371).

Além dos fatores físicos, enfrentam variação de preços e alta perecibilidade do pescado, que tão logo capturado deve ser vendido, obrigando, muitas vezes, os pescadores a negociarem o produto de seu trabalho por valores desfavoráveis (DIEGUES, 1999) e através de atravessadores. Outras problemáticas que permeiam a realidade do pescador no Brasil são a crescente especulação imobiliária e a degradação ambiental (DIEGUES, 1983; LOPES, 2004). Estas questões colocam em risco a reprodução do modo de vida das populações de pescadores artesanais.

Embora a área superficial das áreas úmidas seja superior à das áreas costeiras (DIEGUES, 2002) com relação às outras regiões do país, estudos relacionados à pescadores artesanais em água doce ainda são realizados em menor proporção. Neste artigo, será dado enfoque em questões socioambientais de pesca na região Nordeste do Brasil, assim como de experiências e saberes ecológicos.

Diante disso, torna-se ainda mais importante a valorização e conservação dos conhecimentos destes grupos. Contribuindo neste sentido, busca-se, neste artigo, compreender



a relação dos pescadores artesanais com ambientes de água doce no semiárido nordestino. Assim, pode esta ser considerada como o estudo da relação estabelecida entre os pescadores e os peixes, incluindo estratégias de pesca, nomenclatura e dieta alimentar (BEGOSSI et al., 2006) utilizada por eles e suas famílias.


PESCADORES ARTESANAIS NORDESTINOS EM ÁGUAS CONTINENTAIS

As pesquisas de cunho socioambiental apontam para o fato dos pescadores artesanais, no Brasil e em outros países, serem portadores de um conjunto de práticas e saberes relacionados a aspectos ecológicos e biológicos acerca dos peixes capturados e dos ambientes que habitam (COSTA NETO; DIAS; MELO, 2002; BEGOSSI et al., 2006; HANAZAKI; BEGOSSI, 2006; SANTOS-FITA; COSTANETO, 2007; BEGOSSI, 2011). Suas vivências permitem o manejo tradicional dos ecossistemas com os quais interagem e a conservação dos mesmos.

No Brasil, estas pesquisas enfocam, em maior escala, pescadores litorâneos, assim como pescadores de água doce da Amazônia (BEGOSSI et al., 2006). Na região Nordeste, pescadores do litoral norte da Bahia apresentaram conhecimentos consistentes com a literatura científica sobre reprodução, comportamento e ecologia trófica da ictiofauna local (COSTA NETO; MARQUES, 2000). Ao seu tempo, pescadores do litoral norte da Paraíba demonstraram conhecimentos sobre diversos aspectos da etologia de peixes (MOURÃO; NORDI, 2003). No Piauí, pescadores artesanais possuem domínio no uso de artefatos de pesca e construção de embarcações, relacionando-os com o conhecimento da flora local utilizada nestas atividades, em uma estreita interação com a natureza (AMORIM, 2010).

Ao longo de rios e lagoas da bacia hidrográfica do rio Parnaíba, pratica-se basicamente a pesca artesanal, com principal uso de canoa a vela e dos seguintes aparelhos de pesca: espinhel, malhadeira, rede de cerco, covo e curral (DIEGUES, 2002). Ainda sobre esta bacia, na Barra do Poty - Piauí, formada pelo encontro dos rios Parnaíba e Poty, os pescadores locais demonstraram conhecimento da ictiofauna deste ambiente, expresso a partir de categorias para classificação do hábitat e de comportamentos dos peixes, assim como da dieta alimentar dos mesmos (NASCIMENTO; LIMA, 2005), exemplificando a riqueza de saberes entre os pescadores de água doce do Nordeste.

Outro estudo sobre pesca artesanal em águas continentais no Nordeste foi realizado em lagos e várzeas do rio São Francisco. Nesta região, predomina o uso de técnicas tradicionais, como rede, tarrafa, anzol e covo; e o uso de canoas a remo (*op. cit.*). Em trabalho efetivado com




a população de Remanso na Bahia, verificou-se a variação do ambiente de pesca de acordo com a época do ano, com esta atividade se concentrado nos rios durante a cheia e em lagoas, durante a estiagem. Esta população apresentou intenso conhecimento da fauna ictiológica local, sendo os dados coletados condizentes com a literatura científica (MOURA, 2002).

Por sua vez, nos reservatórios artificiais da bacia do rio São Francisco, a pesca artesanal é a principal atividade de sobrevivência para milhares de pessoas excluídas de outras atividades produtivas (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007). Entretanto, mesmo que sejam socialmente importantes, os reservatórios são ambientes marcados pela baixa produção pesqueira:

A pesca é uma atividade que inevitavelmente se estabelece em regiões de reservatórios, geralmente em períodos logo após sua construção. Adquire relevante papel social, envolvendo milhares de pessoas, de pescadores profissionais a amadores. Entretanto, a produção pesqueira em reservatórios neotropicais é caracteristicamente baixa, necessitando de ações de manejo constantes. Ao longo da história, a pesca nesses ambientes foi marcada pela aplicação de medidas de manejo formuláveis, além do descaso das autoridades com as classes sociais envolvidas. Tais posturas vêm resultando no colapso das pescarias e na miséria das comunidades dependentes do recurso (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007, p. 153).

Neste sentido, apontando para a necessidade de políticas públicas de incentivo aos pescadores artesanais nordestinos, relatou-se a carência de recursos para a compra de materiais necessários à atividade de pesca; e a dificuldade de garantir o sustento da família em períodos de pouca captura no rio Pajeú e em açudes dos bairros Caxixola, Borborema e VilaDNOCS no município de Serra Talhada-Pernambuco (OLIVEIRA; FEITOZA; LEITE, 2009). Em outro estudo realizado nas mesmas localidades, porém com o intuito de caracterizar a pesca local, verificou-se entre estes pescadores, o uso de canoas e bóias infláveis e a utilização de aparelhos simples, como tarrafas, anzóis e rede de espera, fabricados muitas vezes pelas famílias dos próprios pescadores (FEITOZA; OLIVEIRA; LEITE, 2009).

No Ceará, também foram realizadas pesquisas com pescadores de reservatórios artificiais. No entorno do açude Edson Queiroz e do açude Araras, ambos pertencentes a bacia hidrográfica do rio Acaraú, pescadores do município de Santa Quitéria e Hidrolândia utilizam aspectos morfológicos e etológicos para classificação da ictiofauna capturada, apresentando várias etnoespécies com nomes genéricos e poucas com nomes binomiais. Em sua dieta, estas populações consomem peixes, como principal fonte de proteína animal, havendo restrições por caráter social e cultural. (BATISTA et al., 2011). No açude público Pereira de Miranda na bacia hidrográfica do rio Curú, município de Pentecoste, Vieira (2010) identificou a existência de três sistemas de produção pesqueira ao longo dos anos. São estes: pesca doméstica fluvial; pesca



artesanal e agricultura; e pesca profissional. A identificação destes sistemas explicitou a diversidade de condições enfrentadas por estes pescadores, entre estas, fragilidade social, que assinala para a necessidade de ações públicas diferenciadas destinadas a atender as famílias de pescadores de reservatórios no semiárido nordestino.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que concerne a pescadores artesanais no semiárido Nordeste, notou-se que os estudos ainda são escassos. Para o preenchimento desta lacuna, serão necessários maiores esforços dos pesquisadores para que possamos aprofundar os conhecimentos sobre a relação entre as populações humanas desta região com os recursos hídricos continentais e a sua fauna pesqueira.

Os poucos estudos apontam um campo riquíssimo de interações e conhecimentos ecológicos locais a serem melhor levantados e compreendidos. Sendo uma região que requer bastante políticas públicas para melhorar a qualidade de vida populacional e proteger os ecossistemas, compreender como as populações locais sobrevivem e se inter-relaciona com o meio é primordial para traçar planos de gestão e manejo, assim como construir estratégias de educação ambiental.

REFERÊNCIAS


AMORIM, A. N. **Etnobiologia da comunidade de pescadores artesanais urbanos do bairro Poti Velho**, Teresina/PI, Brasil. Terezina: UFPI, 2010, 122 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa de Pós – Universidade Federal do Piauí, Terezina, 2010.

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 1119-1132, 2008.

BATISTA, L. P. P.; BOTERO, J. I.; S.; PAULA, E. O.; SILVA, E. V. Etnotaxonomia e tabus alimentares dos Pescadores artesanais nos açudes Araras e Edson Queiroz, bacia do Rio Acaraú, Ceará, Brasil. **Entorno geográfico**, n. 12, 2016.

_____. O cerco flutuante e os caiçaras do litoral norte de São Paulo, com ênfase à pesca detridade, RJ. **Interciencia**, v. 36, n. 11, p. 803-807, 2011.

BEGOSSI, A.; HANAZAKI, N.; PERONI, N.; SILVANO, R. A. M. Estudos de Ecologia Humana e Etnobiologia: uma revisão sobre usos e conservação. In: ROCHA, C.F.D.; BERGALLO, H. G.; ALVES, M. A. S.; SLUYS, M. V. (Org.) **Essências em biologia da conservação**. Rio de Janeiro: UERJ, no prelo, 2006.



CARDOSO, E. S. Pescadores artesanais: natureza, território, movimento social. São Paulo:USP, 143 p. 2001. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Programa de Pós - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

COSTA NETO, E. M.; DIAS, C. V.; MELO, M. N. O conhecimento ictiológico tradicional dos pescadores da cidade de Barra, região do médio rio São Francisco, estado da Bahia, Brasil. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 2, p. 561-572, 2002.

COSTA NETO, E. M.; MARQUES, J. G. W. Etnoictiologia dos pescadores artesanais de Siribinha, município de Conde (Bahia): aspectos relacionados com a etologia dos peixes. **Acta Scientiarum**, v. 22, n. 2, p.553-560, 2000.

DIEGUES, A. C. S. **Pescadores, camponeses e trabalhadores do mar**. São Paulo: Ática, 1983, 287 p.

_____. A sócio-antropologia das comunidades de pescadores marítimos no Brasil. **Etnográfica**, v. 3, n. 2, p. 361-375, 1999.

_____. **Povos e águas**: inventário de áreas úmidas brasileiras. 2. ed., São Paulo: NUPAUBUSP, 2002. 597 p.

FEITOZA, J. D. M.; OLIVEIRA, T. A.; LEITE, L. M. A. B. Instrumentos de pesca utilizados pelos pescadores artesanais do município de Serra Talhada-PE. Eventos Universitários da UFRPE, 2009, Recife. **Anais [...]**. Recife: UFRPE, 2009.

GOMES, H. C. M. Para onde sopram os ventos? Escola, vida e cultura dos povos do mar do Ceará. In: KÜSTER, A.; MATTOS, B. H. O. M. **Educação no contexto do semiárido brasileiro**. Fortaleza: Fundação Konrad Adeauer, 2004. 214 p.

HANAZAKI, N.; BEGOSSI, A. Catfish and mullets: the food preferences and taboos of caiaçaras (Southern Atlantic Forest coast, Brazil). **Interciência**, v. 31, n.2, 2006.

LOPES, P. F. M. **Ecologia caiçara**: pesca e uso de recursos na comunidade da praia do Puruba. Campinas: UNICAMP, 117 p., 2004. Dissertação (Mestrado em Ecologia) –Programa de Pós – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

MOURA, F. B. P. **Entre o peixe e o dendê**: etnoecologia do povo dos Marimbús (Chapada Diamantina-BA). São Carlos: UFSC, 2002. 136 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Programa de Pós - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.
MOURÃO, J. S.; NORDI, N. **Etnoictiologia de pescadores artesanais do estuário o rio Mamanguape, Paraíba, Brasil**. Boletim do Instituto de Pesca, v. 29, n.1, p. 9-17, 2003.

NASCIMENTO, M. S. V.; LIMA, C. Y. O. Dieta e estrutura trófica das comunidades de peixes – uma visão etnoictiológica dos pescadores do rio Parnaíba e Poty. Congresso de Ecologia do Brasil, 7, 2005, Caxambu. **Anais[...]**. Caxambu, 2005.

OLIVEIRA, T. A.; FEITOZA, J. D. M.; LEITE, L. M. A. B. Levantamento socioeconômico dos pescadores artesanais no município de Serra Talhada- PE. Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, 6, 2009, Recife. **Anais [...]**. Recife: UFRPE, 2009.



SANTOS-FITA, Dídac; COSTA-NETO, Eraldo Medeiros. As interações entre os seres humanos e os animais: a contribuição da etnozootologia. **Biotemas**, v. 20, n. 4, p. 99-110, 2007.



CAPÍTULO 26

AJUSTAMENTO OSMÓTICO DURANTE O CRESCIMENTO INICIAL DE *Cnidoscolus quercifolius* Pohl (EUPHORBIACEAE) COM E SEM TRICOMAS SUBMETIDAS À SUPRESSÃO E POSTERIOR RETORNO DA REGA

Marta Ribeiro Barbosa, Dra. em Melhoramento Genético de Plantas, UFRPE

Lindomar Maria de Souza, Dra. em Botânica, UFRPE

Cláudia Ulisses de Carvalho e Silva, Professora do Departamento de Botânica, UFRPE

Terezinha Rangel Camara, Professora do Departamento de Química, UFRPE


RESUMO

Mudanças climáticas provocadas pelo efeito estufa vêm acelerando a desertificação das regiões semiáridas. Contudo, algumas plantas possuem mecanismos de resistência a ambientes secos, dentre eles o ajustamento osmótico é um dos principais. *Cnidoscolus quercifolius* Pohl apresenta alta tolerância a seca e tem um grande potencial de usos por comunidades do semiárido. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o ajustamento osmótico através do acúmulo de solutos compatíveis durante o crescimento inicial de faveleira com e sem tricomas submetidas ao estresse hídrico por supressão da rega e à posterior recuperação do estresse pelo retorno da rega. Plantas jovens de *C. quercifolius* foram submetidas a dois tratamentos: RC = rega constante e SR = supressão da rega. No RC foram realizadas regas até o final do experimento, no SR houve a imposição do estresse hídrico pela supressão da rega até 60 dias e posteriormente 45 dias retorno da rega. As variáveis avaliadas foram: Altura da planta, diâmetro basal do caule e emissão de folhas a cada 15 dias. Aos 60 e 105 dias foram avaliados: conteúdo relativo de água (CRA), potencial osmótico (Ψ_s) e teores de solutos compatíveis. Foi verificado que *C. quercifolius* em condições de déficit hídrico utilizou ajustamento osmótico, a rápida emissão de folhas e o acúmulo de biomassa nas raízes para enfrentar os efeitos gerados pelo estresse hídrico. Em 45 dias do retorno da rega foi capaz de promover a recuperação das plantas sujeitas a 60 dias de supressão da rega.

PALAVRAS-CHAVE: Faveleira; Estresse hídrico; Mecanismos de tolerância; Solutos compatíveis.

INTRODUÇÃO

Mudanças climáticas decorrentes do acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera, associadas às atividades antrópicas, tem tornado a Caatinga um dos biomas brasileiros mais vulneráveis, além de acelerar o processo de desertificação da região semiárida do Nordeste brasileiro (PAREYN, 2010; FELLER, 2016; MOURA, 2016). A região semiárida no Brasil é representada pelo clima tropical seco, onde a evaporação é mais elevada do que a precipitação. Nesse caso, chuvas sazonais ocorrem em baixa frequência e em curtos períodos e nem todos os anos chove na região. Essas características tornam do semiárido nordestino uma região com a




segurança alimentar fragilizada, uma vez que a escassez de água é fator altamente limitante para a produção vegetal. As atividades predominantes nessa região são a pecuária extensiva e a agricultura de subsistência. Seus recursos florestais são utilizados na construção civil, na alimentação humana e animal, com finalidades medicinais e econômicas (FRANCISCO, 2013; ZANELLA, 2014; ALMEIDA, 2019).

A vegetação da região semiárida é formada por espécies com alto grau de xerofitismo, a qual é altamente adaptada às suas condições ambientais (FRANCISCO, 2013; ALMEIDA, 2019). Dentre os mecanismos utilizados por plantas adaptadas às regiões semiáridas, características de crescimento como comprimento e diâmetro do caule e número de folhas estão envolvidas em estratégias de tolerância ao déficit hídrico (MAHMOOD et al., 2020). A dinâmica do crescimento do sistema radicular representa um diferencial para a sobrevivência durante longos períodos de supressão da rega, pois pode permitir melhor captação de água e suprimento da demanda energética para a manutenção do metabolismo (PEDROSO et al. 2014).

O ajustamento osmótico também é um mecanismo utilizado por plantas tolerantes ao estresse hídrico e ocorre através do acúmulo de solutos compatíveis com o metabolismo celular como os açúcares solúveis glicose, sacarose e frutose e outros compostos como prolina e glicina betaína. Na ocasião, o aumento do potencial osmótico da célula é elevado pelo acúmulo desses solutos, evitando a perda de água por osmose, promovendo assim, a homeostase osmótica (FERNÁNDEZ-MARÍN et al., 2020; MAHMOOD et al., 2020). Atrelado às estratégias de crescimento em plantas tolerantes à seca, pesquisas têm reportado o acúmulo de solutos orgânicos, para ajustamento osmótico de plantas da Caatinga (SANTOS-JÚNIOR et al., 2020).

Cnidoscolus quercifolius Pohl é uma planta arbórea da família Euphorbiaceae dotada de grande resistência à seca. É uma espécie decídua e por ser pioneira apresenta rápido crescimento. Ocorre exclusivamente na região semiárida do Nordeste brasileiro onde o solo em geral é seco e pedregoso onde a precipitação está abaixo de 600 mm anuais e predomina forte irradiação (LORENZI, 2002; MEDEIROS, 2013). Faveleira, como é conhecida na região semiárida nordestina, é indicada para ser utilizada como um dos recursos sustentáveis da Caatinga (PAREYN, 2010). Nesse contexto, *C. cnidoscolus*, destaca-se pela multiplicidade de usos, apresentando potencial etnomedicinal, energético, alimentício, forrageiro e medicinal (OLIVEIRA et al. 2011; FERRAZ et al. 2012; LUCENA et al., 2012; SOUZA, et al., 2012; MELO-BATISTA; OLIVEIRA, 2014).



A riqueza nutricional da faveleira é caracterizada por altos valores proteicos e minerais, principalmente nas sementes, ricas também em carboidratos e óleo comestível, cujas propriedades são comparadas às do azeite de oliva (CAVALCANTI; BORA, 2010; CAVALCANTI et al., 2011) o que pode fortalecer seu potencial econômico. Apesar do seu uso pelas populações da Caatinga, a espécie possui tricomas urticantes que limitam o manuseio das suas estruturas vegetais. Porém, poucos exemplares sem tricomas ocorrem na natureza e sua introdução como lavoura pode facilitar o aproveitamento dos potenciais da espécie (CANDEIA, et al., 2010; ALOUFA; MEDEIROS, 2016).

O conhecimento a respeito dos mecanismos adaptativos de plantas a condições climáticas da região semiárida nordestina auxilia no processo de produção vegetal de espécies com potenciais de interesse como na conservação de germoplasmas dessas espécies para sua utilização em programas de melhoramento. Além disso, plantas que apresentam características de tolerância a altos níveis de condições ambientais adversas podem ser indicadas como potenciais fontes de genes para o melhoramento de culturas agrícolas e florestais (PAREYN, 2010; SAPETA et al., 2013; ALMEIDA, 2019), como é o caso da faveleira.

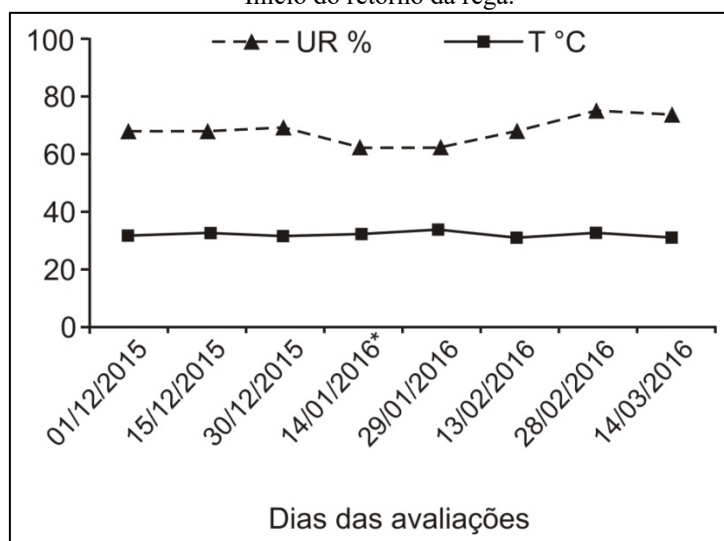
Diante do exposto acima, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o ajustamento osmótico através do acúmulo de solutos compatíveis durante o crescimento inicial de faveleira com e sem tricomas submetidas ao estresse hídrico por supressão da rega e à posterior recuperação do estresse pelo retorno da rega.

MATERIAL E MÉTODOS

Condições experimentais

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, no Recife, sob as coordenadas geográficas 08° 03' 14" S e 34° 52' 52" W. Durante o período da pesquisa, a média de temperatura foi de 32,2 °C, variando de 27,0 a 36,3 °C, a umidade relativa foi 68,9 %, variando de 55 a 86 % (Figura 1). A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) média no local foi de 757,0 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{seg}^{-1}$, com variações de 677,1 a 792,8 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{seg}^{-1}$.

Figura 1. Umidade relativa do ar (UR %) e temperatura (T °C) nos dias das avaliações de plantas jovens de *Cnidocolus quercifolius* Pohl submetidas ao estresse hídrico por supressão de rega e à posterior retorno da rega.
*Início do retorno da rega.



Fonte: Crédito das autoras.

Sementes de *C. quercifolius* coletadas na cidade de Patos, (PB) sob as coordenadas geográficas (7° 1' 32" S e 37° 16' 40" W) foram semeadas em bandejas plásticas contendo areia lavada. Aos quatro meses de cultivo, foi realizado o transplântio das mudas emergidas para recipientes plásticos preenchidos com 6,0 dm³ de um substrato composto por areia lavada, solo de barranco e substrato comercial Plantimax[®] na proporção de 1:1:1. Uma padronização da altura e do número de folhas dessas mudas foi considerada. As mudas foram regadas um dia com água e outro com solução aquosa dos fertilizantes Kristalon[®] laranja (0,37g.L-1) contendo 1,5% de N; 5,5% de P₂O₅; 19% de K₂O; 2% de MgO; 5,5% de S; 0,012% de B; 0,002% de Mo; 0,005% de Cu-EDTA; 0,012% de Zn-EDTA; 0,035% de Fe-EDTA e 0,02% de Mn-EDTA e Calcinit[®] (0,42 g.L-1) contendo 7,75% de N e 9,5% de Ca. O substrato foi mantido a aproximadamente 80 % da capacidade de pote.

As plantas foram submetidas a dois tratamentos caracterizados pelas condições hídricas: rega constante (RC) e supressão da rega (SR), onde as plantas sujeitas ao RC foram regadas até o final do experimento (105 dias) e nas do SR, foram considerados dois períodos, 60 dias de supressão da rega para a imposição do estresse hídrico e posteriormente, 45 dias de retorno da rega para promover a recuperação do estresse, totalizando 105 dias de tratamentos. Após cada período foram avaliados os parâmetros de crescimento, status hídrico e ajustamento osmótico.



Crescimento

Para as avaliações biométricas foi considerada a altura da planta e diâmetro basal do caule, os quais foram mensurados com o auxílio de trena graduada e paquímetro, respectivamente e a emissão de folhas que foi obtido através de contagem direta do número de folhas/planta. Essas variáveis foram avaliadas ao longo do período experimental, a cada 15 dias, até o 105º dia.


Para a obtenção da alocação de biomassa seca, partes aéreas e raízes das plantas foram separadas e submetidas à secagem em estufa de aeração forçada até a obtenção dos pesos constantes utilizando balança analítica. A partir dos valores de biomassa seca, foram calculadas as alocações de biomassa para a parte aérea (ABPA) e para as raízes (ABR) através das equações: $ABPA = \text{peso da biomassa da parte aérea} / \text{peso da biomassa total} \times 100$ e $ABR = \text{peso da biomassa das raízes} / \text{peso da biomassa total} \times 100$ de acordo com Benincasa (2003).

Status hídrico e ajustamento osmótico

Para avaliar o status hídrico, determinou-se o conteúdo relativo de água (CRA), o qual foi calculado de acordo com Barrs e Weatherley (1962) a partir da equação $CRA = (MF - MS) / (MT - MS) \times 100$, onde a massa fresca (MF) foi obtida pela pesagem de 10 discos foliares medindo 0,5 cm² cada. Em seguida os discos foram mantidos, por 24 horas, em placas de Petri contendo água destilada para posterior pesagem e obtenção da massa túrgida (MT). Esses discos foram submetidos à secagem em estufa a 60 °C por 72 h, depois pesados para obtenção da massa seca (MS).

Os parâmetros utilizados nas avaliações do ajustamento osmóticos foram potencial osmótico (Ψ_s) e acúmulo de solutos compatíveis. Para a estimação do (Ψ_s), folhas do terço médio da planta foram coletadas e maceradas para a obtenção da seiva, a qual foi centrifugada a 10.000 g por 10 minutos a 4 °C em centrífuga refrigerada. Do sobrenadante foram utilizados 10 μ L para a determinação da osmolalidade das amostras através de leituras em osmômetro de pressão de vapor Vapro 5520. Dos valores obtidos, expressos em osmolalidade (mmol kg⁻¹), foram calculados os potenciais osmóticos expressos em mega pascal (MPa), através da equação de Van't Hoff, pela fórmula: $\Psi_s = -RTC$ em que, Ψ_s = potencial osmótico (atm); R = constante geral dos gases perfeitos (8,32 J mol⁻¹K⁻¹); T = temperatura (°K); C = concentração (mol L⁻¹).

Para análise de solutos compatíveis, foram determinados os teores de carboidratos solúveis totais (YEMM; WILLIS, 1954) e sacarose (VAN HANDEL, 1968) pelos métodos da



antrona. A estimação do teor de glicina betaína foi realizada pela quantificação de complexos quaternários de amônio-periodeto de potássio de acordo com Grieve e Grattan (1983) com adaptações de Bezerra-Neto e Barreto (2011). O teor de prolina livre foi realizado seguindo o método do ácido sulfossalicílico descrito por Bates et al. (1973).

As unidades experimentais foram constituídas por uma planta por vaso e foram dispostas em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados de crescimento foram submetidos à análise da variância (ANOVA) em fatorial triplo 2 x 2 x 8, caracterizado por dois fenótipos (com e sem tricomas), dois regimes hídricos (RC = rega constante e SR = supressão da rega) e oito tempos (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias após o início dos tratamentos). Para a comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey a 5 % de probabilidade. O fator tempo foi analisado através de modelos de regressão com ajustes avaliados pelos coeficientes de determinação e os coeficientes de regressão pelo teste de t ($P < 0,05$).

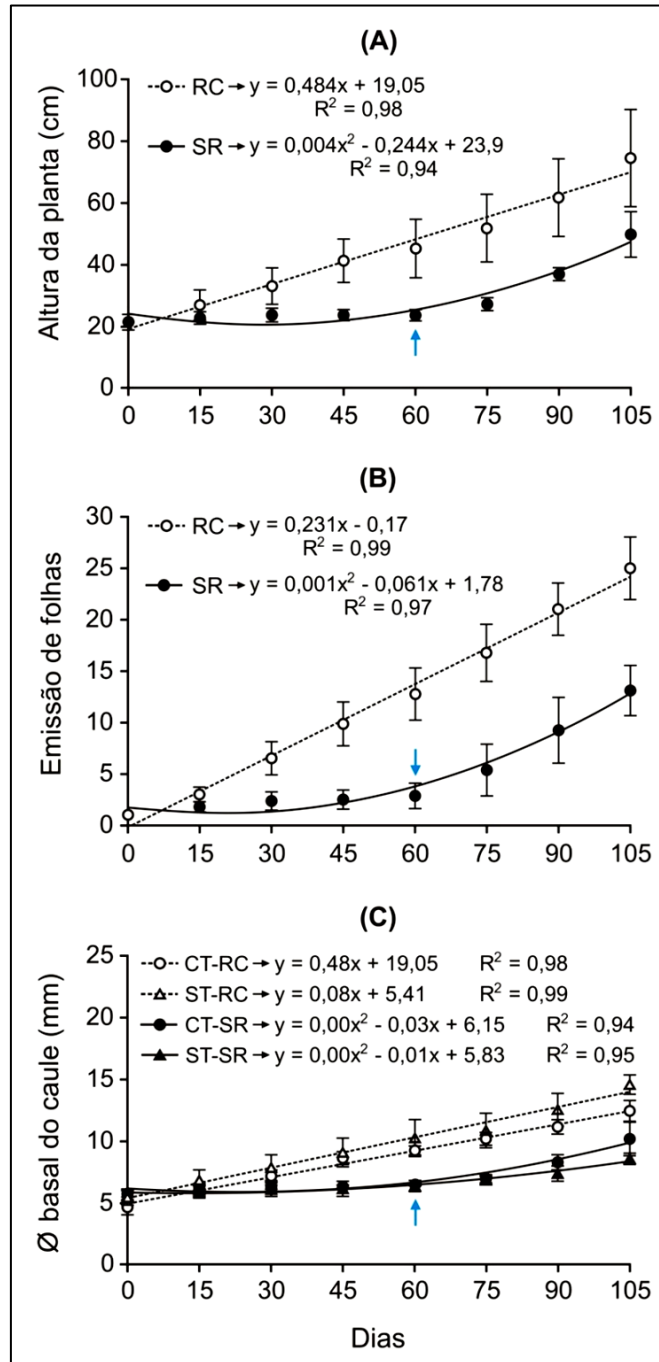
Os dados de alocação de biomassa, CRA, potencial osmótico e de solutos compatíveis foram submetidos à ANOVA e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. O experimental foi disposto em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2, caracterizado por dois fenótipos (com e sem tricomas) e dois regimes hídricos (RC = rega constante e SR = supressão da rega). Essas avaliações foram realizadas no final dos dois períodos, 60 dias (final do período de imposição do estresse hídrico) e 105 dias (45 dias após o retorno da rega). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento

Os parâmetros de crescimento foram afetados pelos diferentes regimes hídricos em função do tempo. Apenas no diâmetro basal do caule os fenótipos também influenciaram. A altura da planta, emissão de folhas e diâmetro basal do caule começaram a diferir significativamente entre os tratamentos RC e SR aos 30 dias de restrição da irrigação (Figura 2A, B e C).

Figura 2. Altura da planta (A), emissão de folhas (B) e diâmetro basal do caule (C) em função dos tempos de avaliação em plantas jovens de dois fenótipos (ST = sem tricomas e CT = com tricomas) de *Cnidocolus quercifolius* Pohl submetidas a dois regimes hídricos (RC = rega constante e SR = supressão da rega). A seta representa o término da supressão da rega e início do retorno da rega no tratamento SR.



Fonte: Crédito das autoras.

No tratamento RC as plantas cresceram linearmente ao longo do tempo até o fim das avaliações (105 dias). Já no SR, a altura da planta, a emissão de folhas e o diâmetro basal do caule permaneceram estáveis nessas condições durante todo o período de supressão da rega (0 a 60 dias). Essa estagnação no crescimento caracteriza o estresse hídrico sofrido por essas

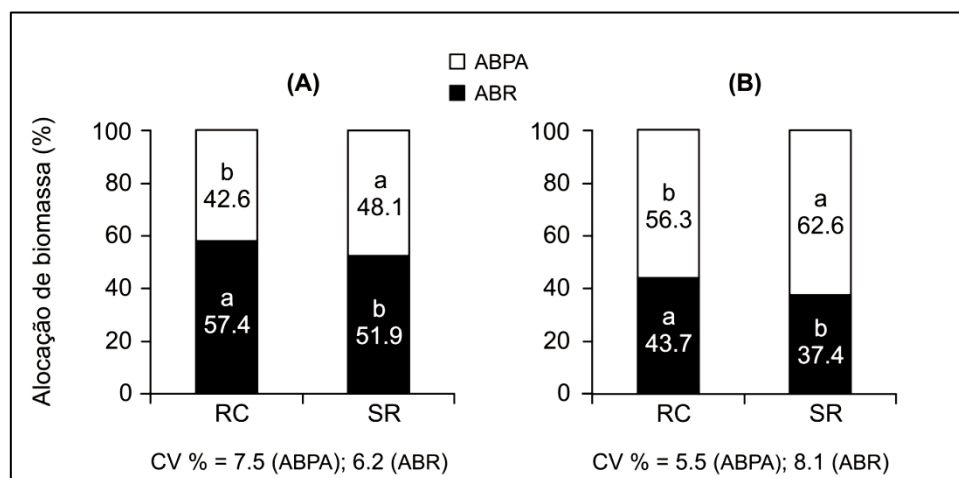


plantas. Posteriormente, houve o incremento nas médias de altura das plantas a partir dos 90 dias (aos 30 dias de retorno da rega). Na emissão de folhas, esse aumento ocorreu a partir do 75º dia (aos 15 dias de retorno da rega), apontando para maior sensibilidade desta variável na retomada do crescimento das plantas durante a recuperação do estresse hídrico (Figura 2A, B e C). O crescimento em plantas é diretamente afetado pelo acúmulo de biomassa. Como a folha representa o principal sítio da fotossíntese, o acréscimo na emissão de folhas resulta no aumento da fotossíntese e por consequência no acúmulo de biomassa, influenciando o crescimento das plantas (SIMOVA-STOILOVA et al., 2016; LAMERS et al., 2020).

A rápida emissão de folhas na recuperação da seca é evidenciada como uma característica de tolerância em faveleira. Ao avaliar a sobrevivência da espécie em períodos secos na Caatinga Medeiros (2013) observou rápida recuperação da emissão de folhas na faveleira após exposição a períodos de seca acompanhados de chuvas em baixos índices pluviométricos (< 200 mm) por curto período (menos de 60 dias). Na ocasião, o autor indicou a espécie como resistente as intempéries do semiárido. Aloufa e Medeiros (2016) também relataram que uma das características de tolerância à seca em faveleira é o início da emissão de novas folhas logo nos primeiros dias após a ocorrência das chuvas, enfatizando o envolvimento da emissão de folhas na recuperação da espécie após exposição à seca. Em *Jatropha curcas* uma planta também da família das Euphorbiaceae, as folhas também foram o órgão mais afetado pelo déficit hídrico aplicado (NASCIMENTO et al., 2020).

Os 60 dias de supressão da rega promoveram menores percentuais de alocação de biomassa para as raízes em comparação com as plantas do tratamento RC. Esse comportamento foi mantido aos 45 dias após o retorno da rega (105 dias após o início dos tratamentos) (Figura 3A e B).

Figura 3. Alocação de biomassa seca da parte aérea (ABPA) e das raízes (ABR) aos 60 dias (A) e aos 105 dias (B) de plantas jovens de *Cnidocolus quercifolius* Pohl submetidas a dois regimes hídricos (RC = rega constante e SR = supressão da rega). Letras iguais não diferem estatisticamente entre os regimes hídricos pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).



Fonte: Crédito das autoras.

Por outro lado, no período do estresse (60 dias de supressão da rega), as plantas do tratamento SR apresentaram maior investimento na alocação de biomassa para as raízes (51,9 %) e menor para a parte aérea (48,1 %). Já aos 105 dias, período que representa 45 dias de retorno da rega, foi observado maior investimento para a parte aérea (62,6 %) e não para as raízes (37,4 %) (Figura 3A e B).

Em plantas tolerantes à seca o crescimento das raízes pode ser direcionado para proporcionar melhor absorção de água nas camadas superficiais do solo (BASU et al., 2016; ROSALES et al., 2019). Segundo Aloufa e Medeiros (2016) as raízes de *C. quercifolius* alcançam pouca profundidade como estratégia para favorecer a captação dos pequenos volumes de água superficiais das primeiras chuvas, após períodos de seca na Caatinga. Neste sentido, os autores relatam que este comportamento impulsiona o rápido desenvolvimento de novas folhas na faveleira no início dos períodos chuvosos, como ocorrido na presente pesquisa no período de retorno da rega (Figura 3B). Essas observações corroboram com a presente pesquisa, uma vez que maiores emissão foliar e alocação de biomassa para a parte aérea promovidas pelo retorno da disponibilidade de água refletiram a capacidade das plantas de *C. quercifolius* de se recuperarem rapidamente do estresse hídrico (Figuras 2B, 3A e B). O maior investimento na biomassa seca da parte aérea no período de reidratação, provavelmente está atrelado à realocação das reservas de carboidratos não estruturais presentes nas raízes dessa espécie. O que pode justificar a redução na alocação de biomassa para as raízes nesse mesmo período.

Status hídrico e ajustamento osmótico

Efeito negativo do déficit hídrico no conteúdo relativo de água (CRA) foi evidenciado nas plantas expostas aos 60 dias de supressão de rega (Tabela 1).


Tabela 1. Médias de conteúdo relativo de água (CRA), potencial osmótico (Ψ_s) e teores de carboidratos solúveis totais (CST), sacarose (SAC), prolina livre (PRO) e glicina betaína (GB) em plantas jovens de *Cnidoscylus quercifolius* Pohl submetida a dois regimes hídricos (RC = rega constante e SR = supressão de rega) aos 60 dias (período de supressão de rega) e aos 105 dias (45 dias de retorno da rega)

Parâmetro	Período (dias)	RC	SR	CV (%)
CRA (%)	60	82,1 ± 5,05 a	71,4 ± 1,66 b	5,5
	105	79,2 ± 3,63 a	76,4 ± 1,60 a	3,4
Ψ_s (MPa)	60	-2,1 ± 0,20 a	-2,9 ± 0,20 b	8,3
	105	-2,3 ± 0,18 a	-2,5 ± 0,20 a	9,1
CST (mg g ⁻¹ MS)	60	74,8 ± 6,83 b	169,2 ± 36,87 a	25,7
	105	108,0 ± 14,51 a	117,6 ± 28,64 a	18,9
SAC (mg g ⁻¹ MS)	60	56,5 ± 2,18 b	88,9 ± 14,65 a	17,5
	105	66,4 ± 3,76 a	61,2 ± 6,76 a	10,0
PRO (μmol g ⁻¹ MF)	60	118,9 ± 20,91 b	381,7 ± 50,16 a	16,9
	105	196,1 ± 76,90 b	288,8 ± 32,58 a	25,4
GB (μmol g ⁻¹ MS)	60	16,5 ± 1,94 b	64,4 ± 9,39 a	18,9
	105	36,4 ± 7,77 a	31,8 ± 8,41 a	27,7

Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente pelo testes de Tukey ($P \leq 0,05$).

Fonte: Crédito das autoras

A disponibilidade de água é um dos fatores chave para a manutenção das atividades metabólicas e da turgescência celular, e assim como o CO₂ representa um componente primordial para o crescimento em plantas (FERNÁNDEZ-MARÍN et al., 2020; LAMERS et al., 2020). No presente estudo, os maiores valores de CRA, acompanhados do crescimento ascendente nas plantas regadas constantemente e do incremento nas médias de altura da planta, emissão de folhas e diâmetro basal do caule durante o período de retorno da rega indicam a influência positiva da hidratação na manutenção do crescimento dessas plantas (Figura 2 e Tabela 1). Fernández-Marín et al. (2020) enfatizam a importância do status hídrico para a retomada das funções metabólicas em plantas adaptadas ao deserto, o que aponta para a manutenção do status hídrico em plantas como estratégia de tolerância a seca. Arcoverde et al. (2011) também relataram a influência do maior CRA na manutenção do crescimento em plantas de *J. curcas* quando irrigadas em comparação com as não irrigadas.




Na presente pesquisa, as plantas do tratamento SR atingiram média de 71,4 % CRA como efeito de 60 dias de supressão da rega (Tabela 1). Segundo Pardo (2010) esse valor não é considerado crítico a ponto de causar morte foliar. Segundo Pirasteh-Anosheh et al. (2016) o teor de umidade do solo exerce maior influência no fechamento estomático do que o status hídrico das folhas. Assim, as plantas sujeitas ao estresse hídrico na presente pesquisa conseguiram superar o déficit hídrico provocado pela supressão da rega por 60 dias mantendo um bom status hídrico nas folhas.

Embora 50,0 % de CRA sejam considerados crítico por Pardo (2010), em plantas de *C. quercifolius* expostas a um mês de seca na Caatinga Ramos e Freire (2019) observaram 52,2 % de CRA, mas enfatizaram que a espécie por ser xerófito pôde atingir valores ainda mais baixos de CRA sem prejudicar os tecidos foliares. Isso pode explicar porque mesmo tendo sentido os efeitos da restrição hídrica e expressado nas respostas de crescimento nas condições do presente estudo, no tratamento SR, *C. quercifolius* apresentou um alto status hídrico ao alcançar 71,4 % de CRA aos 60 dias de supressão da rega (Tabela 1). Sapeta et al. (2013), consideraram o intervalo entre 70-80 % de CRA elevado em plantas de *J. curcas*. Os autores apontaram a influência destes valores na manutenção de altos níveis de hidratação nestas plantas, mesmo quando elas se encontravam sob estresse hídrico.

Aumento do CRA foi evidenciado nas plantas do SR aos 105 dias (após 45 dias de retorno da rega). Nessa ocasião, o efeito negativo do déficit hídrico no crescimento também foi eliminado pelo retorno da disponibilidade hídrica (Figura 2 e Tabela 1). Esses resultados demonstram a capacidade de *C. quercifolius* em recuperar-se após exposição prolongada ao estresse hídrico durante o crescimento inicial das plantas dos fenótipos com e sem tricomas. Resultados que corrobora com Souza et al. (2020) quando observaram também posterior recuperação de mudas de *Myracrodruon urundeuva* Allemão, uma espécie também adaptada às condições da Caatinga, quando passaram a ser reidratadas após déficit hídrico. Porém, esses autores consideraram o CRA um dos parâmetros mais afetados pelo estresse nas mudas de *M. urundeuva*, diferente do que ocorreu com *C. quercifolius* na presente pesquisa.

A suspensão da irrigação por 60 dias provocou redução no Ψ_s e incremento dos solutos compatíveis nas plantas do tratamento RC em comparação com o SR. Essas respostas evidenciam uma das principais estratégias utilizadas por *C. quercifolius* para amenizar os efeitos do déficit hídrico nas condições do presente experimento. Na mesma ocasião, o CRA nessas plantas foi de 71,4 % (Tabela 1). Percentual que de acordo com Sapeta et al. (2013) foi




considerado elevado em plantas *J. curcas* submetidas ao estresse hídrico. Em plantas tolerantes à seca, altos teores de água nas células durante o déficit hídrico levam à manutenção de suas funções metabólicas (PARDO, 2010). Assim, na presente pesquisa, o acúmulo de solutos compatíveis na plantas sujeitas ao estresse hídrico indica que o grau de desidratação nessas plantas não foi alto o suficiente para afetar a manutenção do metabolismo celular.

O ajustamento osmótico pode ser definido como a capacidade das células de utilizar o acúmulo de solutos para reduzir o potencial hídrico (Ψ) durante períodos de estresse osmótico. O fenômeno é utilizado como estratégia em plantas tolerantes submetidas a estresse hídrico. Nessas plantas a absorção de água ocorre quando o seu Ψ está menor que o da risosfera (FERNÁNDEZ-MARÍN et al., 2020; MAHMOOD et al., 2020).

O acúmulo de açúcares solúveis como glicose, sacarose e frutose agem na regulação do ajustamento osmótico, melhorando a tolerância de plantas a estresses osmóticos. A prolina, um dos principais metabólitos acumulados em resposta a estresses ambientais, além de atuar como osmólito, tem ação antioxidante, atuando na defesa contra o estresse oxidativo, estabilizando estruturas celulares e biomoléculas. A glicina betaína também exerce outras funções, além da osmorreguladora uma vez que atua na integridade de membranas e de enzimas (BIANCHI al., 2016; FERNÁNDEZ-MARÍN et al., 2020; MAHMOOD et al., 2020).

Na presente pesquisa, as respostas das plantas do tratamento SR indicaram a utilização do ajustamento osmótico como uma das estratégias de tolerância ao déficit hídrico, em busca do equilíbrio osmótico em condições de baixa disponibilidade hídrica. O ajustamento osmótico também foi sugerido por Oliveira et al. (2014) como estratégia utilizada pela *C. quercifolius* para amenizar os efeitos do déficit hídrico. Esses autores estudaram a espécie em períodos de seca na Caatinga, porém, não avaliaram o acúmulo de solutos compatíveis. Todavia, na presente investigação, foi observada a importância da contribuição desses solutos no ajustamento osmótico em plantas de *C. quercifolius* expostas ao déficit hídrico (Tabela 1). Yang et al. (2015) ao avaliar plantas de *J. curcas*, espécie considerada como tolerante à seca, também perceberam a contribuição dos solutos compatíveis no ajuste osmótico das plantas sujeitas ao déficit hídrico.

Aos 105 dias (final do período de retorno da rega), tanto o Ψ_s como o CRA no tratamento SR igualaram-se aos valores encontrados nas plantas do tratamento RC. Assim como, os teores de CST, sacarose e glicina betaína foram semelhantes após o período de reidratação. Por outro lado, os teores de prolina nos dois períodos avaliados (60 e 105 dias) foram maiores nas plantas que foram submetidas à supressão da rega (Tabela 1). Contudo, aos



105 dias, o incremento no crescimento das plantas do tratamento SR, sinalizou a recuperação das plantas de *C. quercifolius* à condição de supressão hídrica aplicada (Figura 2A, B e C). Essas respostas indicam a recuperação das plantas expostas a 60 dias de déficit hídrico.


Após o retorno da rega, apenas a prolina do tratamento SR não alcançou o valor médio do tratamento CR (Tabela 1). Essa resposta pode também está envolvida com outras funções inerentes ao aminoácido. Além da sua função primária como osmorreguladora, a prolina atua na estabilidade de estruturas proteicas e na eliminação de radicais livres (MAJUMDAR et al., 2016; FERNÁNDEZ-MARÍN et al., 2020; MAHMOOD et al., 2020). Neste sentido, o acúmulo de prolina pode trazer benefícios para plantas também em períodos de recuperação do estresse.

As plantas superiores podem ser classificadas de acordo com o acúmulo de glicina betaína. Kumar et al. (2020) mencionam que plantas conhecidas como acumuladoras naturais, contêm baixos níveis do composto em condições normais e maiores em condições de estresse. Esses autores consideram também que em algumas espécies a glicina betaína pode não ser detectada em condições normais nem estressantes.

A família Euphorbiaceae é apontada por Blunden et al. (2003) como não-acumuladora de betaína. Contudo, os autores observaram maior rendimento de glicina betaína em duas espécies de *Jatropha*, gênero que, assim como o de *C. quercifolius* (*Cnidoscolus*), pertence à subfamília *Crotonoideae*. Yang et al. (2015) observaram o acúmulo de glicina betaína em *J. curcas*, espécie também pertencente à subfamília *Crotonoideae* e família *Euphorbiaceae*. Assim como na presente pesquisa, estes autores também inferiram a efetividade do composto no ajuste osmótico em plantas submetidas ao déficit hídrico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições da presente pesquisa, *Cnidoscolus quercifolius* Pohl adota a regulação do status hídrico, ajustamento osmótico através do acúmulo de solutos compatíveis glicina betaína, prolina, carboidratos solúveis e sacarose, regulação do acúmulo de biomassa para raízes como estratégia de tolerância ao estresse hídrico, bem como a rápida emissão de novas folhas para impulsionar a recuperação do crescimento após exposição à condição de estresse hídrico. Essas características são importantes uma vez que podem ser aproveitadas em programas de melhoramento e independem da presença do caráter tricomas, o que é de suma importância para a introdução do fenótipo sem tricomas em lavouras xerófilas, proporcionando



assim, um melhor aproveitamento dos potenciais da espécie pelas populações da região semiárida do Nordeste brasileiro.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. V. B.; SOUZA, J. T. A.; BATISTA, M. C. Melhoramento genético de plantas forrageiras xerófilas: Revisão. *PUBVET*, v. 13, n. 8, a382, p. 1-11, 2019.

ALOUFA, M. A. I.; MEDEIROS, J. A. Valorização e preservação da faveleira (*C. quercifolius*) para o desenvolvimento sustentável do semiárido brasileiro. **Revista OKARA: Geografia em debate**, João Pessoa, v. 10, n. 3, p. 453-476, 2016.

ARCOVERDE, G. B.; RODRIGUES, B. M.; POMPELLI, M. F.; SANTOS, M. G. Water relations and some aspects of leaf metabolism of *Jatropha curcas* young plants under two water deficit levels and recovery. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 23, n. 2, p. 123-130, 2011.

BARRS, H. D.; P. E. WEATHERLEY. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. **Australian Journal of Biological Sciences**, v. 15, p. 413-428, 1962.

BASU, S.; RAMEGOWDA, V.; KUMAR, A.; PEREIRA, A. Plant adaptation to drought stress. **Crop, Soil, and Environmental Sciences**, v. 5, p. 1-10, 2016.

BATES, L.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, v. 39, p. 205-207, 1973.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BEZERRA-NETO, E.; BARRETO, L. P. **Análises químicas e bioquímicas em plantas**. Recife: Editora Universitária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011. 261p.


BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; SILVA, M. A. Adaptação das plantas ao déficit hídrico. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 4, p. 15-32, 2016.

BLUNDEN, G.; PATEL, A. V.; ROMERO, M. A.; CUERVO, A. C.; AI-AMOUDI, O. A.; MUTAWIE, H. H. Betaine distribution in the Euphorbiaceae. **Umm Al-Qura Journal for Science, Medicine, and Engineering**, v. 15, n. 1, p. 37-42, 2003.

CANDEIA, B. L.; BAKKE, O. A.; ARIEL, E. F.; BAKKE, I. A. Production of thornless *Cnidocolus phyllacanthus* progenies from open pollinated native trees. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo. v. 30, n. 62, p. 147-152, 2010.

CAVALCANTI, M. T.; BORA, P. S. Análise das proteínas e estudo reológico dos isolados protéicos das amêndoas da faveleira (*Cnidocolus Phyllacanthus* (Mart.) Pax et K. Hoffm.) com e sem espinhos. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 2, p. 243-251, 2010.

CAVALCANTI, M. T.; SILVEIRA, D. C.; FLORENTINO, E. R.; SILVA, F. L. H.; MARACAJÁ, P. B. Caracterização biométrica e físico-química das sementes e amêndoas da



faveleira (*Cnidosculus phyllacanthus* (Mart.) Pax. et K. Hoffm.) com e sem espinhos. **Revista Verde**, v. 6, n.1, p. 41-45, 2011.

FELLER, U. Drought stress and carbon assimilation in a warming climate: Reversible and irreversible impacts. **Journal of Plant Physiology** (2016). Disponível: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2016.04.002>>. Acesso em: 06 de setembro de 2016.

FERNÁNDEZ-MARÍN, B.; GULÍAS, J.; FIGUEROA, C. M.; IÑIGUEZ, C.; CLEMENTE-MORENO, M. J.; NUNES-NESE, A.; FERNIE, A. R.; CAVIERES, L. A.; BRAVO, L. A.; GARCÍA-PLAZAOLA, J. I.; GAGO, J. How do vascular plants perform photosynthesis in extreme environments? An integrative ecophysiological and biochemical story. *The Plant Journal*, v. 101, p. 979-1000, 2020.

FERRAZ, J. S. F.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, M. V. F.; MEUNIER, I. M. J. Usos de espécies leñosas de la *caatinga* del municipio de Floresta en Pernambuco, Brasil: conocimiento de los indios de la aldea *Travessão do Ouro*. **Bosque**, v. 33, n. 2, p. 183-190, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FRANCISCO, P. R. M. Os limites do semiárido brasileiro. In: PEREIRA, F. C.; SANTANA, M.; PEREIRA, D. D.; LIMA, A. V. O.; VERAS, R. P (Org.). **Manejo de plantas xerófilas do semiárido**. Campina Grande: EDUFPG, 2013. p.163-181.

GRIEVE, C. M.; GRATAN, S. R. Rapid assay for determination of water soluble quaternary ammonium compounds. **Plant and Soil**, v. 70, p. 303-307, 1983.

KUMAR, V.; KHARE, T.; SHAIKH, S.; WANI, S. H. Compatible solutes and abiotic stress tolerance in plants. In: RAMAKRISHNA, A.; GILL, S. S. (eds). **Metabolic adaptation in plants during abiotic stress**. Flórida: CRC Press, Taylor & Francis Group. 2018. p. 213-220. DOI: 10.1201/b22206-18. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/330965048>. Acesso em: 21 abr. 2020.


LAMERS, J.; VAN-DER-MEER, T.; TESTERINK, C. How plants sense and respond to stressful environments. **Plant Physiology**, v. 182, p. 1624–1635, 2020.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, v. 2. 2002. 368p.

LUCENA, R. F. P.; MEDEIROS, P. M.; ARAÚJO, E. L.; ALVES, A. G. C.; ALBUQUERQUE, U. P. The ecological apparency hypothesis and the importance of useful plants in rural communities from Northeastern Brazil: an assessment based on use value. **Journal of Environmental Management**, v. 96, p. 106-115, 2012.

MAHMOOD, T.; KHALID, S.; ABDULLAH, M.; AHMED, Z.; SHAH, M. K. N.; GHAFOR, A.; DU, X. Insights into drought stress signaling in plants and the molecular genetic basis of cotton drought tolerance. **Cells**, v. 9, n. 105, p. 1-30, 2020.

MEDEIROS, J. A. Introdução da favela (*Cnidosculus phyllacanthus*) em meio à *caatinga* no núcleo de desertificação Seridó, na seca de 2012. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v. 7, n. 2, p. 241-254, 2013.



MELO-BATISTA, A. A.; OLIVEIRA, C. R. M. Plantas utilizadas como medicinais em uma comunidade do semiárido baiano: saberes tradicionais e a conservação ambiental. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18; p. 74-88, 2014.

MOURA, D. M. S. Panorama geral sobre a expansão urbana e a influência nas mudanças climáticas: do âmbito mundial ao Nordeste brasileiro. In: ARAÚJO, A. R.; BELCHIOR, G. P. N.; VIEGAS, T. E. S. (Org.). **Os impactos das mudanças climáticas no Nordeste brasileiro**. Fortaleza: Edições Fundação Sintaf, 2016. p. 35-55.

NASCIMENTO; F. V. S.; MELO; Y. L.; ORTEGA-RODES, P.; MAIA, J. M.; MACÊDO, C. E. C. Crescimento de dois acessos de *Jatropha curcas* L. submetidos ao déficit hídrico simulado pelo polietilenoglicol 6000. In: Zuffo, A. M. (Org.). **As regiões semiáridas e suas especificidades 2**. Ponta Grossa: Atena, 2019. Disponível em: <<https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/03/e-book-As-regi%C3%B5es-semi%C3%A1ridas-e-suas-especificidades-2-1.pdf>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

OLIVEIRA, E. C. S.; FERNANDES, P. D.; COSTA-JÚNIOR, E. O. Categorias de uso para a espécie *Cnidoscolus quercifolius* Pohl (Euphorbiaceae) no Seridó Ocidental do Estado da Paraíba. **Revista de biologia e farmácia**, v. 5, n. 2, p. 32-36, 2011.

OLIVEIRA, E. C. S.; COSTA-JÚNIOR, E. O.; FERNANDES, P. D.; TRAJANO, E. V. A. Photochemical efficiency of photosystem II (PSII) and water potential of *Cnidoscolus quercifolius* Pohl in areas of Caatinga paraibana. **IHERINGIA**, Série Botânica, Porto Alegre, v. 69, n. 2, p. 479-487, 2014.

PARDO, J. M. Biotechnology of water and salinity stress tolerance. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 21, p. 185-196, 2010.


PAREYN, F. G. C. A importância da produção não-madeireira na Caatinga. In: GARIGLIO, M. A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; CESTARO, L. A.; KAGEYAMA, P. Y. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. 2ª ed. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 2010. cap. 1.1, p. 29-48.

PEDROSO, F. K. J. V.; PRUDENTEA, D. A.; BUENOA, A. C. R.; MACHADOA, E.C.; RIBEIRO, R. V. Drought tolerance in citrus trees is enhanced by rootstock-dependent changes in root growth and carbohydrate availability. **Botânica Ambiental e Experimental**, v. 101, p. 26-35, 2014.

PIRASTEH-ANOSHEH, H.; SAED-MOUCHESHI, A.; PAKNIYAT, H.; PESSARAKLI, M. Stomatal responses to drought stress. In: Ahmad, p. (E.d.) **Water Stress and Crop Plants: A Sustainable Approach**. 1 ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, Ltd., 2016. p. 24-40.

RAMOS, F. R.; FREIRE, A. L. O. Physiological responses of *Cnidoscolus quercifolius* Pohl in semi-arid conditions. *Advances in Forestry Science*. v. 6, n. 1, p. 493-499, 2019.

ROSALES, M. A.; MAUREL, C.; NACRY, P. Abscisic acid coordinates dose-dependent developmental and hydraulic responses of roots to water deficit. **Plant Physiolog**, v. 180, p. 2198-2211, 2019.



SANTOS-JÚNIOR; J. L.; OLIVEIRA, M. F. C.; SILVA, E. C. Acúmulo de solutos orgânicos em mudas de *Ceiba glaziovii* (Kutze) Kum. em resposta à seca intermitente. **Scientia Plena**, v. 16, p. 1-12, 2020.

SAPETA, H.; COSTA, J. M.; LOURENÇO, T.; MAROCO, J.; VAN-DER-LINDEE, P.; OLIVEIRA, M. M. Drought stress response in *Jatropha curcas*: growth and physiology. **Environmental and Experimental Botany**, v. 85, p. 76-84, 2013.

SIMOVA-STOILOVA, L.; VASSILEVA, V.; FELLER, U. Selection and breeding of suitable crop genotypes for drought and heat periods in a changing climate: which morphological and physiological properties should be considered? **Agriculture**, v. 6, n. 26, p. 1-19, 2016. DOI: 10.3390/agriculture6020026.

SOUZA, B.B; BATISTA, N. L.; OLIVEIRA, G. J. C. Utilização da faveleira (*Cnidocolus phyllacanthus*) como fonte de suplementação alimentar para caprinos e ovinos no semiárido brasileiro. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 3, p. 01-05, 2012.

SOUZA, L. M.; BARBOSA, M. R.; MORAIS, M. B.; PALHARES-NETO, L.; ULISSES, C.; CAMARA, T. R. Biochemical and morphophysiological strategies of *Myracrodruon urundeuva* plants under water deficit. **Biologia Plantarum**, v. 64, p. 20-31, 2020.

VAN-HANDEL, E. Direct microdetermination of sucrose. **Analytical Biochemistry**, v. 22, p. 280-283, 1968.

YANG, S. L.; CHEN, K.; WANG, S. S.; GONG, M. Osmoregulation as a key factor in drought hardening-induced drought tolerance in *Jatropha curcas*. **Biologia Plantarum**, v. 59, n. 3, p. 529-536, 2015.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plants by anthrone. **Biochemical Journal**, v. 57, p. 508-514, 1954.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. **Caderno Prudentino de Geografia**, n. 36, Volume Especial, p. 126-142, 2014.



CAPÍTULO 27

GESTÃO URBANA SUSTENTÁVEL COM USO DO CONCRETO PERMEÁVEL: ANÁLISE DE DESEMPENHO NA VARIAÇÃO DA ALTURA E DA RELAÇÃO ÁGUA/CIMENTO

Cleiton Marcos da Silva Alves, Graduado em Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Jaraguá

Roberto Gonçalves de Almeida Filho, Graduado em Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Jaraguá

Rafael Gonçalves Fagundes Pereira, Docente e Pesquisador do curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Jaraguá

Milton Gonçalves da Silva Júnior, Docente e Pesquisador do curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Jaraguá

Jéssica Navara Dias, Docente e Pesquisador do curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Jaraguá

Aurélio Caetano Feliciano, Docente e Pesquisador do curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Jaraguá


RESUMO

O crescimento dos centros urbanos aumenta significativamente a quantidade de superfícies impermeáveis, dificultando-se assim a infiltração da água das chuvas no solo e prejudicando os sistemas de drenagem urbana, observa-se o estudo e implantação de novas tecnologias que permitam a infiltração da água no solo. Assim busca-se o estudo de um pavimento que permita o escoamento de água e a resistência adequada. Foram realizados experimentos de resistência à compressão e permeabilidade do concreto permeável, utilizando-se 24 placas em paver de concreto, moldados *in loco*, sendo 12 placas de dimensões 20 cm x 10 cm x 8 cm e 12 placas com 20 cm x 10 cm x 6 cm, houve variabilidade significativa nos resultados devido à alteração da relação água/cimento. Em relação a permeabilidade foram utilizadas duas placas, com dimensões: de 54 cm x 31 cm x 6 cm e 54 cm x 31 cm x 8 cm, e assim verificada a quantidade de água escoada pelo paver, conforme as especificações da norma NBR 16416/2015, montou-se o sistema permeável com auxílio de um reservatório de 20 litros. O concreto permeável atendeu as especificações das normas de resistência e permeabilidade permitindo assim seu uso em praças e parques.

Palavras-chave: Concreto poroso, sustentabilidade, permeabilidade, meio ambiente, urbanismo.

INTRODUÇÃO

A impermeabilização do solo urbano é um dos maiores problemas ambientais da atualidade, prejudicando a absorção da água pelo solo e sobrecarregando o sistema de drenagem, a água da chuva não consegue penetrar no solo, impedindo o reabastecimento natural das águas subterrâneas e aumentando a ocorrência de inundações, Tucci (2000, p.63). Logo




entende-se a importância da procura por materiais que sejam ferramentas sustentáveis na infraestrutura urbana e eficientes, como o uso de concretos permeáveis em ambientes urbanos.

Cita-se como uma ferramenta que permite a percolação da água no solo o concreto permeável, possuindo um alto índice de vazios, ligados por meio de aglomerante, agregado graúdo e água tratada com pouco ou nenhum agregado miúdo (FERGUSON, 2005), observa-se conforme Ospina e Erazo (2007) que a quantidade de cada matéria prima depende do uso específico e das características referentes a resistência e permeabilidade necessários. Diferencia-se dos outros concretos devido a sua porosidade, alta taxa de infiltração da água, peso e a sua resistência é um fator secundário, assim entende-se conforme Batezini (2013), que o mesmo não é recomendado para vias com alto fluxo de veículos, com aplicabilidade melhor em vias de fluxo leve.

O custo de obras de infraestrutura urbana é alto, a gestão urbana por meio do uso de ferramentas de infraestrutura sustentáveis busca soluções com boa qualidade e custo/benefício adequados, assim conforme Azañedo, Helard e Muñoz (2007), o uso do concreto permeável possui boa relação custo x benefício sendo fator positivo no uso desse material, considerando-se o custo com manutenção baixo ou quase zero. Na gestão da drenagem urbana, com foco ao combate às enchentes, tem-se observado uma tendência em descentralizar as redes de drenagem, privilegiando o retardo na fonte e visando, assim, reduzir a necessidade de grandes obras de canais e reservatórios de detenção, como ferramenta o uso dos pavimentos permeáveis tem-se uma inovação o espaço útil do terreno e ao mesmo tempo, reduzir as enxurradas. (MARCHIONI, 2012, p. 29)

Entende-se que devido sua alta permeabilidade e resistência aplicada para fluxos leves nota-se que seu uso deve ser em: em jardins, passeios e terraços para facilitar a drenagem, pode ser instalado em paredes e outras superfícies e áreas onde a água pode fluir através do concreto, existem parques, praças, estruturas hidráulicas, estufas e muros de arrimo. (AZAÑEDO, HELARD e MUÑOZ, 2007). O uso do pavimento poroso deve ser estudado com base no planejamento urbano considerando uma infraestrutura sustentável e a proteção do meio ambiente, logo para melhor aplica-lo deve-se analisar além da espessura correta, o volume de tráfego, tipo de carregamento, a permeabilidade, a resistência a compressão, a análise topográfica e pluviométrica. Virgiliis (2009, p. 02)

Em relação a resistência mecânicas do bloco poroso nota-se que o índice de vazios deve variar de 15% a 35%, assumindo, no estado endurecido, um comportamento mecânico de




resistência à compressão simples entre 2,8 e 28 MPa em 28 dias, assim pode atingir uma resistência à compressão média de 20 MPa, onde essa resistência está associada ao projeto estrutural e a técnicas de construção exclusivas, incluindo o uso de aditivos químicos (MEHTA e MONTEIRO, 2014). Segundo Kim e Lee (2010) a resistência a compressão em diferentes tipos de agregados e graduações afeta a resistência do concreto permeável independente da graduação do mesmo, relaciona-se pela diferença na resistência a compressão, na forma das partículas e na textura do próprio agregado; partículas variando entre 9,5mm e 4,75mm produz um aumento na resistência a compressão e diminuição da permeabilidade do concreto permeável, e o agregado bem graduado causaria diminuição das resistências a compressão simples e tração na flexão do concreto permeável (BATEZINI, 2013). A permeabilidade é definida como a propriedade que um solo ou amostra apresenta de permitir o escoamento da água através dele, seu valor é expresso numericamente pelo coeficiente de permeabilidade, que identifica passagem de água através do material, podendo ser por filtração sob pressão, por difusão através dos condutos capilares e por capilares (TARTUCE e GIOVANETTI, 1990).

Com base nos critérios mecânicos : permeabilidade e resistência a compressão pode-se citar como vantagens do uso do concreto poroso conforme *American Concrete Institute* (ACI 522, 2010) : Redução significativa no fluxo e no volume de superfícies pavimentadas; Uso em áreas urbanizadas; A redução e melhorias do sistema de drenagem; Melhoria da qualidade do solo e da água subterrânea; assim seu uso justifica-se por buscar novos meios que possam melhorar as estruturas das cidades, tomando-se como base as relações de urbanismo e infraestrutura sem interferências na natureza. Este estudo teve como objetivos analisar o desempenho do concreto permeável na alteração da relação água/cimento; estudar o uso do concreto permeável para pavimentação de calçada e estacionamento; definir um traço referência, a partir de pesquisas e literatura, para assim estudar os resultados em relação a modificação da relação água/cimento e verificar as propriedades mecânicas de resistência à compressão e permeabilidade do concreto permeável na dosagem referência.

MATERIAIS E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Realizou-se o trabalho embasado em livros e publicações, normas com o objetivo de alcançar conhecimento sobre as suas características que diferem do concreto convencional, conceitos e ensaios de propriedades mecânicas e permeabilidade obtidos com o concreto permeável. A norma NBR 16416/2015 (pavimentos permeáveis de concreto – requisitos e



procedimentos) apresenta as condições necessárias para a realização dos ensaios de propriedades mecânicas e permeabilidade onde serão analisados os parâmetros para obter resultados mais eficientes para conforme o uso do elemento permeável. Os estudos das propriedades mecânicas e permeabilidade do concreto permeável foram feitos através dos ensaios de resistência à compressão e de permeabilidade.

Apesar da resistência à compressão do concreto não ser fator limitante para caracterização do material para fins de uso, os ensaios de resistência à compressão serão realizados para se conhecer essa propriedade do concreto permeável. Como não há um método de dosagem padrão, a relação água/cimento é usada como base para determinar o traço e a consistência da maioria dos trabalhos anteriores, indicando que as maiores resistências são obtidas das composições 1:4 e 1:3 (cimento: agregado) segundo (BATEZINI, 2013). Sendo assim, escolhido o traço de 1:4, iremos propor os dois extremos da relação água/cimento 0,27 e 0,34 e comparar com os resultados de resistência à compressão para assim compreender como a quantidade de água afeta na resistência do concreto permeável.

O desempenho do teste de permeabilidade é extremamente importante, pois um pavimento com menos água na superfície reduz as chances de veículos de aquaplanarem, fenômeno causado pela falta de atrito entre o pneu e o pavimento causado pela presença de água, garantindo assim maior segurança para os usuários do veículo. Além disso, este teste determina o fator mais importante do pavimento permeável de concreto, que é o fluxo no qual ele pode se infiltrar.

Em seguida, os resultados obtidos tanto pelo teste de resistência à compressão quanto pelo de permeabilidade serão analisados. Através dos resultados dos ensaios será possível verificar se os mesmos estão de acordo com as normas: NBR 16416/2015 (pavimentos permeáveis de concreto – requisitos e procedimentos) e a NBR 9781/2013 (peças de concreto para pavimentação – especificação e métodos para ensaio).

CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS

Para este trabalho, a fim de analisar e comparar os corpos de provas de concreto permeável com diferentes formulações de relação água/cimento foram feitos ensaios de resistência mecânica à compressão e permeabilidade. Apresentam-se em seguida as fórmulas e o processo de execução dos corpos de provas e cada ensaio realizado. Conforme apresentado na abaixo nas figuras, os materiais e equipamentos utilizados para a formulação dos corpos de provas foram os seguintes:

- Cimento Portland CP II-F 40.
- Brita 1, disposta em baias na Faculdade Evangélica de Jaraguá.
- Betoneira, disposta no laboratório da Faculdade Evangélica de Jaraguá.
- Peneira de 9,50 mm, disposta no laboratório da Faculdade Evangélica de Jaraguá.
- Fôrmas de madeira compensada.

Figura 2a. Cimento



Figura 3b. Brita



Figura 4c. Betoneira



Fonte: Autor (2019).

Figura 5d. Peneira



Figura 6e. Fôrmas



Fonte: Autor (2019).

Materiais- Aglomerante, Agregado e Fôrmas.

O aglomerante utilizado foi o Cimento Portland CP II-F 40, conforme a Figura 1a, cimento composto com Fíler 40MPa, produzido pela Votorantim. Pela utilização deste aglomerante, os resultados significativos serão logo aos 7 dias pelo seu ganho de resistência ser alto, para a mistura dos materiais utilizou a betoneira apresentada na Figura 1c.

O agregado graúdo utilizado foi a pedra britada classificada como brita 1, conforme a Figura 1b, adquirida junto a Faculdade Evangélica de Jaraguá, localizada na cidade de Jaraguá/GO. A brita 1 utilizada tem graduação uniforme, predominando a granulometria entre 9,50 mm e 4,75 mm. A peneira utilizada foi a que possui granulometria de 9,50 mm, conforme a Figura 1, sendo a necessária para a classificação da brita 1, .

Foram fabricadas e utilizadas vinte e quatro (24) fôrmas de madeira compensada, conforme a Figura 1e, para a fabricação dos corpos de provas com medidas de 20 cm x 10 cm x 8 cm e 20 cm x 10 cm x 6 cm. Foi utilizado um desmoldante em todas as fôrmas afim de

facilitar a retirada dos corpos de prova e também de prolongar a vida útil das fôrmas e o reaproveitamento das mesmas.

Ensaio de Resistência a Compressão

Moldagem dos corpos de prova

O traço de 1:4 tem como base, o traço abordado por Batezini (2013). Segundo o autor, gera um maior ganho de resistência mecânica à compressão para o concreto permeável produzido. Os dois extremos da relação água/cimento 0,27 e 0,34 foram utilizados nos corpos de prova de 6 centímetros e 8 centímetros de espessura respectivamente.

Corpo de prova (20 cm x 10 cm x 6 cm)

Para a realização dos ensaios de resistência mecânica à compressão foram moldados 12 (doze) corpos de prova com 6 (seis) centímetros de espessura, conforme apresentado na Figura 2; a relação água/cimento desses corpos de prova foi de 0,27, ou seja, terá uma maior resistência por possuir uma menor quantidade de água. Para a fabricação desses corpos de prova foram utilizados 6 kg de cimento, 24 kg de brita e 1,62 kg de água.

Figura 2. Corpos de provas (6cm)



Fonte: Autor (2019).

Corpo de prova (20 cm x 10 cm x 8 cm)

Para a realização dos ensaios de resistência mecânica à compressão também foram moldados 12 (doze) corpos de prova com 8 (oito) centímetros de espessura, apresentado conforme a Figura 3; a relação água/cimento desses corpos de prova foi de 0,34, isto é, terá uma menor resistência devido a uma maior quantidade de água no concreto. Para a fabricação desses corpos de prova foram utilizados 8 kg de cimento, 32 kg de brita e 2,72 kg de água.

Figura 3. Corpos de provas (8cm)



Fonte: Autor (2019).

Ensaio de Permeabilidade

Realizou-se o ensaio conforme determinação do coeficiente de permeabilidade de pavimento permeável, da NBR 16416/2015 (pavimentos permeáveis de concreto – requisitos e procedimentos, foi realizado no laboratório da Faculdade Evangélica de Jaraguá, localizada na cidade de Jaraguá/GO. Para realizar o ensaio, foi necessária uma massa de silicone, um cilindro para cada peça de concreto permeável com 20 mm de diâmetro externo, um recipiente com volume mínimo de 20 litros, que permita a queda controlada do volume de água. Os materiais e equipamentos usados para o ensaio foram:

- Corpo de prova com medidas 54 cm x 31 cm x 6 cm.
- Corpo de prova com medidas 54 cm x 31 cm x 8 cm.
- Reservatório de 20 litros com medidas 54 cm x 31 cm x 26 cm.
- Cilindro com 19,20 cm de diâmetro interno e 20 cm de altura.

Figura 4a. Concreto 6 cm



Figura 4b. Concreto 8 cm



Figura 4c. Reservatório 20 litros



Fonte: Autor (2019).

Para que o ensaio de permeabilidade fosse realizado foram moldados 2 (dois) corpos de provas. O primeiro corpo de prova com medidas de 54 cm x 31 cm x 6 cm tem uma relação água/cimento de 0,27, ou seja, terá uma menor percolação de água, diminuindo assim o seu índice de vazios. Para a fabricação desse corpo de prova foram utilizados 4 kg de cimento, 16 kg de brita e 1,08 kg de água. O segundo corpo de prova com medidas de 54 cm x 31 cm x 8

cm tem uma relação água/cimento de 0,34, ou seja, terá uma maior percolação de água, aumentando assim o seu índice de vazios. Para a fabricação desse corpo de prova foram utilizados 5 kg de cimento, 20 kg de brita e 1,70 kg de água.

Figura 5. Corpos de provas



Fonte: Autor (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O concreto permeável sem aditivo apresenta uma resistência mecânica à compressão de 7 a 14 MPa para concretos com agregados miúdos (AZAÑEDO, HELARD e MUÑOZ, 2007) e sem agregados miúdos de 12 a 19 MPa (MEHTA e MONTEIRO, 2014). Neste estudo obteve-se a média da resistência mecânica à compressão de 7,32 MPa para o concreto permeável com espessura de 6 (seis) centímetros e de 6,92 MPa para o concreto permeável com espessura de 8 (oito) centímetros. Os valores representam resistências mecânicas à compressão aceitáveis para o uso na pavimentação tanto de calçadas e estacionamentos considerando que o concreto não possui nenhum tipo de adição química ou mineral. Vale ressaltar que as adições podem aumentar os valores de resistência mecânica à compressão de 14 MPa para 20 MPa (AZAÑEDO, HELARD e MUÑOZ, 2007), em casos com adições de tiras de polietileno, e de 19 MPa para 46 MPa em casos com adições de areia, sílica e superplastificante (MEHTA e MONTEIRO, 2014).

Figura 6. Corpos de provas



Fonte: Autor (2019).

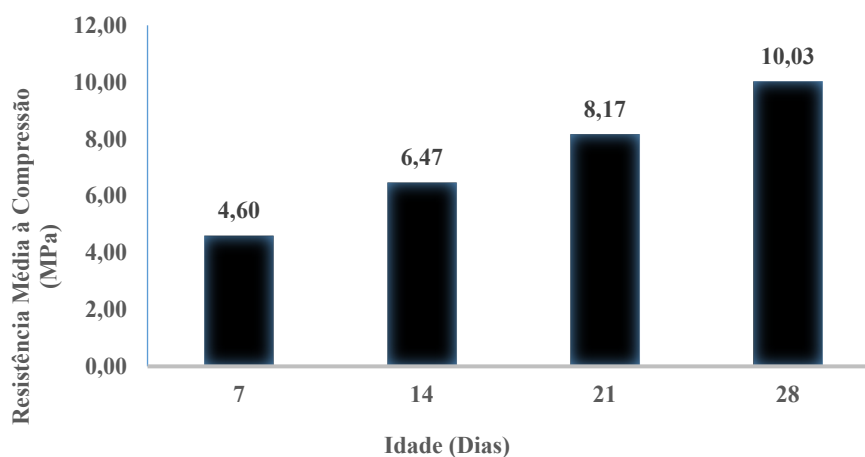
A tabela 1 abaixo apresenta os valores obtidos dos corpos de provas de 6 (seis) centímetros de espessura no ensaio de resistência mecânica à compressão, onde os mesmos possuem uma relação água/cimento de 0,27. O gráfico 1 tem-se a evolução dos resultados de resistência mecânica à compressão ao passar dos dias de idade do concreto permeável.

Tabela2. Resultados obtidos de resistência a compressão com corpos de prova de 6 cm

Resistência a Compressão - CP 6 cm		
Idade (Dias)	Tensão de ruptura (Mpa)	Carga de ruptura (Kgf)
7	3,5	7140
7	4,6	9350
7	5,7	11720
14	6,1	12350
14	6,5	13230
14	6,8	13870
21	7,8	15810
21	8	16220
21	8,7	17790
28	8,9	18050
28	10,2	20710
28	11	22360

Fonte: Autor (2019).

Gráfico 1. Evolução da Resistência Média à Compressão



Fonte: Autor (2019).

Os resultados de resistência mecânica à compressão obtidos no gráfico acima foram crescentes conforme a idade do concreto permeável com 6 (seis) centímetros de espessura, chegando a uma tensão de ruptura média com o valor de 10,03Mpa no vigésimo oitavo dia.

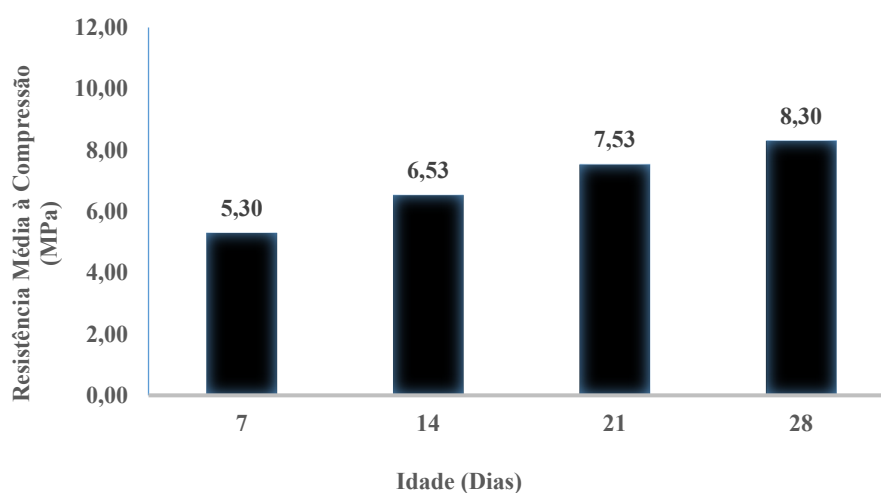
A seguir a tabela 2 exibe os valores obtidos dos corpos de provas de 8 (oito) centímetros de espessura no ensaio de resistência mecânica à compressão, onde os mesmos possuem uma relação água/cimento de 0,34. No gráfico 2 pode-se notar também a evolução da resistência mecânica à compressão, porém, com valores menores devido a uma maior quantidade de água no corpo de prova.

Tabela3.Resultados obtidos de Resistência a Compressão com corpos de prova de 8 cm
Resistência a Compressão - CP 8 cm

Idade (Dias)	Tensão de ruptura (MPa)	Carga de ruptura (Kgf)
7	4,4	9060
7	5,6	11380
7	5,9	11990
14	6	12300
14	6,3	12830
14	7,3	14820
21	7,4	15130
21	7,6	15450
21	7,6	15470
28	7,6	15530
28	8,4	17230
28	8,9	18210


Fonte: Autor (2019).

Gráfico 2.Evolução da Resistência Média à Compressão



Fonte: Autor (2019).

Como pode-se notar nos gráficos acima os corpos de prova com 8 (oito) centímetros de espessura tiveram um ganho maior em resistência mecânica à compressão em relação aos corpos de provas de 6 (seis) centímetros nas primeiras semanas de idade, logo nos primeiros 7 dias de idade o corpo de prova com 8 (oito) centímetros de espessura teve um ganho de resistência mecânica à compressão de 15,21% em relação ao corpo de prova de 6 (seis)



centímetros de espessura. O mesmo ocorreu aos 14 dias de idade, porém com um acréscimo de 0,92%.

Após as primeiras semanas, a resistência mecânica à compressão nos corpos de prova de 6 (seis) centímetros de espessura teve um aumento em relação aos corpos de provas de 8 (oito) centímetros, com 21 dias de idade o corpo de prova de 6 (seis) centímetros teve um acréscimo na resistência mecânica à compressão de 7,83% em relação ao corpo de prova de 8 (oito) centímetros. Ao chegar no vigésimo oitavo dia de idade, o corpo de prova com 6 (seis) centímetros chegou alcançar 10,03 Mpa com um aumento de 17,24% em relação ao corpo de prova de 8 (oito) centímetros.

Os resultados de resistência mecânica à compressão obtidos no gráfico acima foram crescentes conforme a idade do concreto permeável com 8 (oito) centímetros de espessura, chegando a uma tensão de ruptura média com o valor de 8,30Mpa no vigésimo oitavo dia. Os resultados obtidos nos ensaios de resistência mecânica à compressão pelos corpos de provas com 6 (seis) centímetros de espessura foram superiores aos corpos de provas com 8 (oito) centímetros de espessura, essa diferença ocorre devido a alteração da relação água/cimento .

A relação água/cimento influenciou diretamente nos resultados obtidos nos ensaios, quanto maior a quantidade de água menor será a resistência do concreto. A relação água/cimento de 0,27 em conjunto com uma maior quantidade de cimento, apresentou os melhores resultados de resistência mecânica à compressão. Uma relação que pode ser verificada: quando diminuiu o índice de vazios, aumentou a resistência do concreto, assim nota-se quanto maior a quantidade de cimento mais resistente o concreto permeável fica.

Para a realização do ensaio de permeabilidade conforme normatizado no Anexo A - Determinação do coeficiente de permeabilidade de pavimento permeável, da NBR 16416/2015 (pavimentos permeáveis de concreto – requisitos e procedimentos) primeiro deve-se determinar a pré-molhagem, utilizando 3,6 kg de água, cronometrando o tempo que a mesma irá infiltrar no concreto permeável. Quando o tempo de pré-molhagem é menor que 30 segundos, é necessário utilizar 18 kg de água. Já quando o tempo de infiltração na pré-molhagem é maior que 30 segundos, é recomendado usar 3,60 kg de água.



Figura 7. Permeabilidade



Fonte: Autor (2019).

Ao realizar a pré-molhagem no corpo de prova com 6 (seis) centímetros de espessura, o tempo encontrado foi de 15 segundos e assim foi necessário utilizar 18 kg de água para realizar o ensaio de permeabilidade. Para calcular o coeficiente de permeabilidade a norma oferece a seguinte equação:

$$k = \frac{c \times m}{D^2 \times T}$$

$$k = \frac{4583666000 \times 18}{192^2 \times 35}$$

$$k = 63,94 \text{ m/s}$$

Onde:

K = coeficiente de permeabilidade expresso em milímetros por hora (mm/h)

M = a massa de água infiltrada expressa em quilogramas (kg)

D = diâmetro interno do cilindro de infiltração expresso em milímetros (mm)

T = é o tempo necessário para toda água percolar expresso em segundos (s)

C = fator de conversão de unidades do sistema SI, com valor igual 4583666000

A massa de água que infiltra no concreto permeável é de 18 kg, o diâmetro interno do cilindro é igual a 192 mm, o tempo necessário para a água percolar são 35 segundos. Sendo assim, determinou-se o coeficiente de permeabilidade.

Figura 8. Concreto permeável (6 cm)



Fonte: Autor (2019).

Ao realizar o mesmo procedimento de pré-molhagem no corpo de prova com 8 (oito) centímetros de espessura, o tempo encontrado foi de 15 segundos e assim foi necessário utilizar os mesmos 18 kg de água para realizar o ensaio de permeabilidade.

$$k = \frac{c \times m}{D^2 \times T}$$

$$k = \frac{4583666000 \times 18}{192^2 \times 22}$$

$$k = 101,73 \text{ m/s}$$

A massa de água que infiltra no concreto permeável é de 18 kg, o diâmetro interno do cilindro é igual a 192 mm, o tempo necessário para a água percolar são 22 segundos. Sendo assim, determinou-se o coeficiente de permeabilidade.

Figura 9. Concreto permeável (8 cm)



Fonte: Autor (2019).

Os resultados do coeficiente de permeabilidade obtidos no ensaio pelos corpos de provas de 6 (seis) centímetros e 8 (oito) centímetros atenderam os requisitos mínimos estipulados pela NBR 16416/2015 (pavimentos permeáveis de concreto – requisitos e procedimentos).

Esta Norma exige que o coeficiente de permeabilidade do concreto permeável encontrado pelo método de ensaio de permeabilidade do anexo A e realizado em laboratório seja maior que 10^{-3} m/s. A figura abaixo resume as considerações previstas pela Norma para a determinação do coeficiente de permeabilidade em campo e em laboratório.

Tabela 4. Determinação do coeficiente de permeabilidade

Tabela 7 – Determinação do coeficiente de permeabilidade

Tipo de revestimento	Método de Ensaio		Coeficiente de permeabilidade do pavimento recém construído m/s
	Local de avaliação		
	Em laboratório	Em campo	
Peça de concreto (juntas alargadas ou áreas vazadas)	Anexo A	Anexo A	> 10^{-3}
Peça de concreto permeável	ABNT NBR 13292 ou Anexo A		
Placa de concreto permeável			
Concreto permeável moldado no local			

Fonte: NBR 16416/2015 – Pavimentos permeáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entende-se a importância de utilizar-se o concreto permeável em ambientes urbanos para a redução de áreas de inundação e melhoria da permeabilidade local, logo analisa-se diante dos resultados obtidos com os ensaios de resistência mecânica à compressão realizados com os corpos de provas de 6 (seis) e 8 (oito) centímetros com a relação água/cimento de 0,27 e 0,34 respectivamente, verificou-se que ambos os corpos de provas podem compor a estrutura de um pavimento permeável, dando ênfase para o corpo de prova de 6 (seis) centímetros de espessura. Desta forma para a execução deste método construtivo é necessário regularizar o terreno, prevendo as espessuras de cada camada.

Os valores obtidos das resistências mecânicas à compressão são aceitáveis para o uso na pavimentação tanto de calçadas e estacionamentos considerando que o concreto não possui nenhum tipo de adição química ou mineral. Observando-se os resultados obtidos nos ensaios, conclui-se que o concreto permeável mostrou resultados de tensão e carga de ruptura extremamente eficientes e que é uma importante ferramenta na gestão de infraestrutura sustentável, de forma a melhorar a qualidade de vida da população evitando possíveis desastres hídricos e é uma alternativa de construção sustentável que vêm para auxiliar a combater crise hídrica que vem afetando nosso país.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16416**. Pavimentos permeáveis de concreto – requisitos e procedimentos.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9781**. Peças de concreto para pavimentação – especificação e métodos para ensaio.

ACI COMMITTEE 522. **522R-10 Report on Pervious**. P.38, 2010.

ALVES, F. A.; COSTA, A. R. **Técnicas compensatórias no controle de cheias urbanas**. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2007.

AZAÑEDO, W. H. M.; HELARD, C. H.; MUÑOZ, R. G. V. **Diseño de mezcla de concreto poroso con agregados de la cantera La Victoria, cemento pórtland tipo i con adición de tiras de plástico, y su aplicación en pavimentos rígidos, en la Ciudad de Cajamarca**. Cajamarca. 2007.

BATEZINI, R. **Estudo preliminar de concretos permeáveis como revestimento de pavimentos para áreas de veículos leves**. São Paulo: [s.n.], 2013.

ESTEVES, R. L. **Quantificação das superfícies impermeáveis em áreas urbanas por meio de sensoriamento remoto**. Universidade de Brasília. Brasília, 2006.

FERGUSON, B. K. **Stormwater infiltration**. Boca Raton: Lewis, 1994.

FERGUSON, B. K. **Porous pavements**. Boca Raton: CRC Pres, 2005.

FONTANEDA, L. A. S.; BEECHAM, S.; HERNANDEZ, J. R. **Projetando Pavimentos Porosos e Permeáveis para Coleta e Reutilização de Águas Pluviais**. **ResearchGate**, 2010. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/265823466_Designing_Porous_and_Permeable_Pavements_for_Stormwater_Harvesting_and_Reuse>. Acesso em: 12 Maio 2019.

KIM, H. K.; LEE, H. K. **Influence of cement flow and aggregate type on the mechanical and acoustic characteristics of porous concrete**. hong kong: [s.n.], 2010.

MARCHIONI, M. Concreto: Aliado na construção de cidades sustentáveis. **Revista Concreto**, São Paulo, n. 68, Dezembro 2012.

MEDEIROS, M. H. F.; ANDRADE, J. J. O.; HELENE, P. **Durabilidade e Vida Útil das Estruturas de Concreto**. 1. ed. São Paulo: Ibracon, v. 1, 2011.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. **Concreto: microestrutura propriedades e materiais**. 3. ed. São Paulo: Ibracon, 2008.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: [s.n.], 2014.

OSPINA, C. M. M.; ERAZO, C. H. B. **Resistencia mecánica y condiciones de obra del concreto poroso en los pavimentos según El tipo de granulometría**. Medellín, 2007.



TARTUCE, R.; GIOVANETTI, E. **Princípios Básicos sobre Concreto de Cimento Portland**. São Paulo: Pini/IBRACON, 1990.

TUCCI, C. E. M. Coeficiente de Escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas. **Revista Brasileira de recursos Hídricos**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 61-68, 2000. Disponível em: <<https://www.semarh.se.gov.br/modules/wfdownloads/visit.php?cid=1&lid>>. Acesso em: 3 Maio 2019.

VIRGILIIS, A. L. C. **Procedimentos de Projeto e Execução de Pavimentos Permeáveis Visando Retenção e Amortecimento de Picos de Cheias**. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.



CAPÍTULO 28

SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL: IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA EXPANSÃO URBANA

Aura Luz Fernandez Abarca, Engenheira Ambiental

Milton Gonçalves da Silva Junior, Docente e Pesquisador do curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Araguaia

Fernando Ernesto Ucker, Docente e Pesquisador do curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Araguaia

Cristina de Fátima Mattos Antunes, Docente e Pesquisador do curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Araguaia


RESUMO

A construção civil representa um dos setores econômicos mais importantes e influentes; o crescimento industrial e morfológico das cidades é altamente dependente do estado desse setor; e como toda indústria também é geradora de impactos negativos e positivos, portanto é importante observar sua influência na planificação urbana com uma perspectiva social e ambiental. O seguinte trabalho visa analisar impactos socioambientais próprios da expansão urbana como produto da disjunção entre a construção civil e a planificação das cidades, com isso contribuir com a discussão das políticas públicas urbanas. Para isso se desenvolveu um levantamento bibliográfico no qual, por meio de artigos acadêmicos e informações institucionais, se correlacionem a expansão urbana, a construção civil e seus passivos e as iniciativas do setor em prol da sustentabilidade. Os dados coletados ressaltam que o aspecto mercadológico influencia na relação entre a construção civil e a planificação urbana. Foi verificável que a habitação, recursos hídricos e a mobilidade urbana são âmbitos frequentemente relacionados a impactos socioambientais. Também se destaca a existência de iniciativas sustentáveis por parte desse setor, mas que ainda se apresentam de forma pontual. Pode-se inferir que há uma desarticulação entre a planificação urbana, o setor da construção civil e os imperativos socioambientais.

Palavras-chave: Construção civil; Sustentabilidade; Expansão urbana.

INTRODUÇÃO

Diferentes concepções, em diferentes períodos, surgiram para definir a sustentabilidade. Para Manzini, Vezzoli e Carvalho (2002) o termo refere-se às condições sistêmicas segundo as quais, em nível regional e planetário, as atividades humanas não devem interferir nos ciclos naturais que se desenvolvem. Toda ação coletiva ou individual possui uma alta interdependência que cada vez está mais explícita conjuntamente com suas consequências, portanto, impactos dentro de um sistema podem ser percebidos por todos em diferentes temporalidades ou intensidades.




Para Almeida *et al.* (1999) e Barbieri (2004), o conceito possui medidas preventivas, corretivas e de controle das atividades existentes traduzindo a preocupação constante com os recursos naturais do presente, sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades. Esta concepção envolve um conjunto de variáveis da natureza física, biológica, econômica e social que interagem num sistema de relações harmônicas. É esta visão que se optou para abordar a discussão central deste trabalho. Se optou por uma perspectiva interdisciplinar, refletindo sobre a dinâmica e a interatividade entre os diferentes setores que englobam a sustentabilidade dentro da construção civil, já que “é difícil a separação entre a ideia de sustentabilidade e o próprio desenvolvimento econômico, uma vez que a sociedade contemporânea vive um contexto peculiar, com preponderante economia de mercado e guiada, por isso, pela racionalidade do lucro.” (Amaral, Côrrea e Ricetto, p. 121, 2017).

O desenvolvimento do País e da urbanização é amplamente vinculado ao setor da construção civil, portanto é cabível refletir se este setor está adaptado as novas exigências que o mercado cada vez mais globalizado propõe, como a sustentabilidade urbana; e se as iniciativas do país estão sendo adequadas para aliar a construção civil com o crescimento econômico e as cobranças socioambientais, isto é considerar o meio ambiente e todas as populações inseridas nele de maneira justa. Cavalcanti (1997, p.241-294) no final do século XX já fazia essa reflexão envolvendo perspectivas econômicas e políticas.

O país está em desenvolvimento, é evidente que o Brasil deve prestar mais atenção a princípios de adequada gestão de seus recursos naturais. Mais do que isso, o país tem de conceber formas de promover bem-estar humano sem aceitar que seu capital natural seja usado ou degradado como se valesse quase nada. De fato, o Brasil enfrenta o desafio de lutar contra a pobreza fazendo simultaneamente uma correta consideração dos custos ambientais envolvidos como parte das políticas de desenvolvimento. Até agora, entretanto, e a despeito de uma retórica (em época mais recente) de sustentabilidade da parte do governo, o que tem prevalecido são iniciativas que não levam propriamente a natureza em consideração (Cavalcanti 1997, p.241-294).

É necessário observar que a urbanização de muitas cidades de países em desenvolvimento não obedeceu a planos ou projetos adequados no seu processo de expansão; o guia da malha urbana obedece a um ritmo de ações imediatistas. O planejamento urbano viabiliza a construção e a gestão dos espaços da cidade de maneira responsável e participativa; a planificação por meio da pesquisa das necessidades da cidade e o modo mais adequado de satisfazer elas, torna seu desenvolvimento mais equilibrado (Maria, 2016)



O presente capítulo teve como objetivo analisar os impactos socioambientais decorrentes da expansão urbana como produto da disjunção entre a construção civil e a planificação das cidades, para aportar com a discussão das políticas públicas urbanas.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de Dados

Se optou pela pesquisa bibliográfica que visa explicar e discutir uma temática com base em referências teóricas publicadas em diferentes formatos como: livros, revistas, periódicos e outros; para assim conhecer e analisar embasamentos científicos sobre o tema de forma crítica, meticulosa e ampla (Martins e Pinto, 2001). De forma mais específica foram levantados dados em consultas de bases de dados e artigos indexados. Com esse embasamento metodológico se procurou não apenas repetir perspectivas já desenvolvidas, mas sim, proporcionar um exame sobre o tema sob o enfoque do levantamento de dados qualitativos e quantitativos com o propósito de estruturar conclusões que enriqueçam o debate da planificação urbana sustentável.


Análise dos Dados

Dentro dos artigos escolhidos para debate se destacarão dados informacionais (os mais recentes possíveis) que possibilitaram uma analogia entre a expansão urbana como produto da construção civil e impactos no meio ambiente natural e/ou antropizado. Procurou-se interpretar os dados levantados e formalizar uma articulação com a teoria da sustentabilidade, construção civil e planejamento urbano por meio de uma triagem da informação do material escolhido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Relação da construção civil com a expansão urbana

As regiões urbanas apresentam rápidas transformações sociais, econômicas e políticas a comparação da área rural. Esse cenário faz das cidades um grande atrativo para pessoas que procuram de empregos, educação e saúde. O crescimento acelerado da população urbana gerou a demanda por mais espaços construídos e mais industriais (Lopes *et al*, 2017). A aceleração da urbanização entre as décadas de 1940 e 1980 no Brasil exigiu que novas dinâmicas urbanas se estabelecessem no território brasileiro. A expansão física das cidades e o crescimento industrial suscitaram o aumento de *déficit* de moradia e de infraestrutura urbana, contexto que deu mais relevância política e social para o setor da construção civil através da geração e



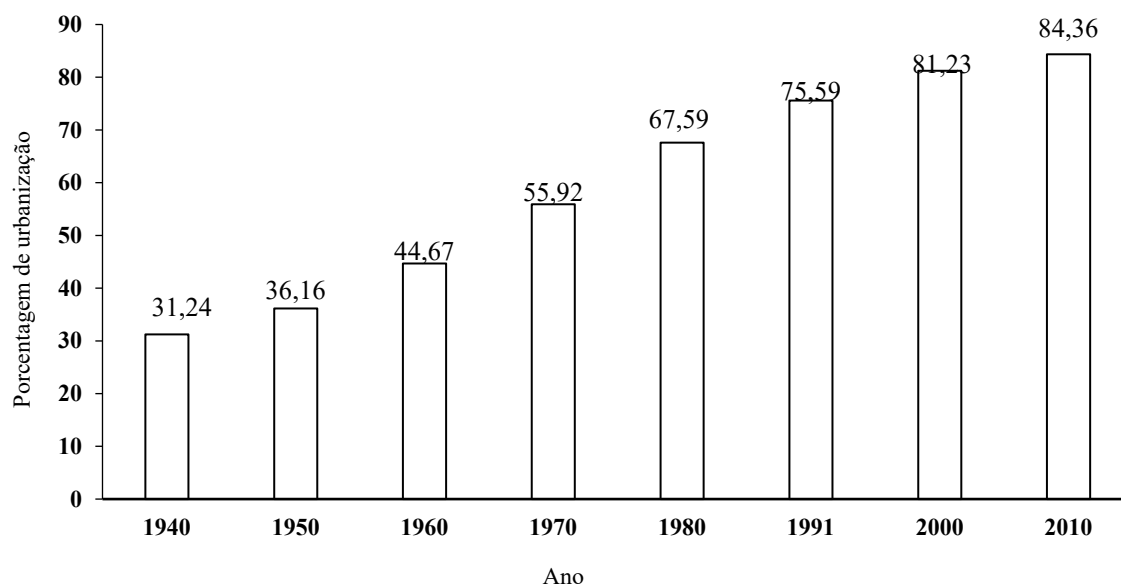
manutenção de obras. Se observa então que a construção civil virou um complemento da governança e gestão pública (Monteiro e Veras, 2017).

É importante sinalar também que a primeira metade do século XX marcou a construção civil brasileira, dado que o país optou pela inovação urbanística com a criação de cidades planejadas como Goiânia e Brasília. Na década de 50, políticas brasileiras impulsionaram este setor por meio de criação de demanda pelo governo federal. Empresas cresceram e novas surgiram, refletindo na geração de empregos (Velasques, Machado e Campos, 2016). Assim, o setor da construção civil é amplamente vinculado à consolidação territorial das cidades já que suas atividades principais têm por objetivo a produção de obras e infraestrutura, além de funções de planejamento, execução e conservação de edificações de diferentes segmentos econômicos como estradas, portos, aeroportos, saneamento, imobiliário entres outros (Macedo e Martins, 2015). Dados da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC, 2016) indicam que a atividade de construção totalizou R\$ 318,7 bilhões em incorporações, obras e serviços da construção e vale ressaltar que o setor imobiliário é um dos mais dinâmicos. Para Otero (2017) a atividade imobiliária se vincula às mudanças nos quadros socioeconômicos, demográficos, urbanos e políticos em distintas escalas, em que a ampliação da renda promove a incorporação de vastos contingentes populacionais ao mercado imobiliário e fundiário formal. O autor indica também que o aquecimento da atividade imobiliária está relacionado a profundas transformações demográficas, socioeconômicas, políticas e jurídicas; que se traduzem numa intensa produção de espaço urbano.

Cabe conjecturar que para propiciar o contínuo desenvolvimento econômico do setor existe uma tendência de radicalização do mercado imobiliário. Segundo Maria (2016) propiciada pelas estratégias do mercado e por meio da expansão urbana, o que contribui para formação de uma estrutura urbana difusa de cidade, porque a resistência à mudança de uso rural para urbano é baixa, e pelo que a autora denomina uma “permissividade do planejamento” ante a expansão da malha urbana. Esse fenômeno é objeto de estudo desde a década de 60 dado que diferentes cidades ao redor do mundo experimentavam um espraiamento urbano que se manifestava como um crescimento exagerado a partir dos eixos principais de acesso e pelas práticas do setor da construção como produção de subúrbios, condomínios horizontais de luxo e conjuntos habitacionais populares localizados na periferia urbana distantes do núcleo original da cidade (Nadalin e Iglioni, 2015). Esse cenário complementa as taxas crescentes de urbanização no Brasil das últimas décadas (Gráfico 1).



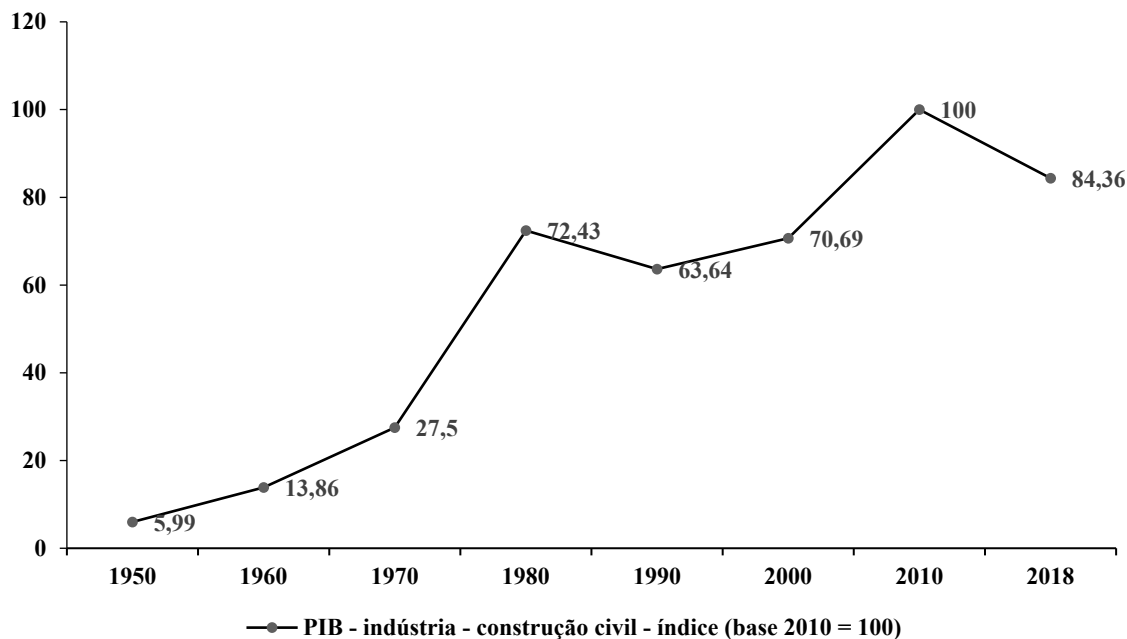
Gráfico 1. Taxas de urbanização no Brasil de 1940 a 2010




Fonte: IBGE (2010)

Para o mesmo período se observa o desenvolvimento positivo da indústria da construção civil (Gráfico 2). O Produto Interno Bruto (PIB) representativo cresceu e consolidou o ano de 2010 como o mais alto até os dados atuais. Fazendo um paralelo com o gráfico anterior, é perceptível que este setor da indústria acompanhou a evolução demográfica do Brasil.

Gráfico 2. Produto Interno Bruto (PIB) representativo da construção civil. (1950 – 2018)



Fonte Ipeadata, IBGE/SCN Anual (2019).




O crescimento exponencial tanto demográfico e econômico das cidades brasileiras ressaltou outros fenômenos como a megalopolização dos seus maiores centros urbanos como São Paulo. Para definir o que é uma megalópole cabe citar Barbara Freitag que na sua obra “Teorias da Cidade” de 2006 descreve esse tipo de cidade como urbes estruturadas pelas transformações rápidas e o crescimento desregrado da população; questões que se manifestam na insustentabilidade do espaço pois excede seus limites naturais e administrativos. Nesse contexto, o mercado imobiliário se destaca como aquecedor da economia, mas paralelamente devido ao surgimento de questões sociais e ambientais, também é um influenciador nos temas que geram preocupações com a sustentabilidade urbana. Portanto, é interessante observar os distintos entendimentos dos agentes sociais a respeito do conceito na realidade urbana, levando em conta também as dificuldades, condicionantes e oportunidades de atuação da indústria da construção civil (Reis, 2018).

A intensificação de urbanização continuará ao longo do século XXI, com isso a planificação e a gestão das cidades adotam um viés adaptativo à novas realidades. Para Angeoletto *et al.* (2015) estudos que ampliem conhecimentos sobre as dinâmicas populacionais são indispensáveis para uma sustentabilidade urbana além do crescimento econômico. As cidades devem viabilizar a integração dos aspectos sociais e políticos para assim conhecer as capacidades dos atores locais, privados e das instituições do Estado (Contreras-Escandón, 2017).

Caracterização dos Impactos socioambientais da expansão urbana

Pela perspectiva da cidade como um ecossistema, pode se afirmar que ela fornece ativos ambientais que vão abastecer as atividades econômicas e o crescimento populacional, mas como todo ecossistema, ele vai receber os resíduos gerados pela utilização dos seus recursos naturais; conseqüentemente o desenvolvimento urbano é também um forte fator de pressão sobre o meio ambiente, já que modifica o espaço natural e transforma um ativo ambiental (bens e recursos) em um passivo ambiental (prejuízo), o que gera a sua depreciação, ou seja sua valia ambiental e até monetária diminui; e como todo ecossistema a sua recuperação é necessária para não perder seu valor como um todo (Nascimento *et al.*, 2016). É preciso então entender o metabolismo da cidade para caracterizar as conseqüências do espraiamento urbano como produto da agitação do setor da construção. Macedo e Martins (2015, p. 143) explanam sobre fluxos dentro da sustentabilidade urbana.

Na visão da racionalidade energética, uma cidade é sustentável ao aumentar a eficiência dos seus processos de transformação de energias, produção de serviços e




consumo de recursos materiais, corroborando para um impacto ambiental menor por meio de uma consequente conservação de estoques materiais e uma redução do volume de rejeitos. Em paralelo, o metabolismo urbano arbitra a relevância dos fluxos materiais entre os espaços urbanos e não-urbanos ao interligar a complexidade entre cidades e zonas rurais, entre cidades e cidades e de cidades com o mundo.

Pelo lado geopolítico, o Brasil é signatário dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); uma coleção de 17 metas globais estabelecidas para viabilizar a Agenda 2030 a qual representa uma ferramenta orientadora para planejamento de ações e políticas públicas perenes capazes de levar o país ao efetivo alcance do desenvolvimento sustentável. O objetivo onze da agenda aborda a temática urbana; visando a resiliência de comunidades e cidades ante desastres ou eventos incomuns (Secretaria de Governo da presidência da república, 2017). Reafirmando que a condição sistêmica de inter-relações da cidade pode-se sustentar que diferentes impactos tem a capacidade de afetar ela por inteiro e em diferentes escalas. A visão holística da cidade é fundamentada pelo discurso fortemente promovido a nível global pelo Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (ONU-Habitat) através de atividades, eventos e conferencias que problematizam o aspecto urbano dentro do objetivo da sustentabilidade (ONU-Habitat, 2018).

Na última Agenda Urbana (Habitat III), redireciona o pensamento da constituição das cidades, o planejamento, administração e a forma de serem habitadas. Estudos mais próximos a realidade brasileira apontam a necessidade de adoção das metas, mas incluindo as especificidades locais, fazendo destaque em três pontos: habitação, mobilidade urbana e saneamento básico, com proteção aos rios e cursos d'água que abastecem as cidades (IPEA, 2016). É impreciso determinar de forma detalhada todas as ações que afastam o objetivo da sustentabilidade urbana, conquanto determinados fenômenos se apresentam mais frequentes nos estudos urbanos. Os impactos caracterizados neste trabalho, além de serem destacados pelo Relatório Brasileiro para o Habitat III, são os que comumente possuem um fator ecossistêmico, ou seja, a sua influência transpassa a sua pontualidade espacial podendo se refletir em escalas maiores tanto espaciais como temporais; o que faz que suas discussões se desenvolvam de maneira transdisciplinar.

Habitação

São destacados dois grupos de empreendimentos por parte da construção civil atual: os condomínios fechados privados e as moradias sociais. O primeiro grupo se caracteriza pelos empreendimentos de tamanho de pequenas urbes que delimitam serviços urbanos superiores e




contrastantes ao do resto da cidade e muitas vezes localizados próximos a moradias sociais do segundo grupo. A proximidade espacial dessas duas categorias é suprimida com o uso de limites físicos como grades e muros; estruturação que decorre no afastamento social.

No caso dos empreendimentos de moradia social problemas com a execução dos projetos reproduzem impactos de curto prazo locais, mas que podem gerar impactos sociais e econômicos a longo prazo. Os materiais usados e os terrenos destinados para este segmento não garantem a vida útil do empreendimento nem a preservação ambiental da natureza, uma das justificativas ante esse problema é explicada por Miglioli (2016, p. 45): “... o setor da construção civil funciona basicamente como uma manufatura (com baixo salário e baixa inovação) atribuindo ao custo dos materiais ou do terreno a única forma de minimizar gastos.”

O Ministério da Transparência e Controladoria-Geral da União (CGU, 2017) divulgou o resultado da avaliação da execução do Programa Minha Casa Minha Vida com dados levantados no ano 2015 em doze estados (BA, ES, GO, MG, PA, PR, RJ, RN, RS, SC, SP e SE) onde foram analisados 2.166 contratos e 1.472 unidades habitacionais. Dentro dos resultados alcançados, se destaca, defeitos em 56,4% das unidades da amostra visitada, falhas construtivas ocorridas dentro do prazo de garantia. As principais patologias foram: infiltrações, falta de prumo (verticalidade de paredes e colunas) e de esquadros (se os planos medidos estão com ângulo reto), trincas e vazamentos. Por outro lado, o número de unidades habitacionais entregues pelo programa não resultou em redução efetiva do déficit habitacional, mas contribuiu para conter seu avanço. A conformidade dos procedimentos a cargo da Caixa para formalização do contrato de financiamento e liberação dos recursos mostrou-se satisfatória devido às regulares análises técnica, jurídica e financeira efetuadas pelos agentes financeiros; no entanto, verificaram-se falhas formais, especialmente em relação à falta de licença ambiental em empreendimentos.

Foi observado também o incentivo do mercado imobiliário pelos condomínios fechados direcionada a classe média e alta contemporânea brasileira, os quais se caracterizam por ocupar ordinariamente extensas glebas de terra, consumir volumes significativos de água, energia elétrica e produzir quantidades preocupantes de resíduos tanto na sua execução como no seu ciclo de vida (Ribeiro e Gonçalves, 2016). Esses empreendimentos são comumente adjuntos ao marketing verde, que oferece uma ideia limitada de sustentabilidade uma vez que a alteração integral ou parcial de ambientes naturais por ambientes verdes artificiais que precisam de



recursos hídricos para sua manutenção, influenciando também na dinâmica de abastecimento de água da cidade.

Recursos hídricos

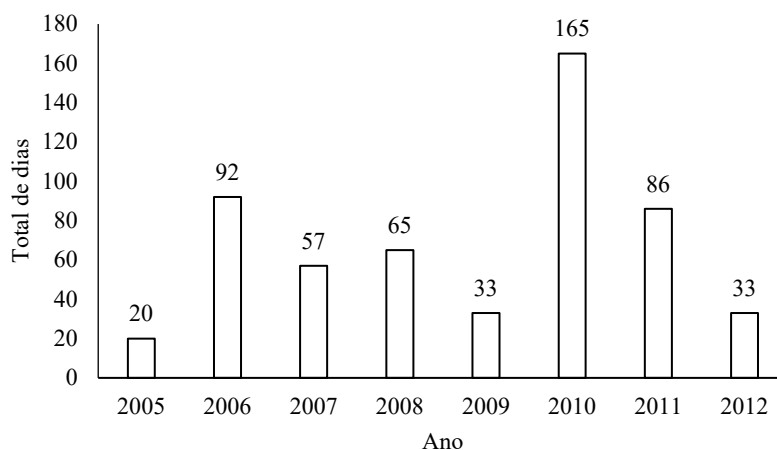
A disponibilidade da água é sem dúvidas uma das questões com mais problematização na área científica. Recentes crises hídricas em diferentes cidades do Brasil fortaleceram o debate sobre a vulnerabilidade hídrica e como ela afeta a todos os estratos sociais. Em ambos casos de urbanização se observa a exploração de grandes terrenos (Nascimento e Salazar, 2018), considerando também sua área de influência, já seja para garantir o valor paisagismo como no primeiro grupo, ou para ampliar a quantidade de moradias como no segundo grupo; muitas vezes esses grandes espaços ocupados se localizam próximos ou em Áreas de valor ambiental como Áreas de Preservação Permanente (APPs). O desmatamento e a mudança de uso do solo são constantes que acompanham os empreendimentos; relevar as vantagens da cobertura vegetal próxima e dentro das cidades reduz os serviços ecossistêmicos gerados pelas matas como filtro de poeiras, qualidade do ar, resfriamento e a mais importante o equilíbrio do ciclo hídrico. A impermeabilização de grandes áreas ou a substituição de matas nativas por outro tipo de vegetação provoca transtornos hídricos como menciona Duarte *et al.* (2017) através da análise das informações da *Secretariat of the Convention on Biological Diversity* de 2012 na qual enfatiza que espaços urbanos com 50% - 90% de superfície impermeável podem perder entre 40 e 83% da água de precipitação para o escoamento superficial.

Cidades medias apresentam uma taxa de crescimento acelerado o que deriva numa alteração do regime hídrico. Na cidade de Goiânia recentes estudos apontam impactos ambientais produtos do crescimento da malha urbana. Rocha (2019) na sua análise de um dos principais córregos da cidade o Botafogo sinala que entre 1988 e 2018 houve uma redução gradativa da vegetação ao longo do canal principal o que prejudica o processo de infiltração de águas de precipitação no solo e potencializa o escoamento superficial.

As alterações do relevo também facilitaram a diminuição de água disponível em grandes urbes como São Paulo em 2014 e mais recentemente Brasília. É incerto atribuir que só o crescimento da taxa urbana dessa região contribuiu para crise hídrica que se desenvolveu na última década, conquanto as atividades econômicas/industriais da cidade estão relacionadas a seu crescimento demográficos e urbanização. O caso de São Paulo virou um referencial mediático por possuir véis naturais, políticos e econômicos, tanto na geração da crise como nas

consequências da mesma. Diferentes trabalhos apontam que estudos e índices tinham se desenvolvido previamente para alertar sobre a crise previamente. Um desse dados é o total de dias ao ano que excedeu o limite operacional das Estações de Tratamento de Água (ETAs) que constituem a rede de abastecimento metropolitano de São Paulo (Gráfico 3).

Gráfico 3. Total de dias em que a produção de água tratada excedeu o limite operacional.



Fonte: Crise de abastecimento de água em São Paulo e falta de planejamento estratégico, (Cortes, 2015).

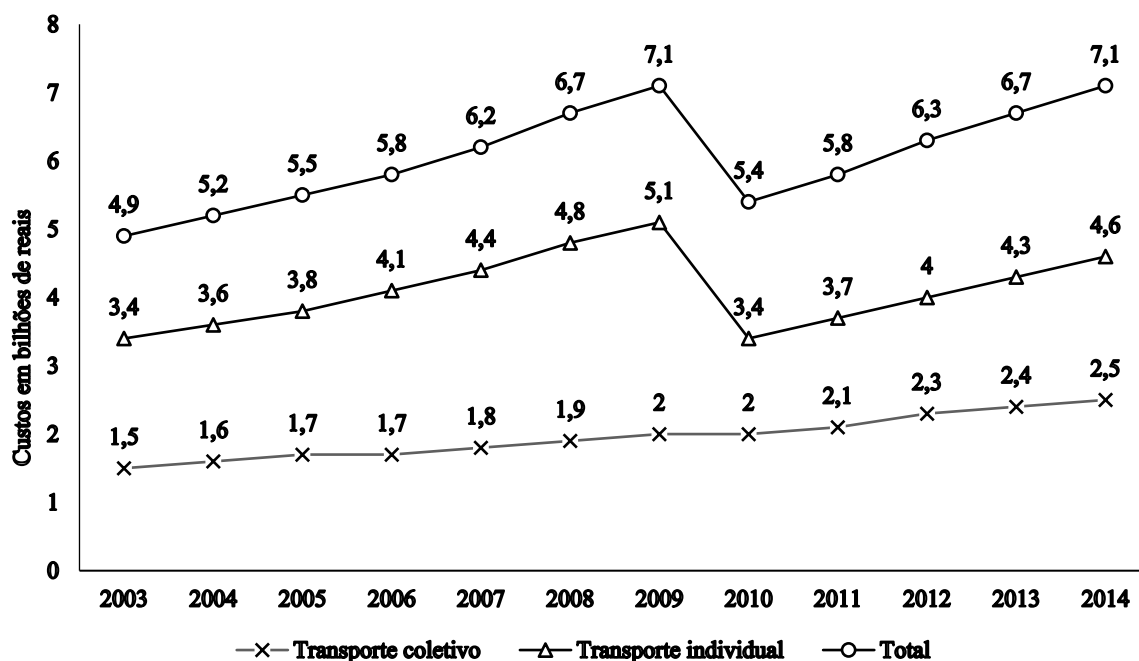
É perceptível que no ano 2010 as atividades intraurbanas geraram uma demanda exponencial por serviços de abastecimento de água, a comparação dos anos anteriores. Não pode se afirmar que esse fator foi um condicionante direto e único da crise hídrica da cidade, embora podemos sinalizar que são indicadores que interatuam com outros elementos como a dinâmica das precipitações.

Mobilidade Urbana

O terceiro Relatório Global sobre poluição urbana pela Organização Mundial da Saúde (OMS) publicado em 2016, analisa o grau de poluição em cidades de diferentes países; no Brasil foram analisadas 45 cidades. Nessa pesquisa 40 cidades brasileiras apresentaram médias superiores aos limites definidos como adequados para concentração de partículas poluentes, o que constitui um aumento de risco para doenças respiratórias. O distanciamento das áreas funcionais urbanas e as moradias fez que o espaço de circulação seja destinado cada vez mais para albergar o transporte automotor seja público ou privado, com isso a poluição do ar e a elevação da temperatura das cidades virou uma constante em grandes cidades nas últimas décadas (Feltran e Martins, 2017). O espraiamento da rede urbana influenciou nos custos por

poluição causados pelo transporte de acordo com os valores demonstrados no Gráfico 4, em 2009 e em 2014 os custos por poluição total atingiram os 7,1 bilhões.

Gráfico 4. Custos da poluição pelo transporte entre 2003 e 2014.




Fonte: Empresômetro – IBPT, 2018.

Para Angeoletto *et al.* (2015) a cidade se comporta como um sistema heterotrófico que depende de fontes energéticas além do seu entorno como combustível fóssil, e ao mesmo tempo influencia na biosfera como um todo, ou seja, seus processos metabólicos não estão circunscritos aos limites administrativos, geográficos ou políticos.

Planejamento urbano

A sustentabilidade de uma cidade deriva da sua planificação. A viabilidade de um bom planejamento radica na consideração dos impactos ambientais, sociais e econômicos como produtos da interação constante das atividades humanas que constroem e reconstróem a estrutura da malha urbana; sendo assim, a indústria da construção vira um agente motriz em diferentes escalas (Macedo e Martins, 2015). Tanto no Brasil como em outros países em desenvolvimento a planificação urbana está atrelada ao setor imobiliário; o esmorecimento das políticas públicas urbanas derivou num planejamento que obedece ao valor mercadológico do espaço. As iniciativas privadas, sem uma pauta organizacional regida com efetividade pelo estado, demarcaram consequências de impacto social.

A urbanização orientada exclusivamente pelo paradigma econômico cria situações caóticas nas principais capitais do país e suas regiões metropolitanas, com aumento



da pobreza e da violência. O processo de modernização da economia brasileira até os dias de hoje, não levou à superação da pobreza e da concentração de renda, a modernização aprofundou as desigualdades já existentes geradas num passado distante, pois esteve fundamentada na concentração de renda, na reprodução ampliada do capital e na intensificação da exploração da mais valia, o que aumentou a precarização do trabalho e ampliou as desigualdades sociais. Apesar da ampliação da classe média, que apresenta bom poder aquisitivo e contribui para a expansão do mercado consumidor; a diferença de rendimentos entre ricos e pobres é hoje muito maior do que no início da modernização (Júnior, 2014, p. 108).

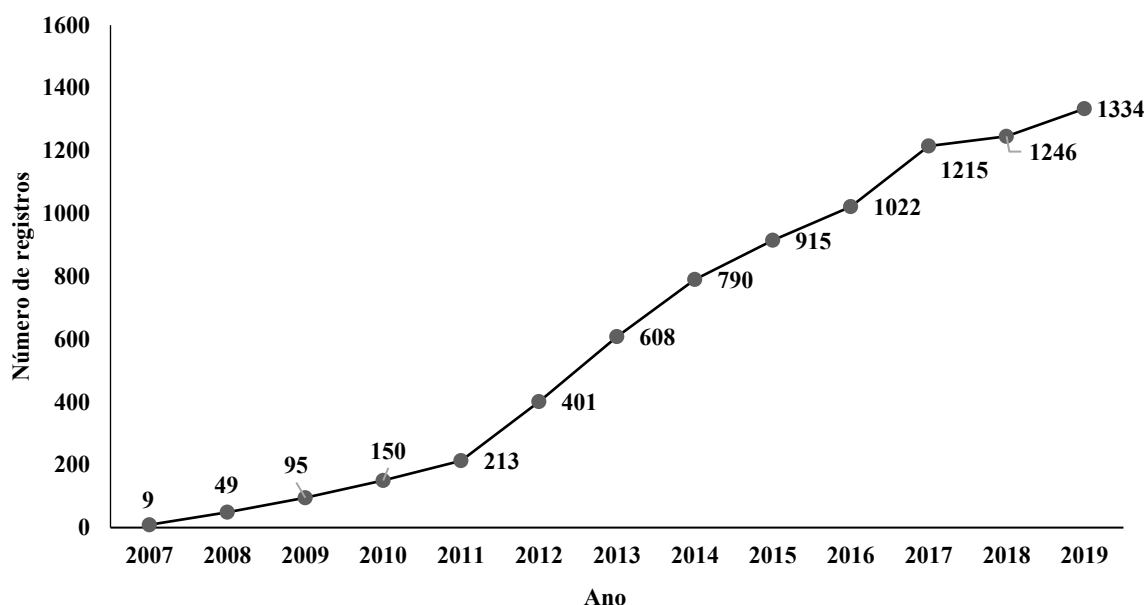
Na questão das iniciativas públicas o programa Minha Casa Minha Vida (MCMV) vem promovendo o espraiamento dos conjuntos habitacionais resultando na segregação entre bairros e o surgimento de bairros monofuncionais, ou os chamados bairros dormitórios, uma vez que a população que ali reside continua a trabalhar no centro ou nos seus arredores. A premissa de que a construção nos bairros mais afastados é mais vantajosa não contabiliza o custo social despedido pelo governo (Miglioli, 2016).

Sustentabilidade na construção civil

A indústria da construção civil consome uma alta variedade de recursos em significativas quantidades e é o maior gerador de resíduos sólidos urbanos, cerca de 62% da massa total (Bohana *et al*, 2016). Ante isso surge o desafio de superar a “imagem” de indústria depredadora de recursos e produtora de passivos ambientais ao longo da sua cadeia produtiva. A ideia de empreendimentos “ecologicamente corretos” está sendo bem vista e aceita pelo meio comercial por ser um importante atrativo de captação de clientes que se preocupam cada vez mais com o reflexo de suas vidas no ambiente que os cerca. Ante isso as certificações na área da sustentabilidade se popularizam cada vez mais no País como a certificação LEED do US *Green Building Council* (GBC) (Conselho Norte Americano de Prédios Verdes) que indica múltiplos benefícios para projetos que adotam as medidas requisitadas pela certificação.

Na última década o mercado responde positivamente a estes benefícios e consequentemente as certificações LEED multiplicando-se significativamente no Brasil. Os registros acumulados em 2007 apontavam 9 empreendimentos, já em 2019 apontam 1334 empreendimentos, refletindo um acréscimo relevante a nível nacional (Gráfico 5).

Gráfico 5. Registros para obter certificações LEED no Brasil.




Fonte: GBC Brasil. Empreendimentos LEED (2019).

Existe um interesse crescente no setor privado para implementar iniciativas sustentáveis na produção e no ciclo de vida das edificações. A conscientização dos compradores aumenta a demanda por novas tipologias de moradia; mais funcionais e de menos impacto para os indivíduos e a cidade; as metodologias da construção tendem a se adaptar à realidade brasileira para ressaltar os benefícios ambientais e econômicos de maneira pontual no empreendimento (Herzer e Ferreira, 2016).

A certificação LEED como outras no mercado visam promover a saúde, a durabilidade, a viabilidade econômica e as boas práticas ambientais em projeto e construção de edifícios. Para Lacerda (2016) uma das suas estratégias é chamada de Prioridades Regionais (RP) que trata das prioridades regionais para cada país, de acordo com as diferenças ambientais, sociais e econômicas existentes em cada local. Conquanto a autora ressalta que diferentes pesquisas apontam uma falta de adaptação às variáveis de cada região. Valente (2016) indica também que o desempenho da edificação com certificação de sustentabilidade construtiva não apresenta acompanhamento constante sobre o que acontece com o empreendimento após a sua entrega.

A integração mais abrangente desse tipo de iniciativas pode gerar diferentes benefícios além de ambientais. Segundo um estudo realizado pela GBC Brasil e EY em 2013, o custo de construção de um edifício verde é, em média, 1% a 7% mais alto do que uma construção comum, mas em compensação o retorno sobre o investimento é de 9,9% maior para as construções novas e 19,2% para os edifícios já existentes (GBC Brasil, 2014). Conquanto cabe



ressaltar que a atual logística econômica de muitos países como o Brasil ainda não contempla todas as qualidades da construção civil sustentável e da sustentabilidade no geral.

O PIB atualmente rejeita os resultados ambientais que o país pode estar produzindo, muitas vezes dando a entender que a poluição e o excesso de uso dos recursos naturais são positivos para a economia. Em contrapartida, economistas defendem que o PIB deve ser calculado não só pelo capital produzido pelo homem, mas também pelos custos ambientais e pelo capital natural: a terra, a água, as florestas, o petróleo, os minerais, a pesca, entre outros. Este novo conceito serviria como ferramenta de incentivo ao desenvolvimento sustentável, auxiliando os países a impulsionar o seu crescimento econômico sem prejudicar o meio ambiente e impulsionadora do uso racional dos recursos naturais (GBC Brasil, 2014, p. 28.)

CONCLUSÃO


A progressiva concentração da população nas cidades torna o espaço urbano um potencial gerador de impactos ambientais. Esses impactos se caracterizam pela sua influência em diferentes escalas espaciais além dos limites físicos da cidade, assim como nos diferentes âmbitos sociais, políticos e econômicos. A construção civil demarcou o crescimento do País, mas cabe refletir sobre sua influência no crescimento das urbes e os passivos dessa indústria que não são considerados no atual sistema econômico. O panorama conjuntamente ao incentivo desorganizado da industrialização das cidades pode gerar cenários caóticos como a megalopolização. Por outro lado, não compete a demonização da indústria, mas sim analisar de maneira mais apropriada sua relação com o planejamento da cidade. Entende-se que atualmente a estruturação urbana obedece ao valor mercadológico do espaço e não aos imperativos socioambientais. Ante isso, a morfologia das cidades precisa ser estudada de maneira mais holística, indo além do tecnicismo.

Pela observação dos aspectos analisados, os feitos que visam transformar a indústria da construção civil num setor mais sustentável por meio de iniciativas mercadológicas como certificados e selos ambientais, ainda são poucos a comparação da quantidade de construções novas que surgem e que ampliam cada vez mais as cidades. Incumbe, portanto, que as ações privadas e públicas incentivem atrelar a sustentabilidade dos empreendimentos ao ecossistema da cidade de maneira apropriada e multiescalar.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R., MORAES, F. E., SOUZA, J. M., & MALHEIROS, T. M. 1999. **Planejamento Ambiental - Caminho para participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum: uma necessidade, um desafio (2ª ed.)**. Rio de Janeiro: Tlex. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/6B/8/Yemal_JA%20-%20Paper%20-%206B8.pdf>, Acesso em: 15 de maio de 2019.

AMARAL, A. C.; CÔRREA, Z. M.; RICCETTO, P. H. A. Responsabilidade Civil e



Sustentabilidade: normatividade em prol do Meio Ambiente. **Sequência (Florianópolis)**, Florianópolis, n. 75, p. 105-128, Apr. 2017. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2177-70552017000100105&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 de maio de 2019. <http://dx.doi.org/10.5007/2177-7055.2017v38n75p105>.

ANGEOLETTO, F.; ESSY, C.; RUIZ SANZ, J.; SILVA, F.; ALBERTIN, R.; SANTOS, J. W. Ecología Urbana: La Ciencia Interdisciplinaria del Planeta Ciudad. **Desenvolvimento em Questão**, v. 13, n. 32, p. 6-20, 16 abr. 2015. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75241745002> > Acesso em: 20 de maio de 2019.

BARBIERI, J. C. 2004. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos** (2ª ed.). São Paulo: Saraiva.

BOHANA, M, C, R, *et al.* Redução dos resíduos da construção civil: uma tendência para as novas construções. In: IV CONGRESSO BAIANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 13 a 16 de julho de 2016. Disponível em: <<http://cobesa.com.br/2016/download/cobesa-2016/IVCOBESA-099.pdf>>. Acessado em: 17 de março de 2019.

CAVALCANTI, C., **Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas**. São Paulo, Cortez Editora, pp. 131-164, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v5n2/a05v5n2.pdf>>, Acesso em: 13 de maio de 2019.

CONTRERAS-ESCANDON, C.H. Superar la sostenibilidad urbana: una ruta para América Latina. **Bitácora Urbano Territorial**, Bogotá, Colômbia. v. 27, n. 2, p. 27-34, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-79132017000200027&lng=e&nrm=iso>. Acesso em: 13 de maio de 2019 <http://dx.doi.org/10.15446/bitacora.v27n2.62483>.


CONTROLADORIA-GERAL DA UNIÃO CGU. Minha Casa Minha Vida: 56,4% dos imóveis avaliados apresentam defeitos na construção, 2017. Disponível em <<http://www.cgu.gov.br/noticias/2017/08/minha-casa-minha-vida-56-4-dos-imoveis-avaliados-apresentam-defeitos-na-construcao> > Acesso em: 21 de maio de 2019.

CORTES, P. L. et al. Crise de abastecimento de água em São Paulo e falta de planejamento estratégico. **Estud. av.**, São Paulo, v. 29, n. 84, p. 7-26, ago. 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142015000200007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 21 de maio de 2019.

DUARTE, T. E.; ANGEOLETTO, F.; CORREA SANTOS, J. W.; LEANDRO, D.; COPETTI BOHRER, J.; VACCHIANO, M.; LEITE, L. O Papel da Cobertura Vegetal nos Ambientes Urbanos e sua Influência na Qualidade de Vida nas Cidades. **Desenvolvimento em Questão**, v. 15, n. 40, p. 175-203, 11 ago. 2017.

EMPRESÔMETRO. Frota Brasileira de Veículos em Circulação 2018. Disponível em: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/21658/1521559583ESTUDO_FROTA_BRASILEIRA_DE_VECULOS_EM_CIRCULAO.pdf>. Acesso em: Acesso em 21 de maio de 2019.

FELTRAN, F; MARTINS, J. A mediação em casos de impactos ambientais decorrentes do sistema de mobilidade urbana. **Revista Do Curso De Direito Do Centro Universitário**



Brazcubas, v. 1, n. 1. maio 2017. Disponível em < <https://revistas.brazcubas.br/index.php/revdubc/article/view/255> > Acesso em: 21 de maio de 2019.

FREITAG, B. **Teorias da cidade**. Campinas, São Paulo: Papirus, 2006.

GBC BRASIL. PIB da Construção Sustentável Avança no Brasil 2014. Disponível em < http://www.gbcbrasil.org.br/revistas.php?doc=RevistaGBC_edicao1.pdf&J= > Acesso em: 21 de maio de 2019.

GBC BRASIL. Projetos não confidenciais 2019. Disponível em: < <http://www.gbcbrasil.org.br/empreendimentos-leed.php> > Acesso em: 16 de abril de 2019.

HERZER, L, A; FERREIRA, R, L. **Construções Sustentáveis no Brasil: Um**

IBGE. Pesquisa Anual da Indústria da Construção – PAIC 2016. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?=&t=o-que-e> > Acesso em: 23 de abril de 2019.

IBGE. Taxa de urbanização; Censo demográfico 1940-2010. Disponível em: < <https://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?vcodigo=POP122> > Acesso em: 23 de abril de 2019.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. Relatório brasileiro para o Habitat III. Brasília: ConCidades; Ipea, 2016. Disponível em: < <http://habitat3.org/wp-content/uploads/National-Report-LAC-Brazil-Portuguese.pdf> >. Acesso em 11 de maio de 2019.

IPEADATA. Banco de Dados CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Disponível em: < <http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil> > Acesso em: 21 de abril de 2019.

LACERDA, C, S. **As Certificações de Sustentabilidade Construtiva LEED e AQUA-HQE e a agregação de valor nos processos produtivos, comerciais e operacionais de edifícios comerciais no Brasil**. Dissertação de Mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2016.

MACEDO, A; MARTINS, M. A sustentabilidade urbana sob a ótica da construção civil: um estudo nas empresas construtoras de campina grande-pb. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. v. 4 n. 1, p. 139-157, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=471647050010>. Acesso em: 21 de maio de 2019.

MANZINI, E., VEZZOLI, C. CARVALHO, A. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: Os requisitos ambientais dos produtos industriais**. EDUSP, São Paulo, 2002.

MARIA, A, C, S. Expansão urbana e mercado imobiliário: o caso de Viçosa-MG. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS. A construção do Brasil: geografia, ação política e democracia. São Luís, Maranhão, 24 a 30 de junho de 2016. Disponível em: < <https://www.agb.org.br/wp-content/uploads/2018/06/Ana-Cristina-de-Souza-Maria.pdf> >. Acessado em: 17 de março de 2019.

MARTINS, G. A.; PINTO, R., L. MANUEL PARA ELABORAÇÃO DE TRABALHOS ACADÊMICOS. São Paulo: Atlas, 2001.

LOPES, W.G.R. *et al.* Reflexões sobre o plano diretor como instrumento de gestão em municípios brasileiros. **Revista GeoUERJ**. n. 30, 2017. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/28340>> Acesso em: 21 de maio. 2019.

MIGLIOLI, A. M. **Os impactos do programa habitacional “Minha Casa, Minha Vida”: uma análise dos casos de São Paulo e Recife**. Dissertação Mestrado em Economia. Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Araraquara, São Paulo, 2016.

MONTEIRO, A. R.; VERAS, A. T.R. A questão habitacional no Brasil. **Mercator (Fortaleza)**, Fortaleza, v. 16, e. 16015, 2017. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-22012017000100214&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 15 de março de 2019.

NADALIN, V.; IGLIORI, D. Espreadamento urbano e periferização da pobreza na região metropolitana de São Paulo: evidências empíricas. **EURE (Santiago)**, Santiago, v. 41, n. 124, p. 91-111, sept. 2015. Disponível em <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612015000400005&lng=es&nrm=iso>. Acesso em 21 de maio de 2019. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612015000400005>.


NASCIMENTO, L.; SALAZAR, V. Impactos do desenvolvimento imobiliário para a sustentabilidade: Uma análise em Aldeia dos Camarás (Brasil). **Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT)**, Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, n. 15 p. 315-340, dezembro, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/aura8/Downloads/Impactos_do_desenvolvimento_imobiliario_para_a_sus.pdf>. Acesso em: 20 de maio de 2019

NASCIMENTO, T, L; LEÃO, D, C; ROCHA, J, S, M. Certificação Ambiental na Construção Civil Brasileira. **Revista Acadêmica FEOL**. v. 1, p. 104-120, 2016. Disponível em <<http://177.8.219.7:8081/revista/index.php/R1/article/view/58>>. Acesso em: 21 de maio de 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. Public health, environmental and social determinants of health (PHE) 2016. Disponível em <https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/> Acessado em: 15 de maio de 2019.

ONU-Habitat. El poder transformador de la urbanización 2018. Disponível em <<https://onuhabitat.org.mx/index.php/el-poder-transformador-de-la-urbanizacion>> Acessado em: 15 de maio de 2019.

OTERO, E. V. Expansão Urbana no Interior Paulista: atividade imobiliária e política urbana no século XXI. In: XVII ENANPUR. Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional. SÃO PAULO, 22 A 26 DE MAIO DE 2017. Disponível em: <http://anpur.org.br/xviienanpur/principal/publicacoes/XVII.ENANPUR_Anais/ST_Sessesoes_Tematicas/ST%205/ST%205.2/ST%205.2-02.pdf>. Acessado em: 15 de maio de 2019.



Panorama Referente às Certificações Ambientais para Edificações LEED e AQUA-HQE. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 8, n. 5. 2016. Disponível em < <https://www.uninter.com/cadernosuninter/index.php/meioAmbiente/article/view/492/401> > Acesso em: 21 de maio de 2019.

PESQUISA ANUAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – PAIC 2016. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9018-pesquisa-anual-da-industria-da-construcao.html?edicao=17089&t=publicacoes> > Acessado em: 15 de maio de 2019.

REIS, J. M. **A Indústria da Construção Civil e a Expansão da Periferia Urbana de Santa Cruz do Sul/ RS – Brasil**. Dissertação Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional - Mestrado e Doutorado. Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC. Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, 2018.

RIBEIRO, R. A.; GONÇALVES, L. M. Sustentabilidade ambiental nas cidades contemporâneas: uma análise do significado do verde um século após o modelo de cidade jardim. **Revista Científica ANAP Brasil**, [S.l.], v. 9, n. 16, dez. 2016. Disponível em: <http://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/anap_brasil/article/view/1442>. Acesso em: 21 de maio. 2019. doi:<http://dx.doi.org/10.17271/1984324091620161442>.

ROCHA; W. S. **Atenuação dos impactos do adensamento urbano na dinâmica hidrográfica da sub-bacia do córrego Botafogo, Goiânia, GO**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial) PUC-GO, Goiânia, 2019.

SECRETARIA DE GOVERNO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Conheça os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2017. Disponível em: < <http://www4.planalto.gov.br/ods/assuntos/sobre-os-ods> > Acesso em: 21 de maio de 2019.

VALENTE, E. No Brasil, prédio verde não cumpre o que promete. Folha de São Paulo, São Paulo, 31 jan. 2016. **Caderno Mercado**. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2016/01/1735510-no-brasil-predio-verde-nao-cumpre-o-que-promete.shtml?cmpid=newsfolha>>. Acesso em: 31 jan. 2019.

VELASQUES, A.; MACHADO, T.; CAMPOS, L. Registros da concepção urbanística de Palmas-TO (1989): Aportes das experiências predecessoras de Goiânia e Brasília. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN URBANISMO - 08 VIII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Balneário Camboriú, junio 2016 [117]. Disponível em: < <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/100152> >. Acessado em: 15 de março de 2019.



CAPÍTULO 29

RESÍDUOS HOSPITALARES E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS

Osdete Correa de Carvalho, Graduanda em enfermagem pela Faculdade Estácio São Paulo de Rondônia

RESUMO


Este estudo teve como objetivo abordar os impactos dos lixos hospitalares no meio ambiente e discutir alternativas para a promoção da sustentabilidade e saúde ambiental. Trata-se de um estudo descritivo com abordagens metodológicas qualitativas. O estudo apontou que o descarte de resíduos hospitalares em locais inapropriados contribui para a poluição do solo, lençóis subterrâneos e superficiais, para a poluição do ar, além de acarretar danos a saúde da população que reside próxima aos depósitos irregulares. Verificou-se também que a implementação de estratégias como a Agenda Global para Hospitais Verdes e Saudáveis, são indispensáveis para a promoção da sustentabilidade e da saúde ambiental. No entanto, constatou-se que seriam necessários mais investimentos em capacitação profissional e na implantação de técnicas que visem o correto gerenciamento dos resíduos oriundos dos serviços de saúde, o que contribuiria para a promoção da sustentabilidade e para a diminuição dos prejuízos à saúde da população.

Palavras-chave: Resíduos hospitalares. Meio ambiente. Contaminação. Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são definidos como resíduos resultantes de atividades exercidas no âmbito da saúde. São originados de hospitais, ambulatórios, postos de saúde, consultórios odontológicos, clínica veterinária, farmácias, laboratórios de análises clínicas, centros de pesquisa, entre outros (CAFURE; PATRIARCHA-GRACIOLLI, 2014).

São classificados como lixos de assistência médica os itens infecciosos, químicos, radioativos, farmacêuticos e os perfurocortantes. Esses são classificados como de maior perigo para a saúde humana e para o meio ambiente. Lixos oriundos de embalagens de alimentos, medicamentos, restos de alimentos das cozinhas dos hospitais, e os advindos do âmbito administrativo, são classificados como menos perigosos. Os RSS são vistos como importantes disseminadores de patologias e responsáveis por graves problemas ambientais, caso sejam descartados em locais inapropriados ou manuseados de forma incorreta (ALJABRE, 2002).




A problemática dos resíduos hospitalares teve início por volta de 1970, onde equipamentos à base de plástico, como luvas, equipamentos para administração venosa, bolsas de soro e inúmeros outros produtos, começaram a serem utilizados em grande escala em ambientes hospitalares. Tais materiais eram bem avaliados pelos gestores em saúde e pela equipe da assistência, graças a fatores como economia, praticidade, conforto e bom preço (CAFURE; PATRIARCHA-GRACIOLLI, 2014).

Atualmente, os resíduos hospitalares configuram-se como um importante desafio para a saúde global. 85% dos resíduos produzidos não são considerados perigosos, e 15% são de natureza perigosa, que são os infecciosos, radioativos e tóxicos. Os danos à saúde do ser humano são diversos, e envolvem a transmissão de doenças através de sangue, secreções, e de demais tecidos humanos aos pacientes e aos profissionais da saúde. Ferimentos com injeções também são comuns e oferecem risco biológico. Cerca de 16 bilhões de injeções são realizadas anualmente e nem todas são descartadas de forma correta, podendo culminar em ferimentos e infecções (BOROWY, 2020).

Em países desenvolvidos, o depósito dos resíduos hospitalares se dá, em sua maioria em lixões. Em países em desenvolvimento, é comum o descarte em rodovias e terrenos vazios. O prejuízo do descarte incorreto afeta a população residente na área, estando ela exposta aos agentes nocivos do lixo, e também o meio ambiente, culminando em aumento da poluição e mudanças ambientais (ARSHAD *et al.*, 2011). Apenas 58% dos países do mundo possuem métodos adequados de descarte de lixos hospitalares (BOROWY, 2020).

Um estudo transversal e descritivo, realizado por Alwabr *et al.* (2020), em hospitais de Sana'a, cidade do Iêmen, apontaram que a taxa de geração de resíduos hospitalares gira em torno de 0,7 kg/leito/dia e de 0,8 kg/paciente/dia. No Brasil, a média está entre 1,2 e 3,8 kg/dia por leito (MARTINI *et al.*, 2017). Estudos apontam que 27% dos resíduos hospitalares são oriundos de restos alimentares, 22% de plástico, 22% de papel e papelão, 11% de vidro, 10% de metais e 8% de outros compostos. O alto índice de resíduos oriundos de alimentos chama a atenção para a necessidade de planejamento para que se reduza o desperdício. Vale salientar que a composição dos resíduos pode variar de acordo com as especializações dos hospitais, tamanho do estabelecimento, dentre outros fatores (ALWABR *et al.*, 2016).

Quando descartados em locais inapropriados, podem causar sérios danos à saúde humana. Estudos apontam que populações que residem próximas aos locais de descarte de lixos perigosos estão mais suscetíveis a apresentarem câncer, doenças hepáticas e neurológicas.



Quadros de diarreia, bronquite e asma também são apontadas como resultado da exposição a resíduos perigosos (LEN, 2007).

Considerando a importância do correto manuseio dos resíduos hospitalares e os prejuízos ambientais que podem ser ocasionados pelo descarte incorreto, a presente pesquisa buscará levantar os impactos dos lixos hospitalares ao meio ambiente, e alternativas para a promoção da sustentabilidade e saúde ambiental no âmbito da saúde.

METODOLOGIA

O presente estudo é de caráter descritivo, que de acordo com Cervo (2006), configura-se como análise, observação, registro, e correlação de fatos ou fenômenos sem manipulá-los. A abordagem metodológica utilizada foi a qualitativa. As palavras chave utilizadas na pesquisa foram: lixo hospitalar, meio ambiente e descarte incorreto.

A pesquisa foi formulada de 29 de agosto a 29 de outubro do ano de 2020. O procedimento de pesquisa utilizado foi bibliográfico e documental, apoiando-se em materiais de cunho científico extraídos periódicos nacionais e internacionais, indexados nas bases de dados Scielo, Lilacs e Pubmed. Publicações que fugiam da proposta empregada do projeto, foram colocados de fora da estrutura comportamental do presente trabalho.

Para a seleção do material, deu-se preferência àqueles que abordassem, de forma direta, os principais aspectos relacionados às problemáticas ambientais ocasionadas pelo descarte incorreto de resíduos hospitalares.


DESENVOLVIMENTO

A classificação dos resíduos sólidos pode se dar de acordo com a natureza física, composição química, riscos ao meio ambiente e origem. As normas em vigor optam pela classificação pelo risco que oferecem ao meio ambiente e pela origem. No que tange ao meio ambiente, a NBR 10.004/2004 faz a classificação em classe I e II (ANVISA, 2006).

Classe I: São os resíduos perigosos. Podem oferecer riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Tem como característica principal a apresentação de um ou mais dos seguintes itens: inflamabilidade, patogenicidade, reatividade, toxicidade e corrosividade.

Classe II: São os que não apresentam perigo. Se subclassificam em classe II-A e classe II-B.

Classe II-A: São os não inertes. São os biodegradáveis, comburentes e solúveis em água.



Classe II-B: São os inertes. Não sofrem transformações de caráter químico, físico ou biológico quando entram em contato com a água.

No que tange a origem e a natureza dos resíduos sólidos, são classificados em comercial, serviços de saúde, domiciliar, feiras livres, portos e aeroportos, indústria, e construção civil (ANVISA, 2006).

Referente a segregação dos lixos hospitalares, ou seja, separação de acordo com suas características, é sugerido pela ANVISA que os resíduos hospitalares sejam classificados em Grupo A, Grupo B, Grupo C, Grupo D e Grupo E (POZZETTI; MONTEVERDE, 2017).

Grupo A: Nesse grupo estão incluídos os materiais que oferecem risco biológico, caracterizados por maior virulência e maior risco de infecção. Exemplos: Lâminas usadas em laboratório, tecidos humanos, material transfusional e outros.


Grupo B: Nesse grupo estão incluídos os resíduos químicos, caracterizados por oferecerem um importante risco a saúde humana e ao meio ambiente. Exemplos: Medicamentos, conteúdo regente utilizado em laboratórios e outros.

Grupo C: estão incluídos nesse grupo os materiais que contêm altas quantidades de radionuclídeos.

Grupo D: Neste grupo estão os resíduos que não apresentam risco à saúde humana. São materiais originados da cozinha do estabelecimento e das áreas administrativas.

Grupo E: neste grupo estão os perfurocortantes, como agulhas, ampolas quebradas, lâminas de bisturi, lancetas e outros.

A contaminação dos lençóis freáticos em decorrência do descarte incorreto de resíduos hospitalares é um fator preocupante. Estudos de Heera e Rajor (2014), sugeriram que a incineração de resíduos hospitalares gera altas quantidades de metais pesados e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, capazes de poluir lençóis subterrâneos e superficiais. Análise das cinzas apontaram um aumento no teor de cloreto (8500 mg/L), acima dos limites estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde para a água potável. Análises de chorume, encontradas nos lixões de Omã, apontaram alta concentração de Al (2,050 mg/l), V (0,9775 mg/l), Cr (2,800 mg/l), Mn (0,503 mg/l), Co (0,128 mg/l), Ni (0,773 mg/l), Ba (0,8575 mg/l), Pb (0,130 mg/l) e Fe (39,25 mg/l) em aterros sem revestimento, responsáveis pela contaminação de águas superficiais e subterrâneas (AL RAISI *et al.*, 2014).



O descarte impróprio também pode acarretar em prejuízos ao solo. Em análise de solos onde foram descartados resíduos hospitalares, Abidemi e Theresa (2015) identificaram nas amostras coletadas, uma alta concentração de metais pesados, entre eles zinco (1133 ± 897 mg/kg), níquel ($26,3 \pm 51,1$ mg/kg), cobre (110 ± 90 mg/kg), chumbo (137 ± 64 mg/kg) e cromo ($3,63 \pm 2,46$ mg/kg). Borges (2007) defende que os metais pesados são importantes fontes de contaminação dos solos por não serem biodegradáveis.

A incineração é uma das formas usadas para o tratamento de lixos hospitalares. Entretanto, no ato da incineração são liberados uma ampla variedade de poluentes que impactam negativamente o meio ambiente e a saúde humana. Entre os componentes liberados no ato da incineração estão metais, gases tóxicos, óxidos de nitrogênio e enxofre. Os impactos na saúde incluem maiores riscos de câncer, complicações respiratórias, anomalias congênitas e desequilíbrios hormonais. A nível ambiental, pode contribuir para o aquecimento global e acidificação (SHARMA et al 2013).

O Brasil conta com algumas normas para que efetue o correto manuseio, tratamento e disposição de lixos urbanos e também de serviços de saúde. O gerenciamento adequado dos resíduos dos serviços de saúde é regido pela resolução RDC nº 306 de 2004 da ANVISA (LEN, 2007).

De acordo com o Ministério da Saúde, o manuseio dos resíduos deve se dar em quatro partes (LEN, 2007).

1. **Triagem e condicionamento:** Os resíduos deverão ser separados no local de produção, sendo classificados de acordo com a natureza e local que foi originado. Recomenda-se o uso de embalagens plásticas identificadas por grupos, de acordo com a NBR 9191/2002 da ABNT.
2. **Coleta e transporte interno:** A unidade gestora deverá definir os horários para a coleta e transporte. Os materiais não deverão ser misturados, e deverão ser transportados em carrinhos adequados, de fácil manejo e de fácil limpeza.
3. **Coleta e transporte externos:** Os resíduos sólidos dos serviços de saúde deverão ser coletados e transportados de acordo com a NBR 12810 e NBR 14652 da ABNT. Consiste na retirada dos resíduos dos serviços de saúde e transporte até o local de tratamento ou descarte final.
4. **Disposição final:** Consiste no depósito dos resíduos o solo, de acordo com a resolução CONAMA 237/97.

O manejo correto dos resíduos originados dos serviços de saúde é de fundamental importância para a preservação ambiental. Para que se obtenha resultados mais satisfatórios no manejo de resíduos hospitalares, seria importante que houvesse investimento em treinamento da equipe hospitalar acerca do correto descarte e manejo (COSTA; FONSECA, 2009).

A Rede Global de Hospitais Verdes e Saudáveis, por meio da Agenda Global para Hospitais Verdes e Saudáveis oferecem iniciativas a fim de promover a sustentabilidade e a saúde ambiental no âmbito da saúde. A rede, que é tida como referência, representa mais de 3500 hospitais em todo o mundo. Os hospitais que aderirem a RGHVS deverão se comprometer a cumprir pelo menos dois objetivos dos dez mantidos pela rede.

Quadro 1 –Objetivos gerais da AGHVS.

OBJETIVOS DA AGHVS
Liderança: Priorização da saúde ambiental
Substâncias químicas: Substituição das substâncias perigosas por alternativas mais seguras
Resíduos: Reduzir, tratar e dispor de forma segura os RSS
Energia: Implementar formas limpas e renováveis de geração de energia elétrica
Água: Reduzir consumo e oferecer água tratada
Transporte: Melhora no transporte para funcionários e pacientes
Alimentos: Oferecer alimentos saudáveis e cultivados de forma saudável
Produtos farmacêuticos: Prescrição apropriada, administração segura e destinação correta
Edifícios: Apoiar projetos e construção de hospitais que visem a sustentabilidade
Compras: Comprar materiais mais seguros e sustentáveis

Fonte: Urioste, 2019.

A AGHVS dispõe de nove ações, que estão diretamente relacionadas aos seus objetivos, sendo elas direcionadas para a redução, tratamento, e disposição segura dos resíduos.

Quadro 2 – Objetivos da AGHVS para a gestão de RSS.

AÇÕES ESPERADAS PARA O GERENCIAMENTO DE RSS
1. Implementação de critérios ambientais, e evitar a compra de materiais prejudiciais ao meio ambiente, como mercúrio e PVC;

2. Formar uma comissão de gerenciamento e alocar recursos para a gestão de resíduos;
3. Implementar programa de redução de resíduos. Por exemplo: quando um medicamento puder ser dado por via oral, que se evite o injetável, caso se tenha o mesmo efeito;
4. Separar os resíduos e reciclar os não perigosos;
5. Implementar programa de treinamento que inclua a correta manipulação de objetos perfurocortantes, e demais resíduos;
6. Exigir que as pessoas que manuseiam resíduos sejam vacinadas e treinadas para tal;
7. Tratar os resíduos de forma ambientalmente sustentável;
8. Sugerir para o poder público a construção de aterros sanitários seguros;
9. Apoiar e participar de políticas, com a de “lixo zero” em nível hospitalar.

Fonte: Urioste, 2019.


Por meio de esforços como o da Agenda Global para Hospitais Verdes e Saudáveis, torna-se possível a construção de ações mais sustentáveis por parte dos setores da saúde, o que culmina em benefícios para o meio ambiente e para a saúde humana.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O descarte incorreto dos resíduos oriundos dos serviços de saúde são responsáveis por importantes problemas ambientais e de saúde pública, não somente para a comunidade que vive ao redor dos depósitos inapropriados, mas também para os profissionais da saúde.

A pesquisa objetivou abordar acerca dos impactos ambientais ocasionados pelo descarte incorreto dos resíduos oriundos dos serviços de saúde, bem como discutir alternativas que promovam o bem estar ambiental. Verificou-se que os locais onde houveram descarte inapropriado de resíduos hospitalares apresentaram elevados índices de metais pesados, capazes de poluir lençóis subterrâneos, superficiais, e o solo em que foi depositado. Constatou-se também que a incineração pode provocar prejuízos ao sistema respiratório humano e contribuir para problemas ambientais, como o aquecimento global.

Verificou-se também que a implementação de estratégias como a Agenda Global para Hospitais Verdes e Saudáveis, são indispensáveis para a promoção da sustentabilidade e da saúde ambiental no âmbito da saúde.



Por fim, constatou-se que seriam necessários mais investimentos em capacitação profissional e na implantação de técnicas que visem o correto gerenciamento dos resíduos oriundos dos serviços de saúde, o que contribuiria para a promoção da sustentabilidade e para a diminuição dos riscos à saúde da população.

REFERÊNCIAS

ABIDEMI, O. O.; THERESA, O.C. Environmental fate of heavy metals in soil of Ido-Osun wastedump site, Osogbo, Osun, Nigeria. **American Journal of Environmental Protection**, v. 3, n. 1, p. 1-4, 2015.

ALJABRE S. H. Hospital generatedwaste: a plan for its proper management. **Journal of family & community medicine**, v. 9, n. 2, p. 61–65, 2002.

AL RAISI, S. A. H. et al. Assessment of heavy metals in leachate of anunlinedl and fill in the Sultanate of Oman. **International Journal of Environmental Science and Development**, v. 5, n. 1, p. 60–63, 2014.

ALTIN, S. et al., Determination of Hospital Waste Composition and Disposal Methods: a Case Study. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 12, n. 2, 2003.

ALWABR, G.M.A. et al. Determination of medical waste composition in hospitals of Sana'acity, Yemen. **Journal of Applied Sciences and Environmental Management**, v. 20, n. 2, 2016.

ANDRÉ, S.C.S. et al. **Resíduos hospitalares: riscos à saúde pública e ao ambiente**. In: XIII Safety, Health and Environment World Congress. Portugal, 2013.


ARSHAD, N. et al. Hospital Waste Disposal: A Review Article. **Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**, v. 3, n. 8, p. 1412-1419, 2011.

BORGES, R. C. **Aplicação de resíduo URA na remediação química de solos contaminados por Cd, Pb e Zn.**, 2007, 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

BOROWY, I. Resíduos hospitalares: o lado negro da saúde. **Revista História, ciência, saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, p. 231-251, 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde**. – Brasília, 2006.

BRASIL. **Resolução n.5 de 5 de Agosto de 1993**. define normas mínimas para o tratamento de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde, portos e aeroportos bem como a necessidade de estender tais exigências aos terminais rodoviários e ferroviários. Diário Oficial da União, Brasília, 31 de agosto de 1993.



CAFURE, V.A.; PATRIARCHA-GRACIOLLI, S.R. Os resíduos de serviço de saúde e seus impactos ambientais: uma revisão bibliográfica. **Revista Interações**, Campo Grande, v. 16, n. 2, p. 301-314, 2015.

COSTA, W.M.; FONSECA, M.C.G. A importância do gerenciamento dos resíduos hospitalares e seus aspectos positivos para o meio ambiente. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 5, n. 9, p. 12-31, 2009.

HEERA, S.; RAJOR, A. Bacterial treatment and metal characterization of biomedical wasteash. **Journal of Waste Management**, p. 1-7, 2014.

HUIYING, S.; HUAQING, J. Present situation and disposal of medical wastes in China. **Environmental Pollution and control-Hangzhou**, v. 24, n. 5, p. 312–313, 2002.

LEN, L.M.P. **Lixo hospitalar e suas consequências sanitárias e ambientais: Estudo comparativo de caso em Fortaleza – Ceará**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Ceará, 2007.

MARTINI, M. et al. Hospital waste: can we reduce the environmental impact of a large university hospital? **Clinical & Biomedical Research**, v. 37, n. 4, p. 288-294, 2017.

POZZETTI, V.C.; MONTEVERDE, J.F.S. Gerenciamento ambiental e descarte do lixo hospitalar. **Revista Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 14, n. 28, p. 195-220, 2017.

Sharma, R. et al. The impact of incinerator on human health and environment. **Reviews on Environmental Health**, v. 28, n. 1, p. 67–72, 2013.

SOUSA, B.A. et al. **Lixo hospitalar e seus impactos no meio ambiente**. In: 5º Seminário Pesquisar. 2015.

URIOSTE, A. **Avaliação de riscos ambientais no gerenciamento de resíduos em setores assistenciais de um hospital público na cidade de São Paulo**. Dissertação de Mestrado. Uninove. São Paulo, 2019.

CAPÍTULO 30

POTENCIALIDADE À SALINIZAÇÃO E À DESERTIFICAÇÃO DE PERÍMETROS IRRIGADOS POR SENSORIAMENTO REMOTO

Danrley Bosco Santos Silva, Graduando de Engenharia Ambiental e Sanitária, UFS
Ravane Oliveira Andrade, Graduanda de Engenharia Ambiental e Sanitária, UFS
Paulo Sérgio de Rezende Nascimento, Professor do Departamento de Engenharia Ambiental, UFS

RESUMO


O processo de salinização dos solos e águas subterrâneas é ocasionada por fatores naturais (susceptibilidade) e potencializada por fatores antrópicos (vulnerabilidade). O manejo incorreto da irrigação é uma das causas do acúmulo de sais nos solos, provocando modificações adversas nas propriedades físico-químicas do solo, retardando ou impedindo o desenvolvimento das plantas, podendo ocasionar a desertificação e o consecutivo abandono das terras e aumento das fronteiras agrícolas. Diante da importância da agricultura irrigada, a presente pesquisa visou identificar e mapear a susceptibilidade e vulnerabilidade à salinização e à desertificação dos perímetros irrigados Betume, Califórnia, Cotinguiba/Pindoba e Jacaré-Curituba da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco no Estado de Sergipe. Para a realização do trabalho foram usados os dados digitais da SEMARH e EMBRAPA e para confecção dos mapas foram utilizados os *softwares* SPRING e QGIS. Apesar de estarem situados na mesma bacia hidrográfica, os perímetros irrigados apresentam distinção no parâmetro salinidade. Logo, medidas preventivas como uso correto da água, manejo adequado e técnica para melhorar a drenagem ajudam a evitar o excesso de sais, enquanto o uso de corretivos e plantas extratoras são as medidas mais adotadas para recuperar um solo salinizado.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação; desertificação; degradação do solo, manejo agrícola

INTRODUÇÃO

A salinização dos solos é uma das principais formas de degradação das terras. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), atualmente existem mais de 397 milhões de hectares de terras no mundo completamente salinizadas. No Brasil, segundo a EMBRAPA Solos (2018), estima-se que 2% ou 160.000 km² do território apresentam problemas relacionados à salinização, com predominância na região Nordeste. O excesso de sais acarreta a infertilidade do solo, reduz a produção agrícola, gerando impactos socioeconômicos e ambientais.

Segundo Ribeiro (2010) e Silva *et al.* (2011), a salinização pode ser um processo natural ou induzida pelo homem. O processo de salinização natural ou primário ocorre devido às características litológicas na formação do solo (pedogênese) e são mais comuns em regiões



tropicais com o clima quente e seco, onde as taxas de evaporação superam as taxas de precipitação, como é o caso do semiárido nordestino. Por outro lado, a salinização induzida ou secundária ocorre principalmente devido a expansão das áreas irrigadas em terras marginais, do uso de águas salinas na irrigação, do manejo inadequado da água e do solo e da drenagem deficiente.


De acordo com Pontes *et al.* (2013), os perímetros irrigados são áreas destinadas, pelo governo federal, para implantação de projetos públicos de modernização da agricultura irrigada, visando o crescimento socioeconômico para fixar os pequenos agricultores na área rural. No Estado de Sergipe, de acordo com Santos *et al.* (2015), as décadas de 1970 e 1980 foram marcadas pela implantação de vários perímetros irrigados, principalmente no semiárido. Como as condições naturais do semiárido dificultam o desenvolvimento da agricultura, a área determinada para implantação dos perímetros urbanos foi a planície de inundação (várzea) do rio São Francisco.

Na irrigação, de acordo com a EMBRAPA (2018), a salinização é desencadeada quando o solo não possui uma drenagem interna eficiente e os sais presentes na água e na adubação tendem a se acumular nos horizontes superficiais, podendo torná-los com características desérticas em casos mais graves. Segundo Roxo (2006), a desertificação pode ocorrer em diversas regiões, em especial nas semiáridas, em virtude principalmente da retirada da vegetação, das diversas formas de manejo em que são submetidos os recursos naturais e principalmente pela degradação dos solos. De acordo com o Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação Sergipe (PAE), o Alto Sertão Sergipano é a área do estado mais afetada pelo processo de desertificação, sendo classificada de acordo com os parâmetros adotados como muito grave.

O presente estudo tem por objetivo identificar e mapear as áreas mais susceptíveis e vulneráveis a salinização nos perímetros irrigados da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco no Estado de Sergipe, visando evitar o processo de desertificação.

REFERENCIAL TEÓRICO

A disponibilidade hídrica total do Brasil, apesar de confortável, não é homogênea quanto à distribuição, pois existem problemas localizados na região semiárida do Nordeste. Conforme Silva *et al.* (2013), a utilização da água para fins de irrigação requer não somente ter presentes as condições de caráter químico que apresenta a água quando é analisada, como também as características físico-químicas dos solos em que vai ser aplicada.



A irrigação é uma técnica que consiste na aplicação artificial de água nas culturas, através de métodos que melhor se adaptem ao solo e às plantas, contribuindo para o aumento da produção, juntamente com as demais práticas agrícolas, como reportam Leite *et al.* (2012). Apesar dos benefícios evidentes, como aumento da produtividade, melhores condições ao agricultor, possibilidade de cultivo de duas ou mais culturas ao ano, Oliveira *et al.* (2017) destacam que pode ocasionar impactos ao ambiente como comprometimento da qualidade e quantidade de água, salinidade do solo, desertificação, desmatamento e perda da biodiversidade.

A partir da década de 70, buscando melhorar a agricultura e trazer desenvolvimento para o campo, iniciou-se a construção dos perímetros irrigados no semiárido nordestino. Embasados pelo Estatuto da Terra Lei nº 504 de 1964, os perímetros são áreas demarcadas pelo Estado e que possuem potencial agricultável e uma abundante disposição de força de trabalho (Pontes *et al.*, 2013). Conforme Diniz (1999), a criação dos perímetros estava embasada por uma política que visava, além da produção agrícola familiar, a exploração do Vale do São Francisco, onde seria comum a instalação de grandes empresas.

É notório o desenvolvimento econômico das áreas irrigadas e como isso melhorou, de certa forma, a vida dos moradores locais. No entanto, a execução do projeto pelo Departamento Nacional de Obras contra as Secas (DNOCS) causou impactos negativos, pois muitas famílias foram expulsas do programa e das áreas desapropriadas, e não receberam outros lotes. Além disso, os trabalhadores tinham que lidar com as imposições e uma carga horária extensa. Outro fator a mencionar segundo Pontes *et al.* (2013), tem é o uso intensivo de insumos mecânicos e químicos, principalmente os agrotóxicos, além da imposição de culturas previamente selecionadas baseadas na rentabilidade do mercado.

Após a modernização da agricultura no Brasil, houve diversas modificações no cenário econômico, seja pelo aumento da produtividade, pela maior quantidade de áreas agricultáveis ou devido ao maior domínio do setor primário no produto interno bruto. No entanto, de acordo com Sauer (2010), essas modificações trouxeram diversas consequências negativas nos espaços destinados a essas atividades a começar pelo desmatamento, queimadas, perda da fertilidade do solo e, por conseguinte a intensificação dos processos erosivos.

Segundo Ongley (2000), o avanço das áreas agrícolas intensificou a degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, com relação à salinidade e sodicidade do solo. De acordo com Oliveira (2015), os processos potencializadores da salinização ocorrem

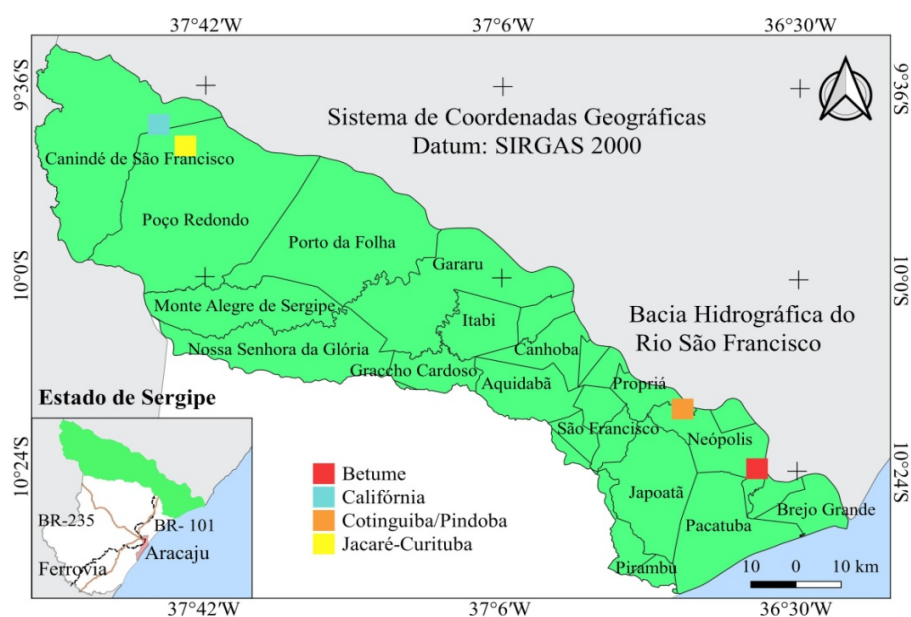
principalmente nas regiões áridas e semiáridas por causa das características naturais, como também por serem áreas onde os solos são rasos e com drenagem deficiente. Além disso, a predisposição dos solos à salinização segundo Sampaio *et al.* (2005), pode ser apontada pelos tipos de solos, pela qualidade da água utilizada para irrigação e pela quantidade de áreas irrigadas.

Como consequência da salinização e sodicidade, a desertificação é um outro problema enfrentado nas regiões semiáridas. Segundo a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNITED NATIONS, 2001), a desertificação é o: “processo de degradação das terras de regiões semiáridas e subúmidas, resultante de fatores naturais, como a variação climática, e antrópicos”. Outro fator importante, é a diferença conceitual entre seca e desertificação; a primeira está relacionada à fatores climáticos (diminuição da precipitação) e periódicos, que influenciam os sistemas produtivos; já a segunda é ocasionada pela junção de diversos processos como salinização, agricultura extensiva, aumento das fronteiras agrícolas e manejo inadequado do solo agricultável.

METODOLOGIA

Os perímetros irrigados Betume, Califórnia, Cotinguiba/Pindoba e Jacaré-Curitiba estão localizados na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (BHRSF) no Estado de Sergipe, à margem esquerda do seu rio principal e homônimo (Figura 1).

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo e dos perímetros irrigados (BHRSF)



Fonte: Os autores (2020)

Para a elaboração desse trabalho foram utilizadas referências bibliográficas e dados temáticos digitais, *softwares* e imagens do *Google Earth*. O levantamento bibliográfico consistiu na pesquisa sobre a salinização e desertificação em áreas irrigadas, levando em consideração os impactos causados ao longo dos anos por essa prática. Os dados digitais para a confecção dos mapas foram disponibilizados no *site* da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) e pela Embrapa Tabuleiros Costeiros. Os programas utilizados foram o SPRING, desenvolvido pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) e o QGIS de Código Aberto da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) e licenciado segundo a Licença Pública Geral (GNU), ambos gratuitos.

As elaborações dos mapas seguiram a legislação vigente que define o uso do Datum SIRGAS-2000. No SPRING, os dados digitais foram editados e importados para o QGIS para a confecção dos mapas de desertificação, salinidade e solos. Para a realização dos mapas dos perímetros irrigados utilizou-se inicialmente as imagens do *Google Earth* para delimitar o polígono de cada área irrigada. Por meio dos dados amostrais de águas subterrâneas trabalhados por Cruz et al. (2008), utilizou-se critérios definidos por Ayers e Westcot (1991) para avaliação da Condutividade Elétrica (CE). A tabela 1 resume os limites toleráveis para a variável medida.

Tabela 1: Avaliação da salinidade

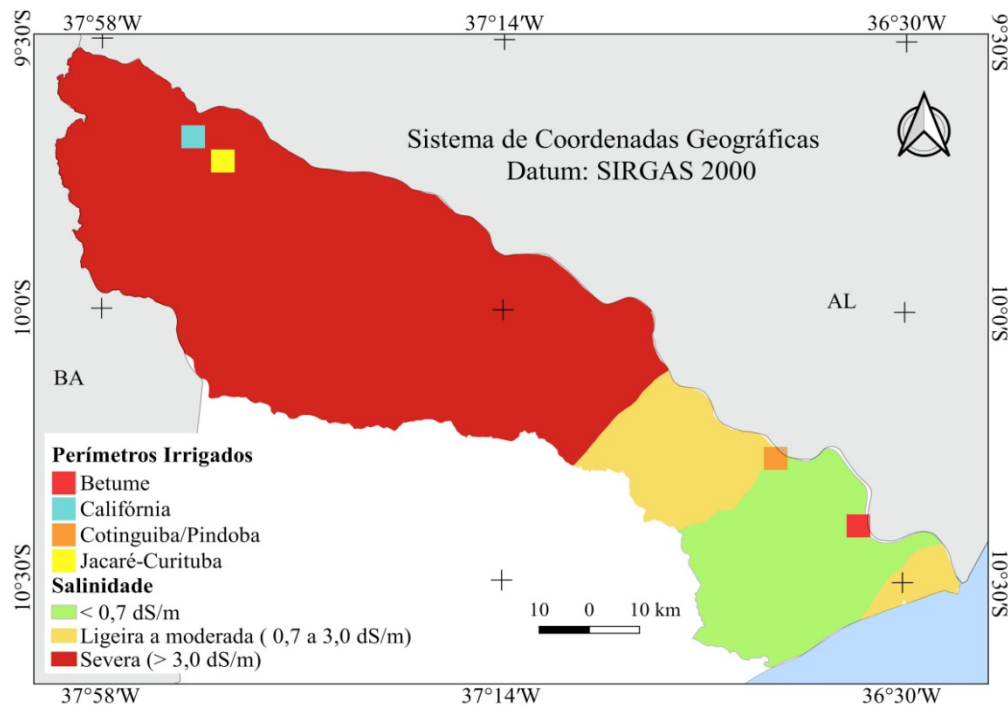
Risco	Variável	Classes de restrição		
		Nenhuma	Moderada	Severa
Salinização	Condutividade Elétrica (dSm ⁻¹)	<7	07, a 3,0	>3,0

Fonte: Adaptado de Ayers e Wescot (1994)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, podem ser vistos os valores da condutividade elétrica (CE) para toda a Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco no Estado de Sergipe. Por meio desse parâmetro é possível expressar a concentração de sais dissolvidos totais (SDT), representados principalmente, pelos íons inorgânicos Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Cl⁻, SO₄²⁺ e HCO₃⁻. Há uma diferença no nível de salinização entre os perímetros irrigados, a região semiárida representada pelos perímetros Califórnia e Jacaré-Curituba apresentaram índices severos de salinização com CE >3,0 dS/m, enquanto os perímetros localizados no Agreste apresentaram índices menores que 0,7dS/m de CE, considerado como normal (não salino).

Figura 2: Mapa de salinidade da área de estudo



Fonte: Os autores (2020)

A diferença de salinidade ocorre principalmente devido às condições climáticas do semiárido, com baixa taxa de precipitação e altas taxas de temperatura e evaporação, e pela variedade litológica dos domínios geológicos proterozoicos, com um conjunto rochas de composição mineralógica variada. A mineralogia variada apresenta quantidades de cátions (principalmente os alcalinos e alcalinos terrosos) facilmente dissolvidos pelo intemperismo químico e que se precipitam nos níveis mais superficiais dos solos, pois a lixiviação é pouca intensa em decorrência da baixa precipitação. Nesse contexto, a intensificação da lixiviação em períodos de chuva permite que ocorra a salinização das águas subterrâneas.

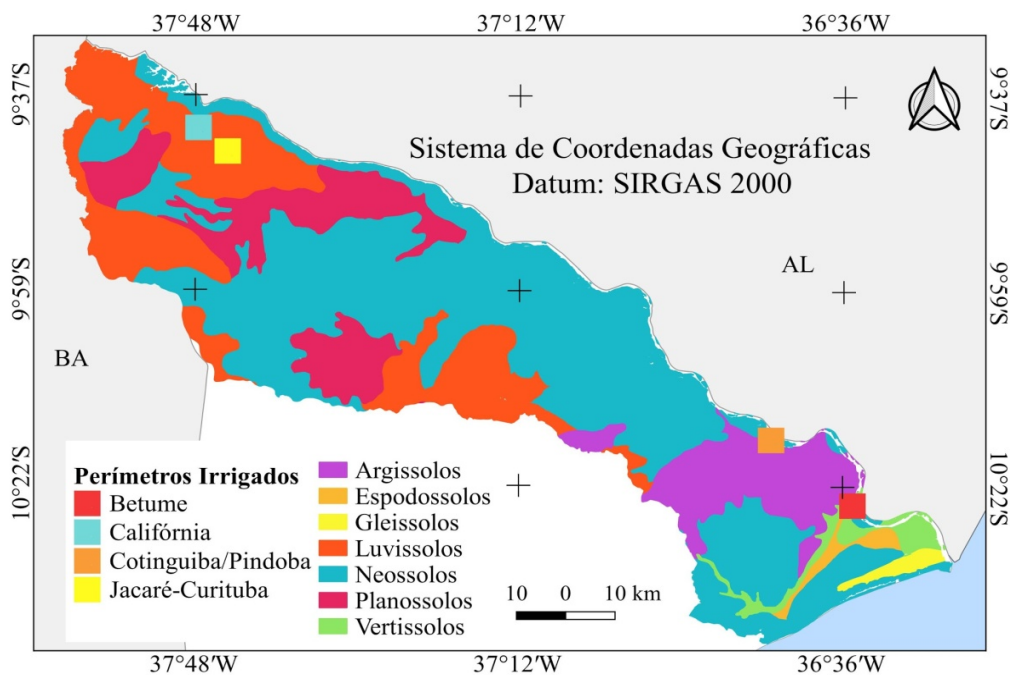
Essas características definem a maior susceptibilidade ou predisponência da região semiárida à salinização. Dessa forma, nos perímetros Califórnia e Jacaré-Curituba, as ações de degradação do solo, como o desmatamento da vegetação natural (caatinga ou savana estépica) e a consecutiva conversão em pastagem, o manejo incorreto da irrigação e a drenagem deficiente caracterizam a vulnerabilidade à salinização.

Em oposição, os sedimentos quartzosos pouco consolidados ou inconsolidados das Formações Superficiais formadas pelos arenitos terció-quaternários do Grupo Barreiras e pelas Coberturas Cenozoicas aluvionares e dunares não apresenta uma mineralogia diversificada.

Além desse fato, a mineralogia dessas formações é composta principalmente por quartzo, que é formado somente pelo tetraedro de sílica e resistente ao intemperismo químico, como ao intemperismo físico. Outro fator é a maior precipitação, intensificando o intemperismo químico e a lixiviação, dessa forma, os sais dissolvidos vão ser carreados para rios e em seguida para o oceano.

Segundo Santos *et al.* (2015), os diversos tipos de solos apresentados no mapa da Figura 3 refletem diferentemente os efeitos da salinização, devido à variedade da composição mineralógica e a textura das rochas. De acordo com a EMBRAPA (2018), os Luvisolos representam a maior parte da área dos perímetros da região semiárida, esse solo só ocorre em áreas de restrição hídrica e apresentam susceptibilidade à compactação e à erosão. De acordo com Amorim *et al.* (2008), os Planossolos possuem uma boa infiltração na camada arenosa superior, mas nas camadas inferiores as argilas podem liberar grande quantidade de sais. Esses solos possuem uma drenagem inadequada e permeabilidade lenta, por esses motivos foram classificados como de alta susceptibilidade à salinização. Os Argissolos apresentam baixa susceptibilidade a salinização por apresentarem textura arenosa com presença de cascalho e boa drenagem.

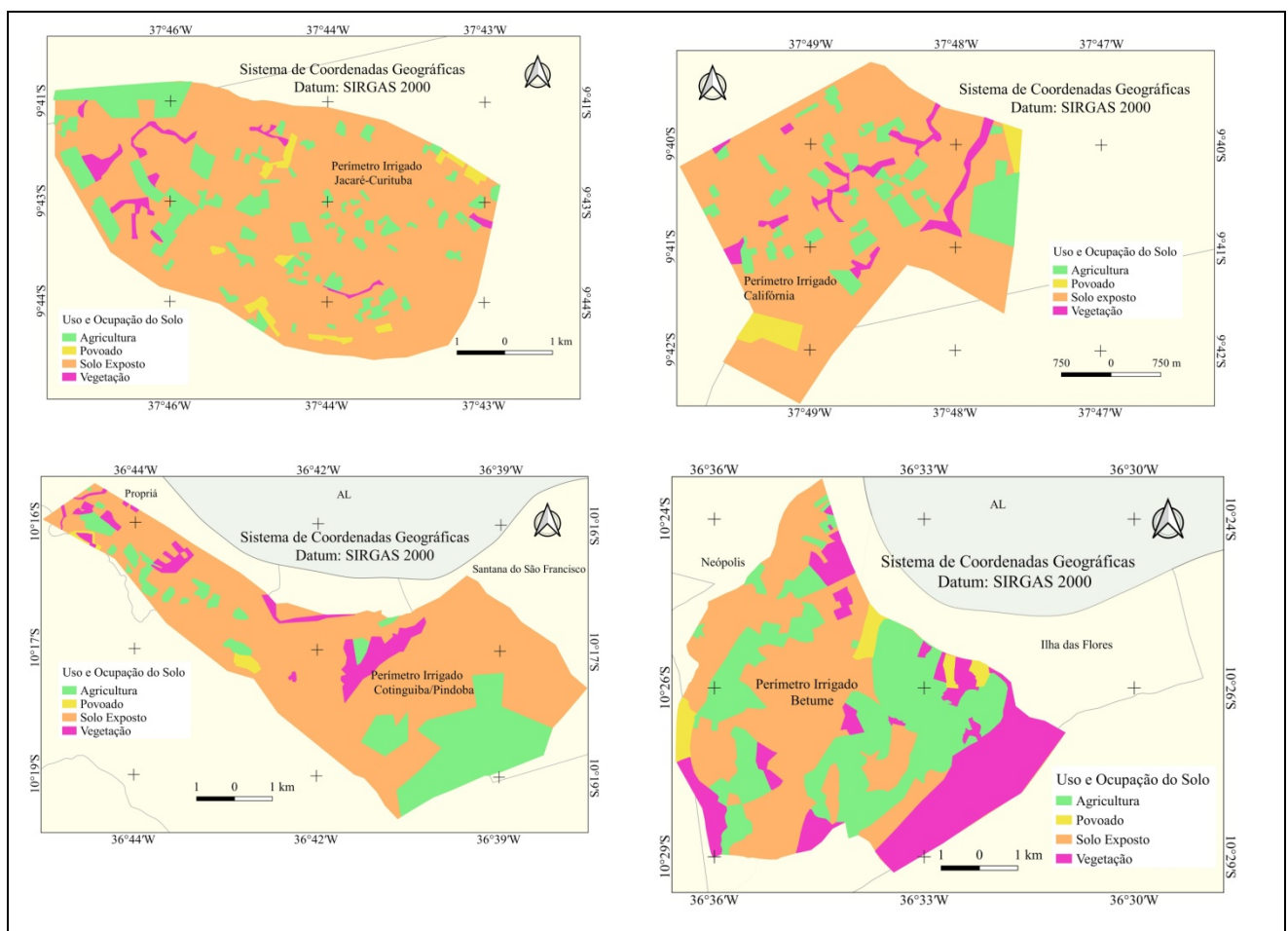
Figura 3: Tipos de solos da área de estudo



Fonte: Os autores (2020)


Pelos mapas da Figura 4, percebe-se que a vegetação natural foi desmatada e convertida em pastagens e cultivos agrícolas. A redução da vegetação é uma evidência do aumento da salinização, visto que há uma diminuição considerável do material orgânico propiciando a perda de nutrientes e deixando o solo exposto alterando as suas propriedades físicas e químicas. A pastagem, em predomínio por toda a bacia, além de diminuir a vegetação natural, o pisoteio de animais podem vir a compactar esses solos, diminuindo a infiltração e propiciando a acumulação de sais no solo e que gradativamente vão se acumular nas águas subterrâneas. O solo exposto, a pastagem e a diminuição da vegetação natural são marcas possíveis do processo de desertificação.

Figura 4: Mapa de uso e cobertura da terra dos quatro perímetros irrigados



Fonte: Os autores (2020)

Aguiar Netto *et al.* (2007) em estudo sobre o perímetro irrigado Califórnia observaram que a salinização é possivelmente uma consequência do manejo inadequado, pelo uso exagerado de água da irrigação e pelo assoreamento dos drenos naturais nos talwegues naturais. A salinização no perímetro irrigado Jacaré-Curituba de acordo com Santos *et al.* (2015) ocorre em algumas parcelas do perímetro podendo disseminar e atingir outras áreas, a irrigação



desencadeou o aumento da concentração de sais. No estudo, após uma análise do solo, foram encontrados três níveis de salinidade: salino, salino-sódico e sódico das 32 áreas de coleta distribuídas nos quatro setores produtivos do perímetro, 46,8% estão salinizadas.

De acordo com IBAMA (2003), a salinização dos solos e dos recursos hídricos são um dos principais agentes considerados desencadeadores da desertificação, assim como desmatamento, expansão e intensificação do uso agrícola sobre terras secas, a utilização de técnicas de irrigação mal dimensionadas, além de diversos outros agentes. Em estudo sobre uso da Terra, Freire *et al.* (2011) constatou que na região de Xingó em Sergipe entre os anos de 1989-2003 houve um aumento de 91,3% de solo exposto, diminuição de áreas agropastoris de 21,2%, diminuição da caatinga arbórea (9,7%) e da caatinga arbustiva (68,7%) e o aumento de áreas urbanas ou antropizadas de 70%.


Diante da salinização, o gesso é uma técnica adequada na redução do sódio no solo, elevando com rapidez os teores de bases trocáveis (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+}). Em estudos feitos por Barros *et al.* (2004), comprovou-se que aplicações de gesso e gesso mais calcário contribuíram para diminuição da sodicidade dos solos, houve um aumento da concentração de cálcio e as modificações foram verificadas após a análise da Condutividade Elétrica (CE).

A utilização de plantas fitoextratoras também tem demonstrado ser uma técnica de grande potencial, Souza *et al.* (2011) estudaram a *Atriplex numulária* com planta extratora em um solo salino sódico e com os dados médios de concentração dos elementos observaram elevados teores de elementos como sódio e cloro nas folhas confirmando o poder de absorção. Entretanto, essa técnica só é eficaz se houver melhoria das qualidades físicas e químicas do solo, que acontece quando inicialmente se aplica algum tipo de corretivo químico, como o gesso.

Em relação à desertificação, Sá *et al.* (2010) e Galindo *et al.* (2008) ressaltam que a característica principal de percepção do processo de desertificação no semiárido são as manchas de solo exposto. Habitualmente, são áreas com solos rasos (Neossolos litólicos e os Planossolos, por exemplo), com baixa capacidade de reter água e com limitações na estrutura física e química do solo, aumentando a predisposição para a desertificação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante disso, a agricultura irrigada em regiões áridas e semiáridas requer um monitoramento periódico da salinidade do solo. Para tanto, procedimentos práticos e rápidos



para a medida da Condutividade Elétrica e uma análise contínua do solo e da água, que permita identificar áreas fontes de sais e mapear a distribuição e extensão dos solos tornam-se indispensáveis na prática agrícola. O manejo correto da irrigação e a uma drenagem eficiente são outras ações adequadas na prevenção da salinização e que devem fazer parte de qualquer projeto de irrigação.

Em relação à desertificação, ações voltadas ao controle e prevenção do avanço desse processo são fundamentais. É preciso entender que os processos de desertificação não ocorrem apenas pelas condições naturais das regiões semiáridas, mas principalmente em decorrência das práticas inapropriadas de uso e ocupação do solo. O controle do desmatamentos e queimadas, aliado a adoção de mecanismos de práticas sustentáveis e monitoramento das áreas propícias, são técnicas que auxiliam na prevenção, identificação e no possível combate da desertificação.

AGRADECIMENTO

À Embrapa Tabuleiros Costeiros, em especial ao Pesquisador Marcus Aurélio Soares Cruz, pela disponibilização dos dados digitais do Atlas de Qualidade da Água Subterrânea no Estado de Sergipe com Fins de Irrigação.

REFERÊNCIAS

AGUIAR NETTO, A. O. A. et al. Características químicas e salino-sodicidade dos solos do perímetro irrigado Califórnia, SE, Brasil. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p. 1640 – 1645, 2007.

AMORIM, J. R. A. et al. Qualidade da água na agricultura irrigada. In: Albuquerque. P. E. P. de; Durães, F. O. M. (ed.). **Uso e manejo de irrigação**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. Cap.6, p. 255 – 316, 2008.


AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **WaterQuality for agriculture**. 3 ed. Rome: FAO. 1994, 174p. (FAO. IrrigationandDrainagePaper, 29).

BARROS, M.F.C.; FONTES. Recuperação de solos afetados por sais no Nordeste do Brasil pela aplicação de gesso de jazida e calcário. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 59 – 64, 2004.

DINIZ, A. S. A Intervenção do Estado e as Relações de Poder na Construção dos Perímetros Irrigados do Nordeste. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, v. 1, ano 1, p. 81-90, 1999.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa, 2018, 355 p.

FREIRE, N. C; PACHÊCO, A. P. **Desertificação: análise e mapeamento**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2011, 93p.



GALINDO, L C. L.; RIBEIRO, M. R.; SANTOS, M. F. A. V, LIMA, J. F. W. F.; FERREIRA, R. F. A. L. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no Município de Jatauba, PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 32, p. 1283-1296,2008.

LEITE, M. J. H, et al. Avaliação da fertilidade do solo em perímetros irrigados: Engenheiro Arcoverde e São Gonçalo, PB. **Revista Verde**,v. 7, n. 4, p. 214 – 225, 2012.

OLIVEIRA, S. C. et al. Qualidade das águas superficiais do Médio São Francisco após a implantação dos perímetros irrigados de Gorutuba/Lagoa Grande e Jaíba. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22. n. 4, p. 711 – 721, 2017.

ONGLEY, E.D. **Controle da poluição da água pelas atividades agrícolas**. Tradução de GHEYI, H.R.; DAMASCENO, F.A.V.; BRITO, L. T. L. Campina Grande: UFPB, 2000. 92 p.

OLIVEIRA, A. S. **Aspectos dos solos salinizados e remediação no Estado de Sergipe**. 2015. 90f. Dissertação(Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

PONTES, A. G. V. et al. Os perímetros irrigados como estratégia geopolítica para o desenvolvimento do semiárido e suas implicações à saúde, ao trabalho e ao ambiente. **Ciência Saúde Coletiva**, v. 18, p. 11, p. 3213 – 3222, 2013.

RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. S.; Lacerda, C. F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, p. 11 – 19, 2010.

ROXO, M. J. MOREIRA, E. **O panorama mundial da desertificação**. João Pessoa Ed. Universitária da UFPB, 2006.

SÁ, I. B. et al. Processos de desertificação no Semiárido brasileiro, In: Sá, I. B.; Silva, P. C. G. **Semiárido Brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. 1 ed. Embrapa, Petrolina. p. 126 – 158,2010.

SAMPAIO, E. V.S.B.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, YONY S.B. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil. **Revista de Geografia**. Recife: UFPE, v. 22, n. 1, 2005.

SANTOS, S. J. S.; LUCAS, A. A. T. Diagnóstico da salinização ocorrente no solo do perímetro irrigado Jacaré-Curitiba do território do alto sertão sergipano. In: Aguiar Netto, A. O. et al. (Orgs). **Contexto socioambiental das águas do rio São Francisco**. São Cristóvão: UFS, p. 253 – 273, 2015.

SAUER, S. **Terra e modernidade: a reinvenção do campo brasileiro**. São Paulo:Expressão Popular. 2010, 185 p.

SILVA, J. L. A. et al. Evolução da salinidade em solos representativos do Agropólo Mossoró-Assu cultivado com meloeiro com água de diferentes salinidades. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 7, n. 4, p.26-31, 2011.

SILVA, P. F. et al Perfil da irrigação e qualidade da água nos perímetros irrigados do Município de Arapiraca-AL. **Revista Verde**, v. 8, n. 1, p. 184 – 189, 2013.



SOUZA, E. R. et al. Fitoextração de sais pela *Atriplex nummularia* Lindl. sob estresse hídrico em solo salino sódico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15; p. 477 – 483, 2011.

UN General Assembly Report on the United Nations/European Space Agency/Committee on Space Research Workshop on Data Analysis and Image-Processing Techniques Distr.: General 14 August 2001 Original: English. Damascus, 25-29 March 2001. <http://www.oosa.unvienna.org/Reports/AC105_765E.pdf>. Acesso em: 9 out. 2020.

CAPÍTULO 31

SANEAMENTO RURAL

Semirames do Nascimento Silva, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG

Josivanda Palmeira Gomes, Professora Titular, UFCG

Polyana Barbosa da Silva, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG

Eliezer da Cunha Siqueira, Professor, IFPB

Luís Paulo Firmino Romão da Silva, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG

Mailson Gregório Gonçalves, Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG

Roberta de Oliveira Sousa Wanderley, Doutoranda em Engenharia de Processos, UFCG

Nágela Maria Henrique Mascarenhas, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG

RESUMO

O rural brasileiro é um território amplo e preenchido por variadas populações com identidades peculiares, onde é aplicada uma ampla gama de soluções para o saneamento, especialmente no tocante ao tratamento de água para consumo humano. As áreas rurais e/ou descentralizadas apresentam especificidades que as diferenciam consideravelmente dos núcleos urbanos, requerendo outra abordagem para a construção, operação e gestão dos sistemas implantados. Dessa forma, o conhecimento da realidade onde serão aplicadas as tecnologias e a busca de novas formas de trabalhar são fundamentais na busca de soluções viáveis para o contexto rural. Saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população, a produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica. Tão importante quanto o saneamento urbano, o saneamento rural constitui-se na forma de promover ações na área de saúde, habitação e meio ambiente para garantir o acesso a serviços básicos de saneamento à população rural. Os efeitos do saneamento sobre a saúde e a qualidade de vida da população são amplos e infindáveis. Há tempos é reconhecido por diversas civilizações que sanear os diversos ambientes traz benefícios sobre o desenvolvimento humano da sociedade e o padrão de vida geral da população. Os benefícios abordam o aumento da qualidade ambiental com conseqüente diminuição de doenças infecciosas. Os recursos hídricos não integram os serviços públicos de saneamento básico. Portanto, a utilização de recursos hídricos na prestação de serviços públicos de saneamento básico, inclusive para disposição ou diluição de esgotos e outros resíduos líquidos, é sujeita à outorga de direito de uso, de acordo com as premissas da Política Nacional de Recursos Hídricos. As políticas públicas voltadas para o desenvolvimento rural sustentável se estabelecem sempre tendo como referência a utilização adequada dos recursos naturais e preservação do meio ambiente, porém não há especificações que regem o saneamento rural.

PALAVRAS-CHAVE: Água, Comunidades rurais, Qualidade de água, Recursos Hídricos, Tratamento.




INTRODUÇÃO

As preocupações com a disponibilidade de água potável exigiram uma nova conscientização sobre esse recurso, ou seja, a otimização do uso e da busca de tratamento de qualidade a baixo custo que esteja disponível para os vários segmentos da sociedade. Em locais onde não há políticas definidas quanto ao tratamento da água, como pequenas comunidades, deve haver uma busca de tecnologias adequadas à qualidade da água a ser tratada, com o uso de material disponível na sociedade, inserção da população nas etapas de pesquisa, implantação, desenvolvimento e manutenção de tratamento e priorizar o baixo custo e a facilidade subsequente para a empresa em questão (BRILHANTE et al., 2017).

Comunidades rurais apresentam características peculiares que influenciam diretamente na implantação de serviços de saneamento. Para Nascimento e Heller (2005), a dispersão e a baixa densidade populacional são os principais fatores que dificultam a implantação de ações de saneamento na zona rural. Esses autores consideram que a apropriação da tecnologia pela população é uma das problemáticas em tais situações. Há um enorme déficit na infraestrutura de saneamento na maioria das cidades brasileiras. Para enfrentar este desafio, é necessário conceber uma nova infraestrutura de saneamento com base nos princípios de sustentabilidade (RIBEIRO et al., 2019). A potabilização das águas naturais para fins de abastecimento público tem como função principal tornar adequada a água bruta que chega à estação de abastecimento, conforme o padrão de potabilidade estabelecido pela portaria nº 5/2017 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2017).

A qualidade da água é um indicador essencial para determinar o potencial de reutilização. A qualidade da água varia com localização geográfica, estação do ano, clima, atividades humanas, condições específicas do local e a presença de fontes de poluição (TRAN et al., 2019). A água apresenta três características: as biológicas determinadas por análises microbiológicas para identificação e quantificação de microrganismos; as químicas que são caracterizadas pelo potencial de hidrogênio (pH), alcalinidade e acidez, dureza, cloretos e sulfatos, ferro e manganês, nitritos e nitratos, oxigênio dissolvido, compostos orgânicos. Já para as físicas e para as características sensoriais são consideradas a cor, turbidez, sabor, odor, temperatura e condutividade elétrica (MENBERU et al., 2017). Conforme Zuin et al. (2009) o pH é um importante parâmetro que pode fornecer indícios do grau de poluição, o metabolismo de comunidades ou ainda impactos em um ecossistema aquático. Segundo Henning et al. (2014), a turbidez pode causar sérios danos à saúde, principalmente quando é antropogênica,




pois nas partículas agregam-se os microrganismos causadores de diversas doenças de veiculação hídrica e compostos tóxicos.

O saneamento rural, especialmente em países de dimensões continentais como o Brasil, é marcado por desafios inerentes à ampla diversidade sociocultural e ambiental, modos de ocupação de seu território, apresentando singularidades nas distintas práticas sanitárias (SILVA et al., 2019). As ações de saneamento são um potencial instrumento de redução da vulnerabilidade socioambiental, pois estabelecem condições para que os territórios habitados se consolidem como territórios saudáveis e sustentáveis, fomentando o fortalecimento dos vínculos entre as pessoas e os lugares que habitam (MACHADO et al., 2017).

No Brasil, o déficit em serviços de saneamento é alto, concentrando-se em áreas rurais e periferias de centros urbanos, onde reside a população mais pobre (SILVEIRA, 2013). As estimativas mostram que mais de 1,9 milhão de famílias vivem sem acesso adequado ao consumo de água tratada na região semiárida brasileira (SILVA et al., 2020). A região rural do nordeste do Brasil é, historicamente, muito afetada pela falta de investimentos públicos e, conseqüentemente, pela carência de serviços básicos de saneamento (SALLES; LIMA, 2017). Tal passivo identificado no país tem sido apontado como resultado da pouca iniciativa governamental em áreas rurais, falhas relativas ao monitoramento da qualidade dos serviços, baixa capacidade técnica e de captação de recursos, falhas legislativas, além do desconhecimento por parte dos formuladores de políticas públicas acerca da população rural (KAYSER et al., 2015). Novas visões do conceito de ruralidade e de saneamento rural, bem como uma concepção diferente de saneamento rural, ajudariam a subsidiar a elaboração de programas, projetos e ações.

REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil, 83,3% da população brasileira são atendidos com fornecimento de água tratada e 35 milhões de brasileiros ainda não possuem acesso a este serviço. Para cada 100 litros de água tratada, 37% não são consumidas e aproximadamente 50,3% da população do Brasil tem acesso à coleta de esgoto, enquanto mais de 100 milhões de brasileiros ainda não possuem acesso a este tipo de serviço (CARNEIRO et al., 2018). 15,64% da população residem no meio rural, o que representa um total de aproximadamente 5,5 milhões de famílias. Porém, menos da metade tem acesso ao serviço público de abastecimento de água (2.174.414 famílias), o restante é abastecida por poços e/ou nascentes, e quase 700 mil por outros tipos de abastecimento, do total de família rural só 3,45 milhões de famílias utilizam água tratada através da filtração e/ou




fervura e/ou cloração, e 2.049.236 famílias não utilizam nenhum tipo de tratamento para suas águas (SILVA et al., 2020).

Em relação à coleta e tratamento de esgoto, a maior parte do tratamento se concentra as regiões sudeste e centro-oeste com 48,8% e 52,62%, respectivamente, o norte e nordeste apresentam apenas 18,3% e 36,22%, respectivamente, de tratamento de esgoto (SOUSA; COSTA, 2016). Silveira (2013) verificou que sete em cada dez domicílios rurais são atendidos com soluções individuais de abastecimento; desses, a maioria é atendida por poço ou nascente na propriedade seguida pela categoria mais desfavorável (outras formas de abastecimento, com 31%). A urbanização acelerada em todo o planeta produz inúmeras alterações no ciclo hidrológico e aumenta enormemente as demandas para grandes volumes de água, aumentando também os custos do tratamento, a necessidade de mais energia para distribuição de água e a pressão sobre os mananciais.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde e o Fundo das Nações Unidas para a Infância cerca de 4,5 bilhões de pessoas no mundo não têm acesso a saneamento básico seguro. Já a quantidade de moradores do planeta com algum saneamento básico é de 2,3 bilhões (CARNEIRO et al., 2018). O número de pessoas sem acesso à água potável em casa é de 2,1 bilhões em todo o mundo. O saneamento mal feito pode causar cólera, disenteria, hepatite A e febre tifoide. A Organização Mundial de Saúde estima que 94% das diarreias, uma doença evitável, são causadas por água contaminada e falta de saneamento, provocando cerca de 1,5 milhão de mortes anuais de crianças menores de cinco anos (CANGELA; BENETTI, 2018). Além disso, água e saneamento inadequados têm sido associados a outros resultados adversos, incluindo infecções por helmintos, subnutrição infantil e desenvolvimento cognitivo prejudicado (SCLAR et al., 2017).

Durante a história do saneamento no Brasil existiram fatores que dificultaram o progresso ao longo dos anos. Kayser et al. (2015) inferem que, apesar da predominância de pesquisas voltadas para soluções técnicas para o saneamento, as falhas de governança podem explicar alguns dos obstáculos enfrentados para se atingir a universalização de serviços de saneamento. Neste estudo, especificamente sobre os serviços de abastecimento de água, os autores apontam falhas no Brasil relativas ao monitoramento da qualidade dos serviços, falta de capacidade técnica disponível para manutenção e operação dos sistemas, além das falhas legislativas. Eles ainda alegam a falta de capacidade para se captar recursos, principalmente nas




áreas rurais brasileiras, ainda impedem que o desenvolvimento dessa área não tenha atingido crescimento expressivo durante esse período.

Roland et al. (2019) concluíram em sua pesquisa sobre a ruralidade como condicionante da adoção de soluções de saneamento básico, que enquanto as regiões urbanas brasileiras, tipicamente adensadas, são marcadas por maior utilização de soluções de saneamento coletivas, predominando altas taxas de atendimento, especialmente para o abastecimento de água, localidades rurais são caracterizadas por complexa interação entre características climáticas e geográficas, densidade populacional, interação com áreas urbanas e disponibilidade financeira, que condicionam soluções muito variáveis.

A abordagem ao planejamento de ações voltadas para o saneamento básico em áreas rurais enfrenta vários desafios que impõem dificuldades a sua consolidação e obstáculos a sua incorporação nas agendas locais (FERREIRA et al., 2019). O principal desafio é que o planejamento municipal tem enfoque predominantemente construído sob uma perspectiva urbanística, voltada a áreas urbanas, deixando aspectos de planejamento ambiental e de outras políticas setoriais, especialmente nas áreas rurais, sem a devida atenção (SANTOS; RANIERI, 2018). Um aspecto usualmente utilizado para justificar a desatenção dos governantes a seus espaços rurais está relacionado à falta de clareza sobre a quem cabe a competência de planejar, gerir e tributar os espaços rurais, especialmente quando há diferença de valor e de gestor do imposto pago em propriedades rurais e em propriedades em áreas urbanas (MESQUITA; FERREIRA, 2017).

Em vista da atual situação e tentando suprir as lacunas institucionais existentes, em 2013, foi recomendado pelo Plano Nacional de Saneamento Básico - PLANSAB, a elaboração do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR), que destinará verbas, e principalmente recomendará ações, para a promoção do avanço na cobertura de saneamento no meio rural (SILVA et al., 2019). O programa é voltado para as administrações municipais, consórcios ou prestadores de serviços públicos, instâncias de gestão para o saneamento rural, como cooperativas e associações comunitária, e visa à atender a população rural com o conjunto de ações de saneamento básico, integradas com o Programa Territórios da Cidadania e com o Programa de Desenvolvimento Rural Sustentável, entre outros (BRITO et al., 2012).

A identificação de diferentes iniciativas voltadas para o atendimento das demandas sanitárias dispersas no território brasileiro, que representam avanços na superação de problemas relativos ao saneamento precário, mostra que é possível ampliar ações capazes de melhorar as




condições de vida das diversas comunidades rurais (originais, tradicionais e as modernas) distribuídas pelo território brasileiro (SILVA et al., 2019). Ao longo do século passado, muitos avanços tecnológicos foram desenvolvidos para melhorar a proteção das fontes de água e tratamento de água para consumo humano; no entanto, muitos países ainda enfrentam obstáculos que reduzem a sua capacidade de assegurar a entrega de água potável segura ao longo do tempo, e em todo o país (CLASEN et al., 2014).

Em uma análise conjunta das condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário em áreas rurais do Brasil, Heller et al. (2014), associaram as condições às características do rural brasileiro, através de uma abordagem sobre a adequabilidade do conjunto abastecimento-esgotamento. Os resultados mostraram que apenas 17% dos domicílios rurais apresentam forma adequada de abastecimento de água e esgotamento sanitário simultaneamente. E em relação aos resíduos sólidos, os autores apontam que a prática da queima é realizada predominantemente em todas as macrorregiões brasileiras, somando 58,4% da população. A forma de afastamento do lixo mais comum é a coleta de lixo direta por serviço de limpeza, somando 20,4% dos domicílios rurais. Para Davis et al. (2019) apesar da importância e da necessidade de acesso universal ao saneamento seguro, os sistemas de saneamento continuam a falhar. Portanto, há uma necessidade de compreender de forma abrangente e sistemática por que é que os sistemas ainda estão a falhar para evitar resultados negativos e alcançar o sucesso do saneamento.

Para Zorzi et al. (2016), os governos deveriam reafirmar o compromisso de que o acesso à água e ao saneamento se caracterizam como direito humano básico perante a declaração de Kyoto, além de respeitar e proteger os direitos humanos em todas as decisões políticas sobre a água na gestão dos recursos hídricos. A equidade no uso e distribuição da água, bem como o acesso ao abastecimento de água para comunidades rurais são pontos fortes a serem destacados. Novas tecnologias para o tratamento da água são essenciais para a redução de poluentes, especialmente patógenos, produzindo água segura para consumo humano de acordo com os parâmetros técnicos exigidos por lei (VALVERDE et al., 2018).

Vários autores têm descrito métodos de purificação da água em nível familiar ou descentralizado (LOO et al., 2012). Para qualquer aplicação de tecnologia social envolve de alguma maneira um processo de adequação sociotécnica. A profundidade depende da distância em que a tecnologia em questão está dos valores e concepções dos atores e do contexto envolvido. Costa (2013) apresenta e analisa diversas experiências em saneamento que



incorporaram o uso de tecnologias sociais. Em seu estudo, destaca o Programa Água Doce; a tecnologia social e tratamento de esgoto na área rural; e a construção de calhas para telhados com garrafas PET.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acesso à água potável é essencial à saúde, constituindo-se em uma ação prioritária na proteção à saúde da população. Em locais onde não há abastecimento de água por rede de distribuição ou inexistem fontes melhoradas de água, é possível fazer o tratamento de água no ponto de uso para torná-la mais segura para o consumo humano. Percebe-se que ainda são grandes os desafios para a universalização dos serviços de saneamento em vista do déficit que se configura no país.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. **Diário Oficial da União**, Brasília, 03 out. 2017.

BRILHANTE, R. S. N.; SALES, J. A.; PEREIRA, V. S.; CASTELO-BRANCO, D. S. C. M.; CORDEIRO, R. A.; SAMPAIO, C. M.S.; NETO PAIVA, M. A.; SANTOS, J. B. F.; SIDRIM, J. J. C.; ROCHA, M. F. G. Research advances on the multiple uses of *Moringa oleifera*: A sustainable alternative for socially neglected population. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 10, n. 7, p. 621-630, 2017.


BRITO, A. L. N. P.; LIMA, S. C. R. B.; HELLER, L.; CORDEIRO, B. S. Da fragmentação à articulação: a Política Nacional de Saneamento e seu legado histórico. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 14, n. 1, p. 65-83, 2012.

CANGELA, G. L. C.; BENETTI, A. D. Otimização da clarificação de águas turvas com sementes de *Moringa oleifera*. **Revista DAE**, n. 212, v. 66, p. 5-15, 2018.

CARNEIRO, M. C. M. O.; AMARAL, D. S.; SANTOS, L. F. M.; GOMES JUNIOR, M. A.; PINHEIRO, T. M. A gestão do saneamento no Brasil e sua relação com a gestão de recursos hídricos. **Journal of Engineering and Technology Innovation - INOVAE**, v. 6, p. 100-116, 2018.

CLASEN, T.; PRUSS-USTUN, A.; MATHERS, C.; CUMMING, O.; CAIRNCROSS, S.; COLFORD, J. Estimating the impact of unsafe water, sanitation and hygiene on the burden of disease: evolving and alternative methods. **Tropical Medicine & International Health**, v. 19, n. 8, p. 884-893, 2014.

COSTA, A. B. (org.). **Tecnologia Social e Políticas Públicas**. São Paulo: Instituto Pólis, Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013. 284 p.



DAVIS, A.; WILL, A. J.; COOK, S. M. The use of qualitative comparative analysis to identify pathways to successful and failed sanitation systems. **Science of the Total Environment**, v. 663, p. 507-517, 2019.

FERREIRA, L. A. F.; RIBEIRO, P. S. C.; ANDRADE, I. C. M.; GUIDES, R. M.; SANTOS, L. O. L.; CRUZ, L. M. O.; SANTOS, M. R. R.; REZENDE, S. Saneamento rural no planejamento municipal: Lições a partir do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). **Revista DAE**, n. 220, v. 67, p. 36-51, 2019.

HELLER, L.; REZENDE, S.; CAIRNCROSS, S. Water and sanitation in Brazil: the public-private pendulum. **Municipal Engineer**, v. 167, n.3, p. 137-145, 2014.

HENNING, E.; WALTER, O. M. C. F.; SOUZA, N. S.; SAMOBYL, R. W. Um estudo para a aplicação de gráficos de controle estatístico de processo em indicadores de qualidade da água potável. **Revista Eletrônica Sistemas & Gestão**, v. 9, n. 1, p. 2-13, 2014.

KAYSER, G. L.; AMJAD, U.; DALCANALE, F.; BARTRAM, J.; BENTLEYD, M. E. Drinking water quality governance: A comparative case study of Brazil, Ecuador, and Malawi. **Environmental Science & Policy**, v. 48, p. 186-195, 2015.

LOO, S.; FANE, A. G.; KRANTZ, W. B.; LIN, T. Emergency water supply: a review of potential technologies and selection criteria. **Water Research**, v. 46, p. 2125-3151, 2012.

MACHADO, J. M. H.; MARTINS, W. J.; SOUZA, M. S.; FENNER, A. L. D.; SILVEIRA, M.; MACHADO, A. M. Territórios saudáveis e sustentáveis: contribuição para saúde coletiva, desenvolvimento sustentável e governança territorial. **Revista Comunicação em Ciência e Saúde**, v. 28, n. 2, p. 243-249, 2017.


MENBERU, M. W.; MARTTILA, H.; TAHVANAINEN, T.; KOTIAHO, J. S.; HOKKANEN, R.; KLOVE, B.; RONKANEN, A. K. Changes in pore water quality after peatland restoration: Assessment of a large-scale, replicated before-after control-impact study in Finland. **Water Resources Research**, v. 53, n. 10, p. 8327-8343, 2017.

MESQUITA, A. P.; FERREIRA, W. R. O município e o planejamento do território rural no Brasil. **Revista Geográfica de América Central**, n. 58, p. 331-355, 2017.

NASCIMENTO, N. O.; HELLER, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 10, p. 36-48, 2005.

RIBEIRO, T. B.; MOTA FILHO, C. R.; MOTA MELO, V. R.; BIANCHETTI, F. J.; CHERNICHARO, C. A. L. Planning for achieving low carbon and integrated resources recovery from sewage treatment plants in Minas Gerais, Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 242, p. 465-473, 2019.

ROLAND, N.; TRIBST, C. C. L.; SENNA, D. A.; SANTOS, M. R. R.; REZENDE, S. A ruralidade como condicionante da adoção de soluções de saneamento básico. **Revista DAE**, n. 220, v. 67, p. 15-35, 2019.



SALLES, P. V.; LIMA, S. C. R. B. Caracterização do atendimento por redes de abastecimento de água em áreas rurais do Ceará: evidências do impacto da implantação do Sistema Integrado de Saneamento Rural (SISAR). **Revista DAE**, n. 208, v. 65, p. 108-121, 2017.

SANTOS, M. R. R.; RANIERI, V. E. L. Deficiências e desafios do planejamento territorial de áreas rurais no Brasil. **Revista Rural & Urbano**, v. 3, n. 1, p. 02-21, 2018.

SCLAR, G. D.; GARN, J. V.; PENAKALAPATI, G.; ALEXANDER, K. T.; KRAUSS, J.; FREEMAN, M. C.; BOISSON, S.; MEDLICOTT, K. O.; CLASEN, T. Effects of sanitation on cognitive development and school absence: a systematic review. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 220, p. 917-927, 2017.

SILVA, B. B.; NOGUEIRA, C. D.; ANDRADE, M.; SILVEIRA, R. B.; REZENDE, S. Evidenciando experiências positivas em saneamento básico: Visões do Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). **Revista DAE**, n. 220, v. 67, p. 69-86, 2019.

SILVA, B. B.; SALESA, B.; LANZAA, A. C.; HELLER, L.; REZENDE, S. Water and sanitation are not gender-neutral: Human rights in rural Brazilian communities. **Water Policy**, v. 22, p. 102-120, 2020.

SILVEIRA, A. B. G. Explorando o déficit em saneamento no Brasil: evidências da disparidade urbano-rural. **Revista Água & Sociedade**, v. 10, p. 37, 2013.

SOUSA, A. C. A.; COSTA, N. R. Política de saneamento básico no Brasil: discussão de uma trajetória. **História, Ciências, Saúde - Manguinhos**, v. 23, n. 3, p. 615-634, 2016.

TRAN, N. H.; REINHARD, M.; KHAN, E.; CHEN, H.; NGUYEN, V. T.; LI, Y.; GOH, S. G.; NGUYEN, Q. B.; SAEIDI, N.; GIN, K. Y. H. Emerging contaminants in wastewater, stormwater runoff, and surface water: Application as chemical markers for diffuse sources. **Science of the Total Environment**, v. 676, p. 252-267, 2019.

VALVERDE, K. C.; PACCOLA, E. A. S.; POMINI, A. M.; YAMAGUCHI, N. U.; BERGAMASCO, R. Combined water treatment with extract of natural *Moringa oleifera* Lam and synthetic coagulant. **Revista Ambiente & Água**, v. 13, n. 3, p. 1-11, 2018.

ZORZI, L.; TURATTI, L.; MAZZARINO, J. M. O direito humano de acesso à água potável: uma análise continental baseada nos Fóruns Mundiais da Água. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 4, p. 954-971, 2016.

ZUIN, V. G.; LORIATTI, M. C. S.; MATHEUS, C. E. O emprego de parâmetros físicos e químicos para a avaliação da qualidade de águas naturais: Uma Proposta para a Educação Química e Ambiental na Perspectiva CTSA. **Revista Química Nova na Escola**, v. 31, n. 1, 2009.



CAPÍTULO 32

AGRICULTURA CONVENCIONAL E AGRICULTURA FAMILIAR DE BASE AGROECOLÓGICA

Semirames do Nascimento Silva, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG

Eliezer da Cunha Siqueira, Professor, IFPB

Damião Junior Gomes, Técnico de Laboratório, IFPB

Polyana Barbosa da Silva, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG

Luís Paulo Firmino Romão da Silva, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG

Mailson Gregório Gonçalves, Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG

Nágela Maria Henrique Mascarenhas, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG

Roberta de Oliveira Sousa Wanderley, Doutoranda em Engenharia de Processos, UFCG


RESUMO

A proposta da agroecologia é complexa e os interesses, a princípio, parecem ser contraditórios. O desafio é promover uma transformação que vá além de considerar a agroecologia apenas como uma estratégia de produção diferenciada para o agricultor familiar. O emprego mais antigo da palavra agroecologia diz respeito ao zoneamento agroecológico, que é a demarcação territorial da área de exploração possível de uma determinada cultura, em função das características edafoclimáticas necessárias ao seu desenvolvimento. A agroecologia é entendida como um campo de conhecimentos, de natureza multidisciplinar, que pretende contribuir na construção de estilos de agricultura de base ecológica e na elaboração de estratégias de desenvolvimento rural, tendo como referência os ideais da sustentabilidade numa perspectiva multidimensional delongoz prazo. O debate sobre a importância e o papel da agricultura familiar no desenvolvimento brasileiro vem ganhando força ao longo do tempo, impulsionado, principalmente, pela concepção de desenvolvimento duradouro, geração de emprego e renda, segurança alimentar e desenvolvimento local. O caráter familiar de produção não pode ser reduzido à utilização do trabalho familiar. O recurso à contratação do trabalho assalariado externo e o assalariamento de membros da unidade familiar fora do estabelecimento não são suficientes para afirmarmos a decomposição do caráter familiar da unidade de produção. A agroecologia se aproxima ao estudo da agricultura em uma perspectiva ecológica, embora sua estrutura teórica não se limite a abordar os aspectos meramente ecológicos ou agrônomicos da produção, uma vez que sua preocupação fundamental está orientada a compreender os processos produtivos de uma maneira mais ampla. Assim, na agroecologia, os agroecossistemas constituem unidade fundamental de estudo, em que os ciclos minerais, as transformações energéticas, os processos biológicos e as relações socioeconômicas são investigados e analisados em seu conjunto.

PALAVRAS-CHAVE: Agroecologia, Agroecossistemas, Alimentos, Revolução verde.

INTRODUÇÃO

As sociedades primitivas cultivavam a terra através de práticas agrícolas tradicionais, no intuito de obter alimentos para à sua sobrevivência. Mantinham um equilíbrio entre o homem




e a natureza e preservavam as culturas tradicionais (rituais, simbologias, sementes, conhecimentos passados de geração em geração). Com o passar dos anos, o homem aperfeiçoou seus instrumentos de trabalho e criou novas tecnologias, propiciando o aparecimento de máquinas e muitos implementos agrícolas (LOPES; LOPES, 2011).

A agricultura familiar caracteriza-se pela diversidade na organização de sua estrutura interna, no que se refere à disponibilidade do uso e distribuição dos recursos – terra, trabalho e capital (GERARDI; SALAMONI, 1994). Esse segmento torna-se foco de estudos, principalmente, no que se refere às estratégias adotadas para se organizar e reorganizar-se diante das especificidades do modo de produção capitalista. Muitos trabalhos continuam a ser produzidos visando aprofundar o conhecimento acerca da produção familiar na agricultura, especulando sobre o seu destino, as formas de como este segmento irá se desenvolver no sistema capitalista de produção contemporâneo, seu processo de adaptação ao sistema de mercado, seu desenvolvimento paralelo ao sistema capitalista.

Para Borges Filho (2005), as novas bases científicas e tecnológicas da pesquisa agrícola estão diretamente relacionadas ao conceito de agricultura sustentável. Nesse sentido, o quadro atual da pesquisa agrícola caminha em direção ao desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, como, por exemplo, o controle biológico, o monitoramento de pragas e doenças, o manejo adequado do solo, a avaliação do impacto ambiental, entre outros.

A expressão agricultura sustentável se refere à busca de rendimentos duráveis, a longo prazo, através do uso de tecnologias de manejo ecologicamente adequadas, o que requer a otimização do sistema como um todo e não apenas o rendimento máximo de um produto específico (ALTIERI; NICHOLLS, 2000). Para Duarte (2012), entendem-se como modelos de desenvolvimento sustentável todos os sistemas de produção e/ou processamento, que promovam o crescimento econômico com garantia de respeito pelo meio ambiente, bem como pelo meio social e econômico, com máxima integração e aproveitamento dos recursos disponíveis. Diante do dilema entre a necessidade crescente de produção de alimentos e a necessidade da preservação ambiental, surge como alternativa a agricultura de base ecológica, sendo o agricultor familiar o principal sujeito na construção desta ponte. Schroetter (2010) explica que, com isso, a agricultura familiar passou a ser vista como uma forma de geração de emprego e de ocupações produtivas no desenvolvimento da sociedade.



No entanto, de acordo com Meirelles (2004), o alto investimento de capital exclui uma parcela significativa dos agricultores familiares às tecnologias, já que o uso de máquinas e de sementes de elevado rendimento é incompatível com os solos de declividade acentuada e de baixa fertilidade das unidades de produção familiar. A partir destes pontos que acontecem à aproximação da agricultura familiar com a agricultura de base ecológica, onde a alternativa foi desenvolver mecanismos de adaptação e convivência com os agroecossistemas, em um processo de observação da natureza e geração de tecnologias compatíveis com a realidade local. Nos anos 90, com o evento da Eco-92, o conceito de agricultura ecológica ampliou-se e trouxe uma visão mais integrada e sustentável entre as áreas de produção e preservação, procurando resgatar o valor social da agricultura, passando a ser conhecida como Agroecologia (FEIDEN, 2005).

Assim, o termo sustentabilidade, no seu mais amplo sentido, torna-se de maior interesse para a agroecologia. Sendo indissociável do desenvolvimento rural voltado para a agricultura familiar, o que exige uma abordagem transdisciplinar, propiciando uma culta e fecunda interlocução entre as Ciências Naturais e as Ciências Humanas e Sociais (IAMAMOTO, 2005). Nesse sentido, pode-se dizer que “a agroecologia é a base científico-tecnológica para um projeto de desenvolvimento rural sustentável”, baseada no reconhecimento das diferentes racionalidades de decisões produtivas presentes na produção familiar. O que envolve muito mais do que uma agricultura orgânica, pois, tem como objetivo final a construção de um novo conceito de desenvolvimento rural (RIBEIRO; SALAMONI; COSTA, 2009).

REFERENCIAL TEÓRICO

Agricultura Convencional

A agricultura convencional foi caracterizada desde o período colonial, através do monocultivo a pleno sol, com baixo nível de diversidade biológica, desconsiderando a ideia de que as plantas podem ser cultivadas em policultivos (AGUIAR-MENEZES et al., 2007). A prática da agricultura convencional, principalmente na chegada da Revolução Verde, se desenvolveu de forma que não considerou as agressões ao ambiente (FRANCO, 2010).

A Revolução Verde tem como objetivo expandir a produção agrícola de modo que pudesse acompanhar o crescimento da população. Nesse sentido, a agricultura convencional era realizada baseando-se nos meios necessários para o aumento de produção, através do uso de




máquinas e implementos para o preparo do solo, bem como do uso de corretivos de solo com adubação e, do uso de produtos destinados a controle de pragas e doenças no plantio. Para Meirelles (2004), este modelo, baseado no cultivo de variedades genéticas de alta produtividade, na utilização de técnicas e insumos químico-sintéticos, na mecanização e nos recursos a fontes não renováveis de energia, é o responsável pela crescente deterioração dos sistemas agrícolas.

A adoção do modelo de produção agrícola baseado em tecnologias produzidas pela chamada “Revolução Verde”, faz refletir que a agricultura convencional não contempla as reais condições socioeconômicas enfrentadas pelos agricultores e a sociedade. Visto que é um modelo insustentável, tanto socialmente quanto economicamente, por isso vem-se discutindo no mundo inteiro, alternativas a esta forma de produção.

De uma forma geral, sob a percepção de Lopes e Lopes (2011), o sistema convencional agrícola é caracterizado pela artificialização e simplificação dos agroecossistemas, formado geralmente por plantas geneticamente similares ou idênticas, que têm sido selecionadas com o propósito de aumento da produtividade, sendo altamente dependente de insumos externos como os fertilizantes solúveis, máquinas e combustíveis. O que ocasiona um desequilíbrio ecológico, alterando os processos de auto regulação de pragas e doenças, o que possivelmente diminui o poder de recuperação dos agroecossistemas relacionados às adversidades climáticas. A agricultura moderna transformou os campos em verdadeiras máquinas de produção, substituindo o processo de produção artesanal, à base da enxada, tração animal e, sobretudo, adubos naturais, por tecnologias industrializadas, à base de fertilizantes químicos, tratores, variedades vegetais melhoradas e pesticidas químicos (BORGES, 2000).

A modernização da agricultura seguiu os moldes capitalistas, favorecendo a conhecida industrialização da agricultura, tornando essa atividade sumariamente empresarial (TEIXEIRA, 2005). Com isso, as técnicas, inovações, práticas e políticas trouxeram a degradação dos recursos naturais (solo, mananciais de água, diversidade genética, biodiversidade), criando dependência de combustíveis fósseis não renováveis (GLIESSMAN, 2005). Para Borges Filho (2005), a prática da atividade agrícola pelo homem implica a simplificação do ecossistema original, favorecendo os fatores desestabilizadores e obrigando o agricultor a recorrer às técnicas intensivas em energia para manter as condições favoráveis ao desenvolvimento dos vegetais.



Por serem sistemas ecológicos muito simplificados, as monoculturas são bastante instáveis, favorecendo o estabelecimento, a multiplicação e a propagação de pragas, doenças e ervas invasoras. Dessa maneira, os agroecossistemas simplificados requerem aplicações frequentes de agrotóxicos (inseticidas, fungicidas, herbicidas e outros), acarretando outros problemas de caráter ambiental (BORGES FILHO, 2005). O agravamento dos impactos ambientais contribuiu para aumentar a demanda dos consumidores por produtos agrícolas mais saudáveis e com menor dano ao meio ambiente. Esses fatores motivam a existência de mais estudos nas linhas de pesquisas mais ecológicas.


Agricultura familiar e de base agroecológica

A agricultura de base familiar tem origens bastante diversas nas várias regiões brasileiras. A invisibilidade socioeconômica e política da agricultura de base familiar foi fruto de um longo processo de subjugação e, em muitos casos, de dependência da grande agricultura de exportação. A grande propriedade, dominante em toda a história brasileira, se impôs como modelo socialmente reconhecido (MOTTA; ZARTH, 2008).

A agricultura familiar inclui todas as atividades agrícolas de base familiar e está ligada a diversas áreas do desenvolvimento rural. A agricultura familiar consiste em um meio de organização das produções agrícola, florestal, pesqueira, pastoril e aquícola que são gerenciadas e operadas por uma família e predominantemente dependente de mão de obra familiar, tanto de mulheres quanto de homens. A agricultura familiar, é composta por pequenos e médios produtores, representa a maioria das propriedades rurais do país, são cerca de 4,5 milhões de estabelecimentos (PORTUGAL, 2004). É o carro chefe da produção agrícola para o abastecimento interno, é ela quem produz alimentos básicos à alimentação de boa parte da população e é a principal fonte de renda para muitas famílias brasileiras, desempenhando um importante papel na economia nacional.

Segundo Chonchol (2005) a fome não é somente consequência de uma produção alimentar insuficiente, mas também, decorre da marginalização econômica de certas populações. Portanto, a questão não gira em torno do aumento da produção dos que já produzem muito, mas possibilitar a todos os meios necessários para produzir. A discussão sobre a importância e o papel da agricultura familiar vem ganhando força, impulsionada através de debates embasados no desenvolvimento sustentável e também na geração de emprego e renda.

De acordo com Wanderley (2003) a agricultura familiar é um conceito genérico, que incorpora múltiplas situações específicas, sendo o campesinato uma dessas formas particulares.




As transformações ocorridas na moderna agricultura familiar não podem ser vistas como uma total ruptura das formas camponesas, pois são estas características camponesas que a mantém fortalecida, capaz de adaptar-se às novas exigências da sociedade. Desde a década de 90 que existe um crescente interesse pela agricultura familiar no Brasil, através das políticas públicas, como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), bem como da criação do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), além do revigoramento da Reforma Agrária (OLALDE, 2004).

Segundo Mesquita e Mendes (2012), a agricultura familiar é um conceito utilizado para caracterizar as unidades de produção rural, estruturadas no trabalho familiar, que se identificam pela relação entre terra, trabalho e família. Esse modo de produção teve sua origem vinculada à história do regime colonial e sempre esteve relacionada com as transformações socioeconômicas vividas no campo. No entanto, como afirma Simon (2014), apesar da relevante participação na economia brasileira, ainda existe uma realidade marcada pela pobreza. “Quase metade dos 24 milhões de miseráveis vive no meio rural. Por tudo isso o ano de 2014 tem como objetivo reposicionar a agricultura familiar no centro das políticas agrícolas, ambientais e sociais”, no intuito de identificar formas eficientes de apoio ao agricultor, sendo dedicado como ano internacional da agricultura familiar.

Ao analisar o debate brasileiro sobre a agricultura familiar, Schneider e Plein (2003), afirma que no campo político, a adoção da expressão parece estar relacionada aos embates que os movimentos sociais tiveram nas discussões acerca do espaço e o papel dos pequenos produtores rurais, por outro lado, tal adoção da expressão se deu por intermédio de alguns trabalhos acadêmicos que passaram a buscar novos referenciais teóricos e analíticos, no referido período, e que contribuiu para introduzir a expressão agricultura familiar.

A partir deste momento surgem estudos que apontam a importância da agricultura familiar no contexto socioeconômico do país, por se tratar de uma atividade que, além de possibilitar a geração de emprego, permite a permanência das famílias agricultoras no campo, diminuindo o êxodo rural e a superpopulação nas áreas urbanas. Com produção agrícola para o abastecimento interno, através de alimentos básicos que garantem a alimentação de boa parte da população, caracterizando uma fonte de renda para muitas famílias brasileiras, desempenhando um importante papel na economia nacional (PORTUGAL, 2004).

Veiga et al. (2001) ressaltam a importância da presença da agricultura familiar no meio rural brasileiro, visto que uma região rural terá um futuro tanto mais dinâmico quanto maior for



a capacidade de diversificação da economia local impulsionada pelas características de sua agricultura. Oliveira (2000) evidenciou as vantagens da produção familiar como espaço ideal e privilegiado para consolidação de uma agricultura de base sustentável.


Agricultura de Base Agroecológica

A agroecologia emerge como alternativa diante da problemática gerada pelo modelo da revolução verde baseando-se nos princípios da sustentabilidade ecológica, social, econômica, cultural e espacial/geográfica (ALTIERI, 1998). A agroecologia representa uma alternativa de reprodução para os produtores familiares, tendo como fundamento os princípios de sustentabilidade dos agroecossistemas e solidariedade entre os produtores.

Para que a agroecologia seja realmente portadora de uma transformação nos atuais moldes produtivos é indispensável que ela atenda às dimensões da sustentabilidade, sobre estas dimensões, é que podem ser criadas estratégias que venham a contribuir para uma nova dinâmica no espaço rural (CAPORAL; COSTABEBER, 2004). Nesse sentido, a agroecologia se apoia em dois objetivos centrais: integração e equilíbrio. A integração refere-se à aproximação de conhecimentos acadêmico-científicos, com aquele resultante de experimentação – o conhecimento empírico – vivenciado, ao longo das gerações, pelos agricultores.

Busca-se, assim, o equilíbrio entre as dimensões sociais, ambientais e econômicas, por meio de técnicas de manejo que aliem desenvolvimento econômico com uso racional e sustentável dos recursos disponíveis, possibilitando um equilíbrio entre plantas, solo e ambiente. Pode-se perceber que a agroecologia pretende restabelecer as relações harmônicas entre o homem e seu meio natural, articulando o que vem sendo trabalhado e criado pelo agricultor com o conhecimento científico. É o agricultor, que, de maneira empírica, conhece as especificidades dos agroecossistemas no qual desenvolve as atividades agrícolas. Portanto, o grande desafio ainda é resgatar o saber camponês, acumulado ao longo das gerações, aliado às pesquisas para uma agricultura sustentável, o que resultaria em um novo sistema produtivo com características agroecológicas (ALTIERI; NICHOLLS, 2003).

A agricultura tradicional construiu um acúmulo de práticas e conhecimentos de significativa importância, pois muitos agricultores que não conseguiram se inserir no moderno sistema de produção, conservaram um considerável acervo de práticas ecológicas, relacionadas aos aspectos técnicos da produção e à própria organização social destes agricultores (CANUTO, 2003). A proposta da agroecologia é complexa e os interesses, a princípio, parecem ser



contraditórios. O desafio é promover uma transformação que vá além de considerar a agroecologia apenas como uma estratégia de produção diferenciada para o agricultor familiar. Entretanto, a realidade indica que há uma longa trajetória a ser percorrida para que a agroecologia se concretize como possibilidade de transformação efetiva no espaço rural.


O fortalecimento da agricultura familiar sustentável sugere a necessidade de que sejam ultrapassados os velhos conceitos de agricultura de baixa renda, pequena produção e agricultura de subsistência, os quais não têm ajudado a resolver o processo de integração dos agricultores ao mercado competitivo. Nesse sentido, a agricultura familiar deve ser entendida, de uma maneira mais ampla, como um segmento que detém poder de influência econômica e social (OTANI, 2001).

Sob a percepção de Olalde (2004) existe um consenso de se construir uma agricultura sustentável, em busca de valorizar aspectos sociais e ambientais, bem como os aspectos econômicos. Silva e Marafon (2005) acrescentam que a agricultura familiar simboliza a geração de empregos no meio rural, tornando-a a principal forma de atividade econômica de muitas famílias, o que possibilita contribuir com a segurança alimentar, além da questão ambiental, econômica e social.

A produção de base agroecológica como estratégia de conversão produtiva, apesar das dificuldades e problemas enfrentados, tem notável importância para a reprodução da agricultura familiar, para preservar o meio ambiente e a qualidade de vida da sociedade. Este sistema de produção, conforme Salamoni e Gerardi (2001) poderá orientar o desenvolvimento da agricultura de forma mais harmônica, tendo como base os princípios de sustentabilidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura familiar, ao longo do processo histórico, sempre manteve um lugar no contexto do desenvolvimento econômico dos países por ser supridora de alimentos básicos para o mercado interno. A agroecologia, ciência emergente, embasada nas diversas áreas do conhecimento científico e do conhecimento tradicional de agricultores, contendo princípios teóricos e metodológicos voltados ao desenho e manejo de agroecossistemas sustentáveis, poderá contribuir para a conservação da agrobiodiversidade, dos recursos naturais e demais meios devida, possibilitando a perpetuação da agricultura familiar, numa ótica que transcende a produção de alimentos e abriga anseios maiores, como a reprodução social das famílias nomeio rural, a qualidade de vida dos agricultores e a preservação dos recursos naturais para as futuras gerações. Tal ciência em construção baseia-se no diálogo entre saberes, na evolução



dialogica do conhecimento científico e do saber popular, valorizando a cultura do homem do campo e seus conhecimentos empíricos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR-MENEZES, E. L.; SANTOS, C. M. S.; RESENDE, A. L. S.; SOUZA, S. A. S.; COSTA, J. R.; RICCI, M. S. F. **Susceptibilidade de cultivares de café a insetos-pragas e doenças em sistema orgânico com e sem arborização**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2007. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/Embrapa Agrobiologia).

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 1998. 110p.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. **Agroecologia: teoría y práctica para una agricultura sustentable**. México: PNUMA y Red de formación ambiental para América Latina y el Caribe, 2000.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. I. **Agroecologia: Resgatando a agricultura orgânica a partir de um modelo industrial de produção e distribuição**. Ciência e Ambiente, Santa Maria, v.1, n. 1(jul. 1990), p.141-152, 2003.

BORGES, M. **A percepção do agricultor familiar sobre o solo e a agroecologia**. 2000. 245f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

BORGES FILHO, E. L. **Da redução de insumos agrícolas à agroecologia: a trajetória das pesquisas com práticas agrícolas mais ecológicas na EMBRAPA**. 2005. 279f. Tese.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: Alguns conceitos e princípios**. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004. 24p.

CANUTO, J. C. **A Pesquisa e os Desafios da Transição Agroecológica**. Ciência& Ambiente. Santa Maria. Vol. 1, n. 1 (jul. 1990), p. 133-140, 2003.


CHONCHOL, J. **A soberania alimentar**. Estudos Avançados. São Paulo: USP, v. 19, n. 55, p. 33-48, 2005.

DUARTE, C. **Agricultura familiar e modelos de desenvolvimento sustentável**. 2012. Disponível em: <http://www.terraquente.net/>. Acesso em: 30 Jun. 2014.

FRANCO, H. **Agricultura Convencional**. 2010. Disponível em: estudosimples.blogspot.com/p/agricultura-convencional.html. Acesso em: 10 Jun. 2014.

GERARDI, L. H. O.; SALAMONI, G. **Para entender o campesinato: a contribuição de A. V. Chayanov**. Geografia, Rio Claro, v. 19, n.2,p.123-140, 1994.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2005.



IAMAMOTO, A.V.T. **Agroecologia e desenvolvimento rural**. 2005. 79f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

LOPES, P. R.; LOPES, K. C. S. A. **Sistemas de produção de base ecológica – a busca por um Desenvolvimento rural sustentável**. REDD – Revista Espaço de Diálogo e Desconexão, Araraquara, v. 4, n. 1, jul/dez. 2011.

MEIRELLES, L. **Soberania alimentar, agroecologia e mercados locais**. *Revista Agriculturas: experiências em agroecologia: AS-PTA – Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa*, v. 1, n. 0, p. 11-14, set. 2004.

MESQUITA, L.A. P.; MENDES, E. P. P. Agricultura Familiar, trabalho e Estratégias: a participação feminina na reprodução socioeconômica e cultural. *Espaço em Revista*. v. 14, n. 1, 2012 p. 14 – 23.

MOTTA, M.; ZARTH, P. Introdução. In: MOTTA, M; ZARTH, P. (org.). **Formas de resistência camponesa: visibilidade e diversidade de conflitos ao longo da história**. São Paulo: Ed. Unesp/Brasília: MDA/NEAD, 2008. (Coleção História Social do Campesinato no Brasil).

OLALDE, A. R. **Agricultura familiar e desenvolvimento sustentável**. 2004. Disponível em: <www.ceplac.gov.br>. Acesso em: 19 Jun. 2014.

OLIVEIRA, J. T. A. **Lógicas Produtivas e Impactos Ambientais: Estudo Comparativo de Sistemas de Produção**. 2000. 284p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Unicamp, Campinas, 2000.


PORTUGAL, D. A. **O desafio da agricultura familiar**. 2004. Disponível em <<http://www.embrapa.br/imprensa/artigos/2002/artigo.2004-12-07.2590963189/>>. Acesso em 22 de Jun. 2014.

RIBEIRO, V. S.; SALAMONI, G.; COSTA, A. J. V. **Caracterização dos agricultores familiares de base Agroecológica do município de Pelotas-RS**. V Encontro de Grupos de Pesquisa – Agricultura, Desenvolvimento Regional e Transformações Socioespeciais. UFSM – GPET, novembro/2009.

SALAMONI, G.; GERARDI, L. H. O. **Princípios sobre ecodesenvolvimento e suas relações com a agricultura familiar**. In: *Teoria, técnica, espaços e atividades: temas da geografia contemporânea*. Rio Claro/SP. Programa de Pós Graduação em Geografia - UNESP; Associação de Geografia Teórica. AGETEO, 2001, p.73-96.

SCHNEIDER, S.; PLEIN, C. **Agricultura familiar e mercantilização**. In: CASTILHO, Mara Lucy; RAMOS, José Maria (editores). *Agronegócio e desenvolvimento sustentável*. Francisco Beltrão: Calgan, 2003.

SCHROETTER, M. R. **Plano de trabalho dos técnicos das bases de comercialização dos produtos da agricultura familiar e da economia solidária (bsc's)**. Santa Rosa. 2010.



SIMON, Á. **Engenheiro destaca a importância da agricultura familiar para economia.** Mundo rural, 2014. Disponível em: <http://diariocatarinense.clicrbs.com.br/>. Acesso em: 19 Jun. 2014.

TEIXEIRA, J. C. Modernização da agricultura no Brasil: impactos econômicos, sociais e ambientais. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v.2, n.2, p.21-42, set. 2005.

VEIGA, J. E.; FAVARETO, A.; AZEVEDO, C.M.A.; BITTENCOURT, G.; VECCHIATTI, K.; MAGALHÃES, R.; JORGE, R. **O Brasil rural precisa de uma estratégia de desenvolvimento**, Brasília: Convênio FIPE-IICA (MDA/CNDRS/NEAD), 2001. 108 p.

WANDERLEY, M. N. B. Raízes históricas do campesinato brasileiro. In: CARNEIRO, M. J. MALUF, R. S. (org.). **Para além da produção: multifuncionalidade e agricultura familiar**. Rio de Janeiro: MAUAD, 2003.

CAPÍTULO 33

GERMINAÇÃO, VIGOR E MORFOLOGIA DE SEMENTES DE MILHO NO ALTO SERTÃO PARAIBANO

Semirames do Nascimento Silva, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG

Eliezer da Cunha Siqueira, Professor, IFPB

Damião Junior Gomes, Técnico de Laboratório, IFPB

Polyana Barbosa da Silva, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG

Luís Paulo Firmino Romão da Silva, Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG

Roberta de Oliveira Sousa Wanderley, Doutoranda em Engenharia de Processos, UFCG

Mailson Gregório Gonçalves, Mestrando em Engenharia Agrícola, UFCG

Nágela Maria Henrique Mascarenhas, Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG


RESUMO

O uso de sementes de alta qualidade é um dos pré-requisitos fundamentais para conseguir maior produtividade na lavoura. A qualidade fisiológica das sementes é influenciada pelas características genéticas herdadas de seus progenitores. Objetivou-se com o estudo verificar o vigor, germinação e morfologia (comprimento de radícula e da parte aérea) de sementes de milho BRS Caatingueiro (*Zeamays L.*). O experimento foi conduzido nas instalações do viveiro de mudas do Instituto Federal da Paraíba Campus Sousa, Unidade II em São Gonçalo-PB. Para a realização do experimento foram utilizadas 100 sementes de milho variedade BRS Caatingueiro, tanto para o teste de germinação como para avaliação do vigor foram semeadas 25 sementes com quatro repetições e 25 sementes para o estudo da morfologia. As sementes foram plantadas em tubetes, usando como substrato areia lavada. A irrigação foi realizada duas vezes por dia com o sistema de irrigação por micro aspersão. Para as condições realizadas do trabalho, de acordo com a Regra para Análise de Semente - RAS o teste de germinação com sementes de milho BRS Caatingueiro tem uma tolerância de 17%, sendo não significativa e, quanto ao comprimento de radícula e parte aérea obtiveram-se valores médios entre 13 e 17 cm.

PALAVRAS-CHAVE: Agroecologia, Alimentos, Qualidade fisiológica, Radícula, *Zeamays*.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zeamays L.*) pertence à ordem Graminales; Família Gramineae já conforme Cronquist a família é Poaceae; Gênero *Zea*; espécie *Zeamays L.* (PASSOS 1973;MAGALHÃES et al., 1995). A planta é monoica, com os dois sexos na mesma planta em inflorescência diferentes: a masculina numa panícula terminal (pendão); e as femininas em espigas axilares, conforme Passos e Canechio Filho (1973). O fruto é botanicamente classificado como cariopse. Os aspectos vegetativos e reprodutivos da planta de milho podem ser modificados através da interação com os fatores ambientais que afetam o controle da ontogenia do desenvolvimento. O milho é sem dúvida um dos cereais mais importantes para a alimentação humana.



Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a capacidade de germinação de um lote de sementes é determinada pela proporção daquelas que podem produzir plântulas normais, em condições favoráveis. Assim, lotes de sementes da mesma espécie, com capacidade de germinação semelhante, podem apresentar diferenças marcantes na porcentagem de emergência, em condições de campo.

O BRS Caatingueiro é uma variedade de milho com grãos semiduros amarelos, adaptada especialmente para a região semiárida do Nordeste do Brasil. Tem ciclo superprecoce, florescendo entre 41 e 50 dias, o que diminui o risco de sofrer com estresse de umidade no período em que o milho é mais sensível à falta de água. Na região mais seca do semiárido, os tetos de produtividade variam em torno de 2 a 3 toneladas de grãos por hectare. Sob condições mais regulares de precipitação, podem ser obtidas produções que variam de 4 a 6 toneladas de grãos por hectare, aproximadamente, (EMBRAPA, 2004). Com o estudo objetivou-se verificar o vigor, germinação e morfologia (comprimento de radícula e da parte aérea) de sementes de Milho *Zeamays* BRS Caatingueiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no viveiro de mudas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba Campus Sousa, na Unidade II em São Gonçalo-PB, entre os dias 23 e 30 de novembro de 2011. As sementes de milho variedade BRS Caatingueiro usada no experimento foram produzidas pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

Para o teste de germinação foram plantadas 25 sementes, com 4 repetições totalizando 100 sementes; semeadas 25 sementes para o estudo de morfologia (comprimento da radícula e parte aérea) e para estudo do índice de vigor, semeou-se 25 sementes com 4 repetições. As sementes foram plantadas em tubetes, usando como substrato areia lavada. A irrigação foi realizada duas vezes por dia com o sistema de irrigação por microaspersão. A primeira contagem correspondente ao vigor destas sementes sendo realizada 5 dias após a semeadura e a segunda contagem feita aos 7 dias após a semeadura corresponde a germinação, em relação a morfologia, está foi feita 7 dias após a semeadura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento realizou-se entre os dias 23 e 30 de novembro de 2011. A primeira contagem de germinação foi realizada 5 dias após a semeadura. As porcentagens de germinação inicial (PGI) podem ser observadas pela Tabela 1.

Tabela 1. Número e porcentagem de sementes germinadas na primeira contagem.

1º Contagem		
Repetições	Nº de sementes germinadas	% de sementes germinadas
R ₁	14	56
R ₂	12	48
R ₃	8	32
R ₄	12	48

A primeira contagem da germinação de sementes de milho apresenta uma média de 46% de sementes germinadas. Para que o resultado de um teste de germinação possa ser considerado satisfatório e válido para emissão do resultado, é preciso que a variação entre as porcentagens de germinação das repetições de 100 sementes esteja dentro das tolerâncias máximas permitidas, (BRASIL, 2009).

De acordo com Brasil (2009) o teste de germinação com sementes de milho BRS Caatingueiro tem uma tolerância de 17%, sendo não significativa. Observe a porcentagem da 2º contagem da germinação realizada 7 dias após a semeadura (Tabela 2).

Tabela 2. N° e % de sementes germinadas na segunda contagem.

2º Contagem		
Repetições	Nº de sementes germinadas	% de sementes germinadas
R ₁	20	80
R ₂	17	68
R ₃	11	44
R ₄	18	72

A germinação final (PGF) tem uma média de 66%, a diferença entre o maior e o menor valor das repetições foi de 36%, com tolerância de 20%. Para realizar essa verificação, foi determinada a média das quatro repetições, em seguida localizou-se esse valor na coluna A ou B, da Tabela 18.9, obtendo-se na coluna C ou D a respectiva tolerância máxima permitida

segundo a Regras para Análises de Sementes - RAS, (BRASIL, 2009). Para o teste de vigor usado no experimento, utilizou-se a primeira contagem, com média de 46%.

A qualidade da semente é definida como o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a capacidade de originar plantas de alta produtividade. Segundo Tekrony e Egli (1991), o vigor das sementes pode influenciar indiretamente a produção da lavoura, ao afetar a velocidade, a porcentagem de emergência das plântulas e o estande final ou, diretamente através da sua influência no crescimento da planta(Figura 1).

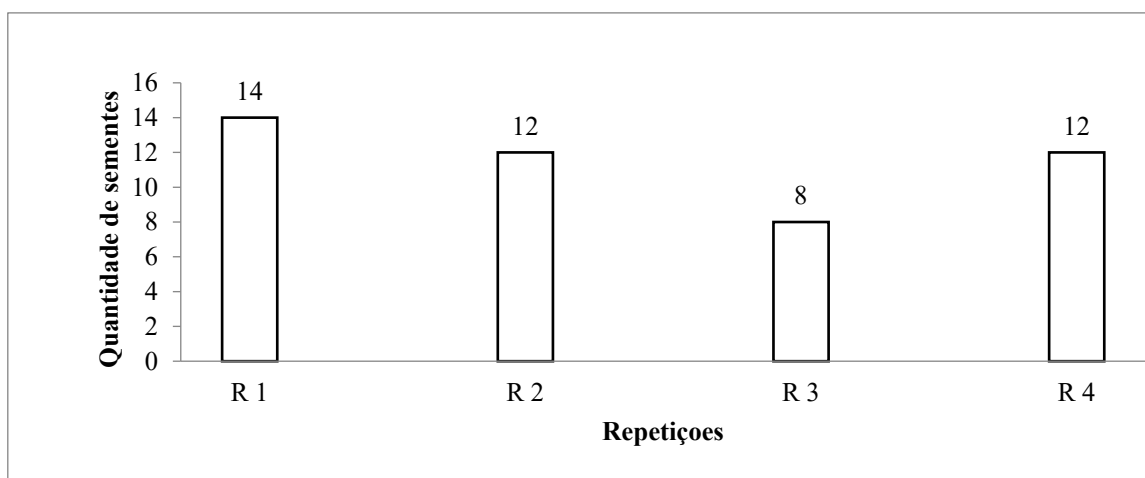


Figura 1. Vigor de sementes de milho (*Zeamays L.*) BRS Caatingueiro.

Hampton (2002), por sua vez, considera inegável que o vigor das sementes exerce influência na produção econômica de várias espécies, mediante seus efeitos sobre o estabelecimento das plântulas, o desenvolvimento das plantas e a produção final. Essa afirmação está associada diretamente à influência do vigor sobre a emergência rápida e uniforme de plântulas.

Pelos resultados obtidos, verificou-se que o crescimento do sistema radicular está associado ao crescimento da parte aérea, que varia com os fatores ambientais e também nas fases de crescimento da planta. A média do comprimento do sistema radicular (CR) de plântulas de milho e o comprimento da parte aérea (CPA) podem ser observados pelas figuras 2 e 3.

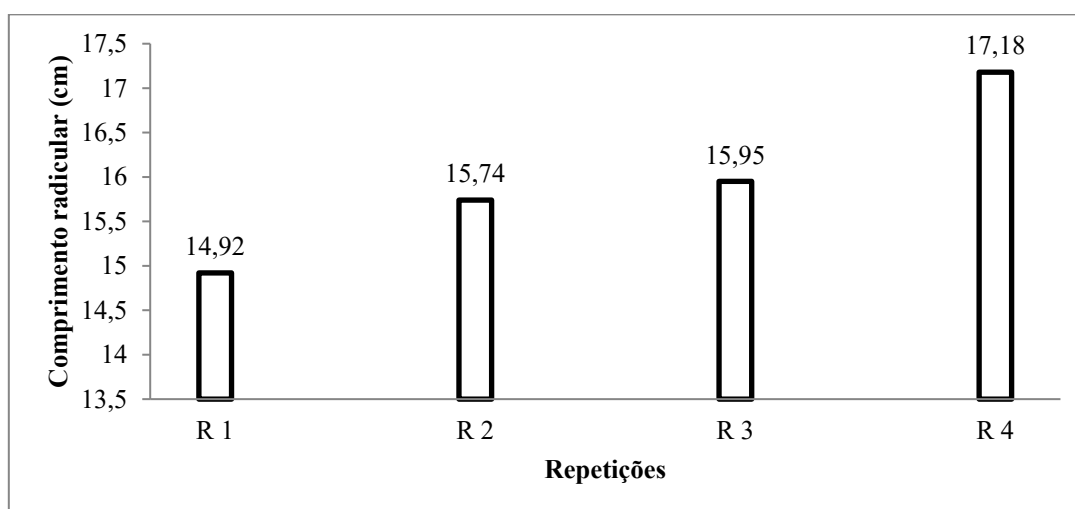


Figura 2. Comprimento do sistema radicular (cm) de sementes de milho BRS Caatingueiro.

Estudos sobre novas variedades de milho são necessários, pois, na maioria dos casos, o produtor tem utilizado, por conta e risco, qualquer grão/semente disponível no mercado, fazendo testes empíricos para escolha de cultivares, trazendo frustração de safra. A indicação de variedades apropriadas proporcionaria maior segurança ao produtor, pela agregação de valor ao produto final, facilitando a obtenção de crédito (SANTOS; GRANGEIRO; BRITO, 2009). Nesse sentido, é importante se validar novas variedades adaptadas às condições do agricultor, levando-se em conta o manejo, o sistema de produção e o nível tecnológico e social nas condições edafoclimáticas locais, de forma a identificar os melhores genótipos em termos de componentes de produção e produtividade, uma vez que nem sempre as cultivares mais produtivas atende a demanda de comércio da região. Além disso, devem ser consideradas as exigências e avaliações dos agricultores e suas famílias, quanto às ações técnicas e as características do produto: cor e tamanho do grão, facilidade no beneficiamento, tempo de cozimento e sabor.

Observa-se que os valores do comprimento da parte aérea (CPA) e crescimento da radícula (CR) de plântulas de milho apresentaram valores máximos nas repetições 4.

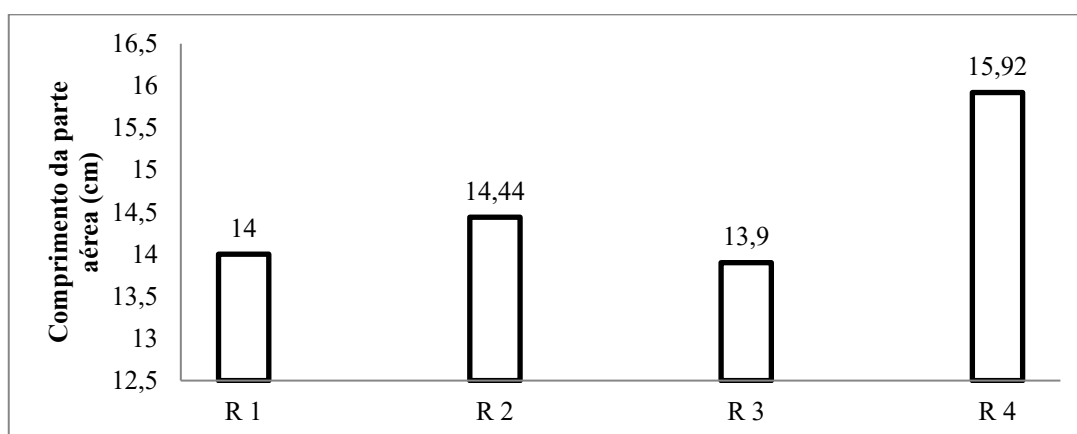


Figura 3. Comprimento da parte aérea (cm) de sementes de milho BRS Caatingueiro.

Para que uma plântula possa continuar seu desenvolvimento até tornar-se uma planta normal deve apresentar as seguintes estruturas essenciais: sistema radicular (raiz primárias e em certos gêneros raízes seminais), parte aérea (hipocótilo, epicótilo, mesocótilo (Poaceae), gemas terminais, cotilédones (um ou mais) e coleótilo em Poaceae), (RAS, 2009).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os objetivos propostos no experimento verificou-se que o teste de germinação com sementes de milho BRS Caatingueiro tem uma tolerância de 17%, sendo não significativa. 2. A primeira contagem da germinação de sementes de milho apresenta uma média de 46% de sementes germinadas. A germinação final (PGF) tem uma média de 66%, a diferença entre o maior e o menor valor das repetições foi de 36%, com tolerância de 20%.

Verificou-se que o crescimento do sistema radicular está associado ao crescimento da parte aérea, que varia com os fatores ambientais e também nas fases de crescimento da planta. Observa-se que os valores do comprimento da parte aérea (CPA) e crescimento da radícula (CR) de plântulas de milho apresentaram valores médios entre 13 e 17 cm.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.

CARVALHO, H. W. L. et al. **Sertanejo: uma variedade de milho adaptada ao Nordeste Brasileiro**. Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004b. p.8. (Embrapa Tabuleiros Costeiros). (Comunicado Técnico, 30).



CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

EMBRAPA.EMBRAPA TABULEIROS COSTEIROS. **Caatingueiro - Uma Variedade de Milho para o Semiárido Nordeste**. Comunicado técnico 29. Aracaju- SE, 2004.

HAMPTON, J.G. **What is seed quality?** *Seed Science and Technology*.Zürich, v.30, n.1, p.1-10, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola – agosto de 2009**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 de julho de 2012.

MAGALHAES, P. C., DURÃES, F. O. M., PAIVA, E. **Fisiologia da planta de Milho**. Sete Lagoas/MG: EMBRAPA-CNPMS, 1995, Circular Técnica nº 20.

PASSOS, S. M. G., CANECHIO FILHO, A. J. **Principais culturas II**, 2ª edição, Campinas, instituto Campineoro de Ensino Agrícola, 1973.

PROGRAMA MULTINSTITUCIONAL DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIA EM MILHO DO BRS. **Recomendações técnicas para a cultura do milho no Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO; EMATER/RS; FECOTRIGO, 1997. 124p. (Boletim Técnico).

SANTOS, J. F.;GRANGEIRO, J. I. T.;BRITO, L. M. P.Variedades e híbridos de milho para a mesorregião do Agreste Paraibano.**Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária.**, v. 3, n. 3, p. 13-17, 2009.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield.**Crop Science**, Madison, v.31, n.3, p.816-822, 1991.



CAPÍTULO 34

ECONOMIA DOS SETORES POPULARES: ORGANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO NO ESTADO DA BAHIA

Tiago Silva dos Santos, Mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social, UCSAL


RESUMO

O presente estudo analisa o processo de organização econômica do Brasil, suas transformações e seu processo de desorganização da estrutura trabalhista. Busca compreender quais as características socioeconômicas que aproximam os trabalhos autônomos e a própria da abordagem conceitual da economia dos setores populares. Constrói a hipótese de que a referência do trabalho informal não explica o fenômeno das atividades por conta própria nos países subdesenvolvidos. Evidencia a existência de uma precarização do trabalho em uma análise macro ao analisar o Estado da Bahia. Conclui que as políticas públicas são fundamentais para a reconstrução do trabalho e uma melhor distribuição das oportunidades socioeconômicas.

Palavras-chave: Economia popular; Precarização do trabalho; Economia local; Desenvolvimento Social.

Nas últimas décadas do século XX, os países capitalistas presenciaram um rápido e acentuado processo de deterioração das estruturas de trabalho. Esse fenômeno foi evidenciado com o avanço tecnológico das máquinas e das formas de produção. As relações trabalhistas também foram impactadas, dando origem a novos processos do trabalho, que marcariam o cotidiano dos indivíduos, assim como de sua forma de organização.

Outro fator de grande importância foi a crise internacional do petróleo, que ocasionou, durante os anos de 1980, momentos de recessão da economia dos países desenvolvidos e industrializados, o que acarretou maior impacto às economias em desenvolvimento, pois, os preços das importações do petróleo sofreram aumentos extremamente elevados, desencadeando um processo de retração comercial e de empréstimos. O segundo fato acabou por desestruturar o modelo de desenvolvimento brasileiro, estruturado em modelos keynesianos. Esse advento transformou as estruturas econômicas, políticas e sociais dos países, propiciando a abertura ao liberalismo econômico. Nessa realidade, acentuou-se o processo de desestruturação da organização do trabalho, iniciando um período de precarização extrema das relações de trabalho (REZENDE, 2002).




A década de 1990, em consequência da promulgação da Constituição de 1988, intensificou o processo de ação ampla do liberalismo econômico, através de algumas iniciativas, tomadas durante o governo do presidente Fernando Collor de Mello, através de uma série de privatizações de empresas estatais e da abertura nacional às importações. Essas ações colaboraram para acentuar e acelerar o processo de desestruturação do mercado de trabalho e o que se transformou na consequência mais grave, que foi o acentuado aumento do desemprego de grande parcela dos trabalhadores. Disto resultou a intensificação e a adesão a atividades não formalizadas, e sem seguridade social, contudo, era a única alternativa para milhares de trabalhadores, que tinham sido excluídos do mercado formal de trabalho, o que logo trouxe consequências negativas para o País (REZENDE, 2002).

Em virtude disso, observa-se nos anos 90 um movimento de desassalariamento, provocado fundamentalmente pela eliminação dos empregos com registro. Em 1989, o total de assalariados representava 64% da PEA (População Economicamente Ativa) e em 1995 havia passado para 58,2%, refletindo uma taxa negativa de variação média anual do emprego assalariado com registro (-1,4%) (POCHMANN, 2000, p. 72-73).

Iniciou-se, então, a formação de blocos econômicos, por todo o mundo, com o objetivo de fortalecer as economias nacionais, através de parceiros comerciais. O Brasil se inseriu no MERCOSUL, que englobava o Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai, contudo, mesmo com a sua inserção nesse bloco, a economia nacional permaneceu em crise, principalmente as indústrias nacionais, impossibilitadas de concorrer com a qualidade e quantidade produtiva internacional, ampliando, em consequência, o processo de desemprego dos trabalhadores (REZENDE, 2002).

A implantação do sistema econômico, baseado no liberalismo, transformou o modelo de organização do trabalho. As empresas adotaram a redução e/ou substituição de mão-de-obra para utilizar novos equipamentos, que realizam as mesmas funções de uma determinada quantidade de funcionários. Ampliou-se a adoção das terceirizações de mão-de-obra, buscando reduzir custos e não estabelecer relações trabalhistas diretas (ANTUNES, 2005).

O processo de abertura do mercado brasileiro, para empresas internacionais, desencadeou uma série de consequências, que afetaram as empresas nacionais, devido à incapacidade de concorrer com a produção estrangeira, no grau produção e, conseqüentemente, nos custos e na qualidade de seus produtos. O resultado foi a perda de espaço das empresas nacionais para as empresas estrangeiras em seu próprio território, porém o trabalhador foi o maior prejudicado, devido a um conjunto de mudanças, impostas pela nova realidade econômica.



Quando da abertura do mercado brasileiro a produtos importados competitivos, as empresas perderam espaço, sendo obrigadas a cortar custos. Tal pressão recaiu sobre os trabalhadores. Além disso, com a inserção do Brasil no processo de globalização, houve a modernização da tecnologia, o que possibilitou obter altos ganhos de produtividade com a respectiva redução de postos de trabalho (BEATRIZ, 2012, p. 37).

O impacto dessas, e outras medidas adotadas, colaboraram para a criação do atual contexto socioeconômico, no qual a crescente desregulamentação dos direitos sociais e trabalhistas vem ocorrendo com a permissividade do Estado, através do crescente número de terceirizações para a prestação de serviço nas empresas e mesmo no próprio Estado. Nesse caso, as contratações são baseadas em acordos, de curto e médio prazos, nos quais não se estabelece qualquer vínculo empregatício. Os trabalhadores têm visto serem ceifados todos os seus direitos trabalhistas adquiridos e ficam entregues à própria sorte, até o fim do seu contrato, quando os indivíduos voltam a integrar a fileira dos desempregados. Isso foi constatado, já há quase quinze anos que

Um dos riscos imediatos de tal processo de desregulamentação das relações de trabalho é que ele vem acompanhado de desresponsabilização do Estado sobre os cidadãos, que deixam de estar inseridos no mercado formal de trabalho, criando uma população cada vez mais excluída [...] dos direitos da cidadania (PARRA, 2002, p. 44)


Na crescente busca por oportunidades, muitos dos trabalhadores acabavam por inserir-se nas empresas terceirizadas, mesmo sem a seguridade social e trabalhista. Além disso, têm que conviver com a precarização das relações de trabalho, com os níveis salariais baixos, assim como o cumprimento das normas trabalhistas.

Essa procura justifica-se, pela redução acentuada dos postos de trabalho no mercado formal, fazendo com que esses desempregados sobrevivam com baixas fontes salariais.

A desregulamentação da sociedade salarial vem contribuindo para legitimar a economia informal, coroando o trabalho informal como horizonte último dos processos de flexibilização das relações entre capital e trabalho, necessários ao modelo neoliberal de acumulação de capital (PICANÇO; TIRIBA, 2004, p. 79)

Foi nesse contexto, de amplas desigualdades sociais e de crises econômicas, cada vez mais constantes e em curto espaço de tempo, que a realidade afetou, com maior intensidade, a população que se encontrava num estado de vulnerabilidade social mais acentuado. Assim, a economia popular passou a apresentar-se como uma nova alternativa contra a proposta capitalista de trabalho assalariado que tinha se tornado hegemônica, na qual todas as coisas e relações são transformadas em mercadoria, pensamento confirmado por Beatriz (2012, p. 43)

[...] o alargamento do trabalho assalariado, no mundo, fez com que essa forma de relação capitalista se tornasse hegemônica, transformando tudo, inclusive o trabalho humano, em mercadoria.




As recessões, cada vez mais constantes, enfrentadas no Brasil e no mundo, colaboraram para reduzir, constantemente, o número de trabalhadores nas instituições, empresas, fábricas, etc., ampliando o exército de excluídos do mercado de trabalho, indivíduos que perderam seus meios de obtenção de renda e seu lugar na sociedade. Tem se constatado, porém que, nos períodos de crise, ocorrem diversificações das formas de trabalho, sejam individuais ou coletivas, formais ou de iniciativa individual, ressignificando a economia popular e/ou solidária, não só como uma alternativa imediatista, mas porque se apresenta como uma nova opção das relações de trabalho e meio de prover a subsistência do trabalhador e de sua família (SINGER (2002)).

ECONOMIA POPULAR E/OU SOLIDÁRIA NO TERRITÓRIO BRASILEIRO E SUA ESPACIALIDADE

Foi observado, globalmente, que no final do século passado e com maior intensidade no início do século XXI, o crescente fenômeno da precarização do trabalho e de suas relações, cujos reflexos atingiram o Brasil, que possibilitou a substituição ou dispensa dos trabalhadores, em diversos setores. Essa nova estruturação causou maior impacto entre os indivíduos menos especializados. Essa ausência de especializações profissionais levou os indivíduos a buscar novos meios de geração de algum numerário, para possibilitar a sua subsistência. Isso gerou a necessidade de empreender a luta contra esse processo, que resultou num exército de desempregados, que estão buscando continuamente, formas para retornar ao mercado formal de trabalho (ANTUNES, 2005).

Essas mudanças modificaram o sistema trabalhista existente nas relações de trabalho, o que colaborou para a fragilização de grande parte da população, que passou a se sujeitar a condições, cada vez mais precárias, de atividades laborais, assim como nos ganhos salariais e respectivos direitos sociais, - que, em muitos casos, não são recolhidos aos cofres públicos, mostrando que essa nova estrutura, não só causa precarização, mas também a constituição de outra morfologia do trabalho (ANTUNES, 2005).

Como consequência dessa nova morfologia, o exército de desempregados, que se encontra pronto para entrar no mercado de trabalho, tem encontrado sérias dificuldades nesse acesso, o que Antunes (2005, p. 17), caracterizou de “individualismo possessivo” por parte dos empregadores. Neste caso o desempregado perde até a possibilidade da venda de seu único bem, que é sua força de trabalho, considerando que a mesma vem sendo intensamente substituída por maquinários de alto desempenho tecnológico, o que colabora para a intensificação do processo produtivo e, conseqüentemente, a dispensa de múltiplos indivíduos.



As transformações desse sistema do trabalho vêm promovendo a multiplicação de trabalhadores terceirizados. A exclusão de jovens, que não têm uma boa formação profissional, e dos mais velhos, que são tidos como ultrapassados, ou mão-de-obra cara, também compõem o contingente dos afetados pelas transformações das formas de contratação (ANTUNES, 2000).

Tem crescido o uso da mão-de-obra feminina nos postos de trabalho, contudo, esse crescimento está estreitamente ligado à menor remuneração em relação ao público masculino.

“A inserção desses indivíduos desempregados, em atividades de pequena dimensão e interessando principalmente às populações pobres onde mantém relações privilegiadas com a sua região” é o conceito denominado circuito inferior criado por Santos, (2008, p. 22), apesar de ocorrer rapidamente, esses trabalhadores terão que vivenciar uma série de dificuldades, entre elas destacam-se, a má remuneração pela atividade desenvolvida, trabalhos temporários e instáveis em que as condições de trabalho não destoam da sua remuneração. Essas mesmas incertezas apontadas acima irão continuar nos chamados setores populares.

Nesse contexto de transformações e incertezas econômicas, surgiu a economia dos setores populares, que mostra como uma nova organização do trabalho, entre os membros que a integram, além de ter como princípio básico a propriedade coletiva, de um lado, e a liberdade individual, de outro, - possibilitando novas alternativas e meios de subsistência aos trabalhadores -, que estão excluídos momentaneamente. O sistema de economia dos setores populares é desenvolvido por trabalhadores que não detém os meios de produção, contudo após serem excluídos dos seus trabalhos formais, buscam utilizar formas de empregar sua força de trabalho em outros setores.

Após o agravamento das condições socioeconômicas dos trabalhadores, no início da década 1990, com a nova morfologia de trabalho brasileiro, que ocorreu com a adoção de uma política econômica liberal, adotada no governo do presidente Fernando Collor de Melo no âmbito da economia, iniciou-se a busca por meios de promover à subsistência dos indivíduos desempregados. Nessa tarefa, a Igreja Católica já desempenhava um papel importante, através das Cáritas brasileiras, desde a década de 1980. Era uma organização humanitária, que busca proporcionar aos indivíduos mais necessitados, melhores condições de vida. Através de grupos, associações e cooperativas comunitárias iniciaram projetos de auxílio ao desenvolvimento de outras formas de trabalho, através de um conjunto de atividades produtivas.



Os PACS³³, porém, não são uma iniciativa exclusiva da Cáritas e nem da ação social da Igreja. Eles fazem parte de um contexto mais amplo de reorganização da sociedade no início dos anos 80, na luta contra o regime militar, quando se fortaleceram os movimentos populares como alternativas organizativas, valorizando os espaços da vida cotidiana e política (BERTUCCI; SILVA, 2003, p. 14).

Na década de 1990 se deu início, através do professor Gonçalo Guimarães, da UFRJ, ao projeto de Incubadoras Tecnológicas de Cooperativas Populares (ITCPS) nas universidades, coordenadas por pensadores de temáticas, cujo objetivo era promover auxílio às empresas autogestionadas, durante todo o processo de organização, implantação e fortalecimento dos empreendimentos, que eram compostos por trabalhadores, que tinham sido excluídos do mercado de trabalho, e necessitavam de meios para inserir-se no mercado, assim como, prover meios de subsistência para si e sua família.


A primeira experiência de ITCPS ocorreu em 1996. Aplicada em universidades brasileiras, ocorreu na COPPE (Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia), na UFRJ, cujo projeto de extensão tinha cunho interdisciplinar, com ênfase no estudo do trabalho, da renda e da promoção da cidadania em empreendimentos populares

“A **Incubadora Tecnológica de Cooperativas Populares (ITCP)** é um programa de extensão universitária do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Em 1995, a **ITCP** foi concebida como um centro de tecnologia que tornaria disponíveis os conhecimentos e os recursos acumulados na universidade pública para gerar, por meio do suporte à formação e desenvolvimento (incubação) de empreendimentos solidários autogestionários, alternativas de trabalho, renda e cidadania para indivíduos e grupos em situação de vulnerabilidade social e econômica (ITCP.COOPER. UFRJ., s. d.).

A experiência obteve êxito em seus objetivos, promovendo a implantação de uma série de outras ITCPS, em universidades de várias localidades do Brasil, como, por exemplo, na USP, Estadual da Bahia, Federal do Paraná etc. No final da década de 1990, o Governo Federal, sob o patrocínio do Ministério do Trabalho, no governo do Presidente Fernando Henrique Cardoso implantou um projeto de incentivo para a expansão de ITCPS nas universidades, através do Programa Nacional de Incubadoras Tecnológicas de Cooperativas Populares- PRONINC.

Não se definiu um conceito único para a economia dos setores populares. Os principais pensadores conceberam esse setor da economia, cada um ao seu modo, porém são unânimes em defender que elas não são apenas um refúgio para o desemprego crescente na sociedade capitalista, mas se apresentam como uma nova forma de organização do trabalho, cujas atitudes podem desenvolver mudanças, não só no âmbito econômico, mas também no social,

³³ Programa de Assistência Cristão Solidário.



influenciando a maneira de pensar e agir dos indivíduos, desenvolvendo, além de ações solidárias, o próprio pensamento e comportamento solidários.

Sobre o conceito de economia dos setores populares, Kraychete (2000) afirmou que ela é composta

[...] além das atividades realizadas de forma individual ou familiar, as diferentes modalidades de trabalho associativo, empreendimentos autogestionários, oficinas de produção associada, centrais de comercialização de agricultores familiares, associações de artesãos, escolas e projetos de educação e formação de trabalhadores, organizações de microcrédito, fundos rotativos etc. (KRAYCHETE, 2000, p. 15,16).

Milton Santos também deu sua colaboração ao analisar empreendimentos, baseados em circuitos da economia, apontando níveis, apontando vantagem e desvantagem dos empreendedores

O circuito inferior na economia urbana constitui um mecanismo permanente de integração que oferece um número máximo de oportunidades de emprego com um volume mínimo de capital (SANTOS, 2008, p. 67).

Lima (2013), por exemplo, mais recentemente definiu o conceito de economia solidária como


A economia solidária apresenta-se como uma proposta de trabalho que visa transpor a lógica capitalista e estabelecer relações de cooperativas e solidárias, considerando o contexto socioambiental e, resgatando a dimensão humana (LIMA, 2013, p. 30).

Constata-se que os diferentes conceitos tratam do mesmo fenômeno que é o trabalho por conta própria como meio de promover a subsistência dos indivíduos e de sua família. Contudo, se apresenta também, como uma nova opção nas relações de trabalho, proporcionando aos indivíduos novas oportunidades para enfrentar o processo de exploração e de exclusão, que sofriam quando inseridos no mercado de trabalho formal. Com isso se usará o conceito economia dos setores populares, de Kraychete (2000), e o de economia solidária, de Lima (2013), para embasar esta Dissertação.

Na economia dos setores populares encontram-se as iniciativas para o bem-estar do cidadão, em que as ações voltadas para a valorização do indivíduo, baseadas na cooperação, companheirismo e relações solidárias, sentimentos e ações que não existem nas empresas capitalistas.

ECONOMIA DOS SETORES POPULARES E OS SEUS IMPACTOS NA BAHIA

O Conselho Estadual de Economia Solidária (CEES) é um órgão ligado a Secretaria do Trabalho Renda e Esporte (SETRE), onde sua função é acompanhar os projetos de apoio a Economia Solidária.



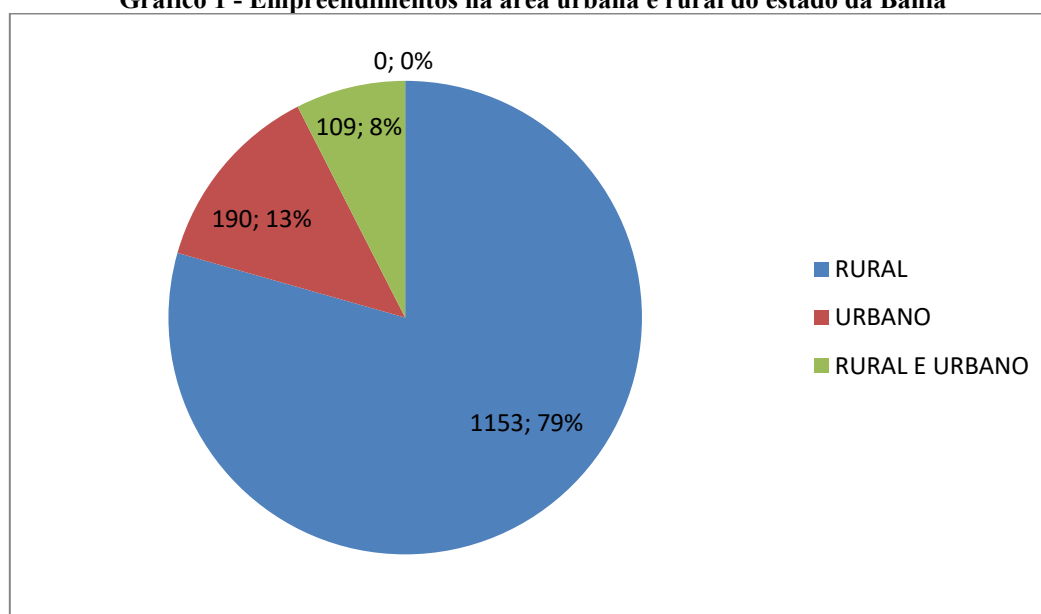
A SESOL, com o apoio da Secretaria do Governo Federal, buscou utilizar a economia dos setores populares e a solidária, como forma de emancipação dos indivíduos, e de suas famílias, fortalecendo os empreendimentos autogestionários. Entre as principais propostas da Secretaria se destacam

- I - Apoio à geração de trabalho e renda em atividades de economia solidária.
- II - Promoção de ações de geração de trabalho e renda para população carente.
- III - Apoio às cooperativas e associações atuantes com resíduos sólidos.
- IV - Implantação e manutenção dos centros públicos de economia solidária.
- V - Apoio à implantação de instituições de finanças solidárias.
- VI - Atualização do sistema estadual de informações em economia solidária.
- VII - Apoio à implantação e manutenção de incubadoras públicas.
- VIII - Apoio à trabalhadores organizados em autogestão para recuperação de empresas.
- IX - Realização de eventos sobre economia solidária.
- X- Apoio à concessão de crédito produtivo e orientado.
- XI- Capacitação gerencial de empreendedor de micro e pequeno negócio.
- XII- Publicidade de utilidade pública- Economia solidária.
- XIII- Formação de educadores para atuação em Economia Solidária (BAHIA. SETRE. **Sobre a SESOL.** s.d.).

A Superintendência de Economia Solidária (SESOL) dividiu-se em três setores com o objetivo de estreitar as relações com os empreendimentos: a Coordenação de Fomento de Economia Solidária (COFES), cuja atuação tem como objetivo ampliar as linhas de comércio dos produtos executados pelos empreendimentos dos setores populares com outros setores, a Coordenação de Formação e Divulgação (COFD), cuja proposta de ação se refere ao estudo e desenvolvimento de novas tecnologias e sua divulgação, para serem empregados na economia dos setores populares, a Coordenação de Micro Finanças (COMFIS), que fica responsável em ampliar o acesso dos empreendimentos as linhas de crédito com a proposta de desenvolver e ampliar as atividades realizadas (SETRE, 2016).

Ao analisar o Estado da Bahia é possível compreender melhor o modelo organizacional dos empreendimentos. No Gráfico 1, abaixo são identificados os empreendimentos baianos, nas zonas rural e urbana, onde o objetivo é proporcionar meios de subsistência aos seus habitantes.

Gráfico 1 - Empreendimentos na área urbana e rural do estado da Bahia



Fonte: ECOSOL, 2017.

Ao analisar o Gráfico 1 identifica-se a existência de 1.153 empreendimentos populares na área rural, no Estado da Bahia. Essa predominância é compreensível, pois, num País, com atividades agrícolas, desde tempos remotos, foi no campo que se iniciou o pensamento solidário e cooperativo. O Governo do Estado da Bahia, com o governador José Marcelino Souza, que incentivou, além da criação de sindicatos, dentro destes a criação de cooperativas.

Na zona urbana foram identificados apenas 190 empreendimentos, numericamente muito menor do que foram encontrados nos dados colhidos referente à zona rural. As atividades constatadas no referido Atlas apontam para 109 empreendimentos envolvendo ao mesmo tempo, campo e cidade, sem declarar a sua natureza.

Esses empreendimentos da zona rural normalmente se encontram em situação de extrema precarização, onde os trabalhadores recebem remunerações insuficientes para realização de suas atividades, possuem péssimas condições de trabalho, má conservação de seus instrumentos, assim como se ressentem da ausência dos direitos sociais. Existe, ainda, um número considerável de trabalhadores rurais que exercem suas funções sem o registro na carteira profissional de trabalho.

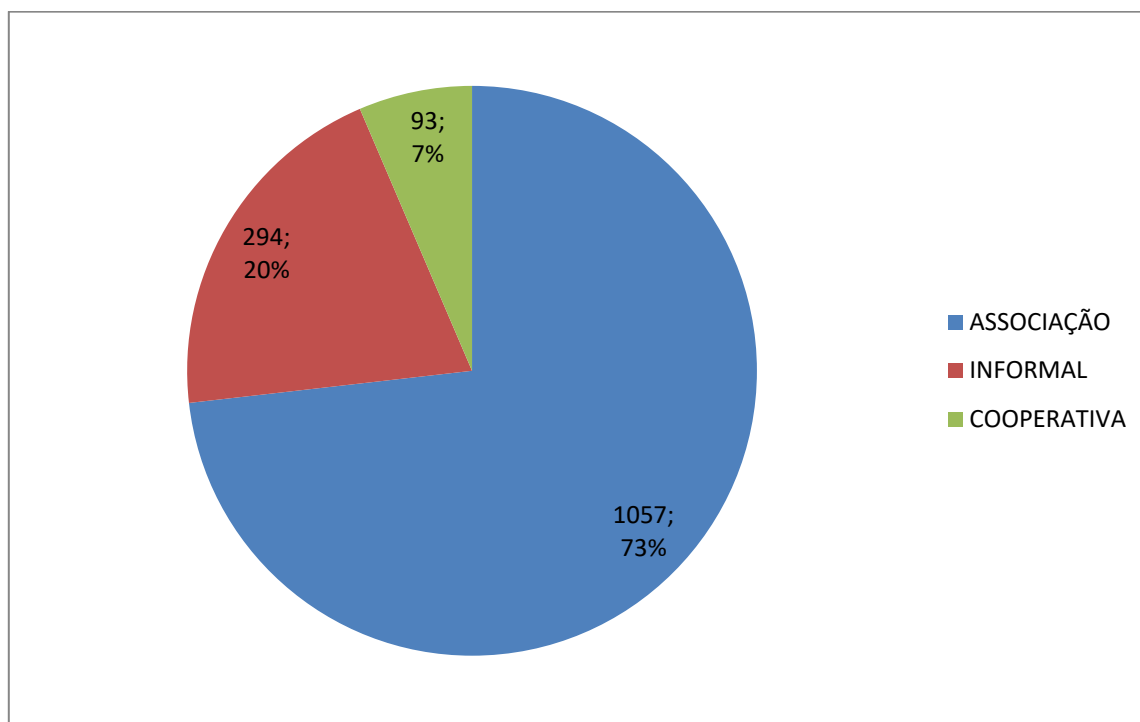
Para mostrar os resultados, o Governo do Estado criou os Centros de Economia Solidária (CESOL). Esses Centros são espaços destinados à visitação do público, em geral, cujo objetivo é promover a interação entre os bens produzidos, por empreendedores dos setores populares e a população. Para tanto, são destinados espaços, em locais e feiras públicos, -

quando os empreendedores pagam uma taxa -, para a exibição de seus produtos, promovendo a comercialização das obras confeccionadas pelos integrantes das entidades ligadas ao programa. Promove um conjunto de ações para formação dos empreendedores, - através de cursos de capacitação e gestão -, divulgação dos resultados, além de permitir a interação social e política entre seus membros. O valor arrecadado, com a comercialização, é destinado aos produtores (SETRE, 2016).

Foram implantadas nove unidades do CESOL, em Salvador e outras cidades, que exercem influência sobre todo território baiano. As unidades localizam-se nos seguintes locais, em Salvador: Comércio, Mares, Barra, - Centro que atende alguns empreendimentos do Engenho Velho da Federação -, e Sussuarana e, no interior, Guanambi, Itabuna, Pintadas, Juazeiro, Cruz das Almas. Cada Centro procura interagir com a comunidade, oferecendo condições para o melhoramento de seus empreendimentos (SETRE, 2016).

Entre os tipos de empreendimentos dos setores populares e solidários, existentes na Bahia, foram referenciados no Atlas de economia solidária, três grandes grupos, as associações, as cooperativas e o grupo informal, cujos dados, obtidos nas pesquisas de campo, vistos no Gráfico 2, mostram o número de empreendimentos, de cada grupo, no território baiano.

Gráfico 2 - Formas de empreendimentos na Bahia



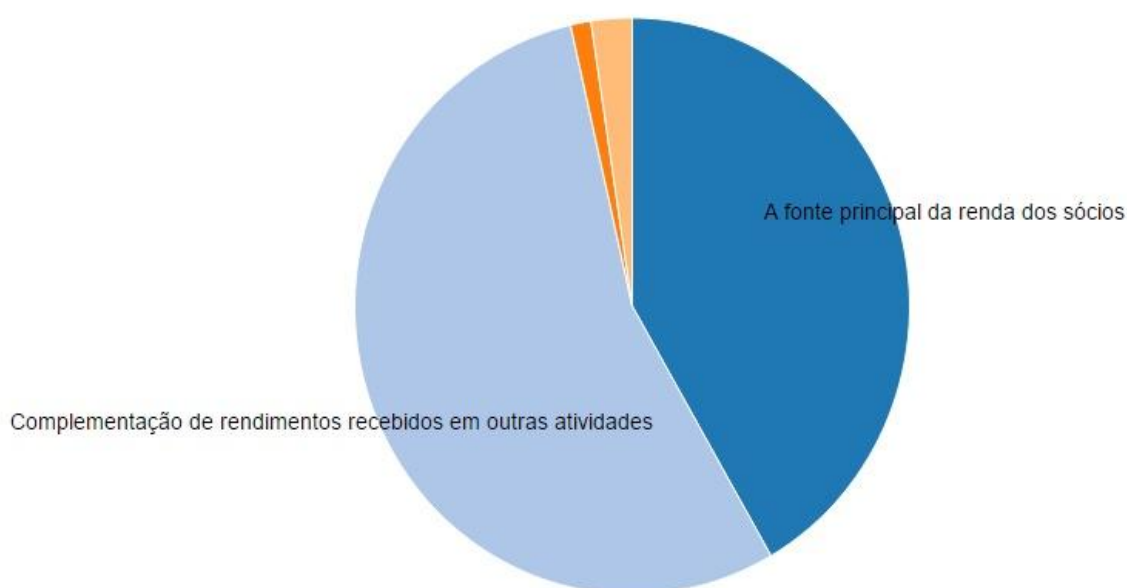
Fonte: ECOSOL, 2017

Este Gráfico 2 mostra os tipos de grupos, no Estado da Bahia, possuindo 1057 empreendimentos cadastrados como Associação, enquanto que o grupo informal, em segundo lugar, tem apenas 294 e as cooperativas contam com 93, segundo os dados da ECOSOL (2017).

Um dos grandes desafios, que se apresenta aos empreendimentos populares, destaca-se a baixa remuneração dos trabalhadores, que os integram, o que obriga uma parcela desses indivíduos a buscar outras atividades, muitas vezes em outros locais e empreendimentos, com o objetivo de complementar a sua renda, como se pode visualizar no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Renda obtida pelos sócios

Complementação de rendimentos de aposentadorias ou pensões



Fonte: ECOSOL, 2013.

A parcela em azul escuro indicam os associados, que têm as suas atividades realizadas nos empreendimentos dos setores solidários, como sua principal fonte de salário, demonstrando que as iniciativas solidárias das associações, ainda não tiveram sucesso, quanto a possibilitar a sobrevivência dos trabalhadores, numa única atividade. A parcela que se encontra nesse Gráfico 3, marcado em azul claro demonstra que, no Estado da Bahia, os valores, obtidos pelos empreendedores se dão mais nas atividades complementares de rendimentos, de forma simultânea.

Os empreendimentos dos setores populares, como associações e cooperativas, na Bahia, estabelecem outro tipo de relação diferente com os produtores, por lidarem com propriedade coletiva, na qual os equipamentos, - para produção dos gêneros, a que se propõem -, pertencem

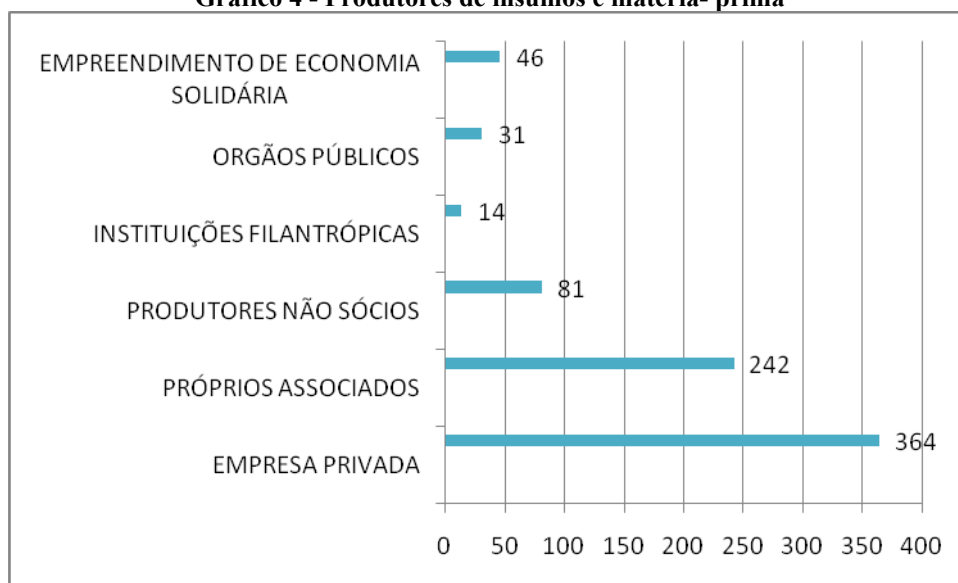
a todos os membros, assim como o poder de decisão de novas propostas que são também uma proposta de ação coletiva.

Os associados têm uma tríplice relação com a cooperativa: como donos, como usuários e como investidores, cumprindo assim simultaneamente os papéis de agente principal. Essas três relações implicam cada uma, responsabilidades e recompensas específicas (AMODEO, 2006, p. 155).

Mesmo com o crescimento dos empreendimentos dos setores populares, na Bahia, e em todo território nacional, estes não se tornaram auto-suficientes, visto a dependência de outra atividade para sobreviver, pois as associações e cooperativas continuam sendo abastecidas, pelos insumos e matéria prima, de empresas particulares, confirmando o que Santos (2008) denominou a “relação de dependência do abastecimento do circuito inferior da economia”, ao consumir produtos elaborados por empresas que integram o circuito superior da economia, conforme mostra o Gráfico 4.


Esse Gráfico salienta a necessidade de se ampliar a produção de insumos e matérias primas, pelos próprios empreendimentos populares e/ou solidários, buscando construir uma estrutura de produção e consumo mais ampla, fortalecendo com isso os empreendimentos envolvidos, sem necessidade de somar outras atividades complementares.

Gráfico 4 - Produtores de insumos e matéria- prima



Fonte: ECOSOL, 2017.

Amodeo (2006) apontou a necessidade de se adotar à educação cooperativa, como princípio essencial para o desenvolvimento e sua manutenção, nos princípios de empresas não capitalistas, estabelecendo relações de respeito e solidariedade entre seus membros, o que



proporcionaria um avanço na produção de seus itens e o estabelecimento de formas de trabalho dignas para todos os membros.

A capacitação cooperativa diferencia-se de uma simples capacitação em gestão destinada a produtores, operários ou usuários em geral. O objetivo da mesma não é só melhorar a gestão econômica, mas também, reforçar a própria relação com os cooperados e democratizar a informação e o poder (AMODEO, 2006, p. 168).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo colaborou para a compreensão do cenário socioeconômico do Brasil, e do processo gradual e progressivo de precarização do trabalho e de suas relações. A Economia dos Setores Populares apresenta-se como uma contraposição a todos os danos causados pelo sistema capitalista aos indivíduos e a sociedade.

Ao analisar os dados da SETRE, percebe-se do potencial do estado da Bahia no desenvolvimento de atividades da economia popular, o que proporciona aos cidadãos novas alternativas de produção e de obter meios de subsistência. Os dados explanados na pesquisa demonstram a possibilidade de expansão que ainda necessita ser trabalhado, nos setores rural e urbano, atraindo novos indivíduos para a produção.

As transformações que abrangem a problemática do trabalho devem ser ampliadas para além do trabalho assalariado, as relações de trabalho comissionadas, não regularizadas e autônomas, merecem atenção no que tange a atual conjuntura socioeconômica do Brasil.

Apresenta-se um contingente considerável de ocupações que, mesmo de forma precária, tem garantido a reprodução da vida de muitas famílias. Visto isto, passa a ser pertinente se pensar em políticas que estejam voltadas para melhoria dos indicadores sociais


A necessidade de se discutir amplamente as relações de trabalho e seus impactos na sociedade brasileira é uma realidade que não pode ser mais deixada para segundo plano, exigindo extensa participação do estado na construção de novas possibilidades de organização.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Ricardo. **O caracol e sua concha**: ensaios sobre a nova morfologia do trabalho. São Paulo: Boitempo, 2005.

_____. **Adeus ao trabalho?** Ensaio sobre as metamorfoses e a centralidade do mundo do trabalho. São Paulo: Cortez, 2000.

BEATRIZ, Marilene Zazula. **Economia solidária**: os caminhos da autonomia coletiva. Curitiba: Juruá, 2012.



BERTUCCI, Ademar de Andrade; SILVA, Roberto Marinho Alves da (Orgs). **20 Anos de economia solidária**: trajetória das Cáritas Brasileira do PACs a EPS. Brasília: Cáritas, 2003.

BAHIA. SETRE. **Sobre a SESOL**, s.d. Disponível em: <http://www.setre.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=48>. Acesso em 27 fev. 2017.

BAHIA. SETRE - Secretaria do Trabalho. **Emprego, renda e esporte: economia sustentável**. Salvador: SETRE, 2011. Disponível em: http://www2.setre.ba.gov.br/cartilha_economia_solidaria/economia_solidaria.pdf. Acesso em: 15 mai. 2016.

BAHIA. SERTRE. CEES. s.d. Disponível em <http://www.setre.ba.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=14>. Acesso em 12 mar. 2017.

ITCP. COOPE. UFRJ. Quem somos, s.d. Disponível em: http://www.itcp.ufrj.br/a_itcp_somos.php. Acesso em: 24 fev 2017.

KRAYCHETE, Gabriel; COSTA, Beatriz; LARA, Francisco (Orgs). **Economia dos setores populares**: entre a realidade e a utopia. Petrópolis/RJ: Vozes, 2000.

LIMA, Maria Isabel Rodrigues. **Economia solidária e vínculos**. São Paulo: Ideias e Letras, 2013.

PARRA, Henrique Zoqui Martins. **Liberdade e necessidade**: empresas de trabalhadores autogeridas e a construção sócio-política da economia. São Paulo, 2002. 265.f. Dissertação de mestrado, programa da Universidade de São Paulo, 2002.

PICANÇO, Iracy; TIRIBA, Lia. **Trabalho e educação**: arquitetos, abelhas e outros tecelões da economia popular solidária. São Paulo: Ideias e Letras, 2004.

POCHMANN, Marcio. **O trabalho sob fogo cruzado**: exclusão, desemprego e precarização no final do século. São Paulo: Contexto, 2000.

REZENDE, Cyro de Barros Filho. **Economia Brasileira contemporânea**. São Paulo: Contexto, 1999.

SANTOS, Milton. **O espaço dividido**: os dois circuitos da economia urbana nos países subdesenvolvidos. São Paulo: EDUSP, 2008.

SINGER, Paul. **Introdução à economia solidária**. São Paulo: Instituto Perseu Abramo, 2002.



CAPÍTULO 35

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DA EXPANSÃO DAS FLORESTAS PLANTADAS NO NORDESTE BRASILEIRO

Jussara Mara Lima Queiroz, Universidade Federal de Campina Grande
Gerlanny Vieira de Moraes, Universidade Federal de Campina Grande
Eduarda Louise de Oliveira Figueiredo, Universidade Federal de Campina Grande
Dayanne Kelly de Araújo Medeiros, Universidade Federal de Campina Grande
Wanessa Alves Martins, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande
Viviane Farias Silva, Universidade Federal de Campina Grande


RESUMO

A indústria florestal vem crescendo com o passar dos anos, principalmente por causa dos produtos e subprodutos gerados e consumidos que são utilizados como matéria prima em diversos segmentos industriais. Nesse aspecto a exploração das florestas nativas já vem sofrendo com a degradação ambiental e elevada retirada de seus produtos sem nenhum manejo adequado, ocasionando perdas que afetam as mudanças climáticas. Dessa maneira as florestas plantadas é uma alternativa sustentável que vem sendo aliada ao combate ao uso extensivo das florestas nativas, assim como devido as pesquisas científicas realizadas, vem contribuindo para produção de madeira e outros derivados com maior eficiência, estimulando o mercado. Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada objetivando-se avaliar a expansão das florestas plantadas no nordeste brasileiro no período de 2014 a 2018, como forma de desenvolvimento sustentável. Os dados foram obtidos do Sistema Nacional de Informações Florestais e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Através dos mapas gerados e dos gráficos, foram observados que o estado da região nordeste que tem maior área plantada é a Bahia, seguido pelo Maranhão. No ano de 2014, verifica-se que o Ceará tinha 42 hectares de área plantada com acréscimo de 195 hectares em 2015, entre os anos de 2015 e 2016 este aumento foi de 33 hectares. O ano de 2015 teve acréscimos de 27% em relação ao ano de 2014, com aumento de 1,6 mil hectares de área plantada com outras espécies. A espécie de eucalipto é a mais utilizada em área de florestas plantadas, havendo expansão de área plantada com esta espécie e com outras espécies características e com potencial de uso no setor florestal.

Palavras-Chaves: Setor florestal; Sustentabilidade; Floresta Nativa.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a indústria florestal fez um progresso considerável na produção, com foco em papel e celulose. Além da produção de papel e celulose, as florestas plantadas também são propícias ao uso diversificado de madeira, incluindo pisos, painéis e carvão vegetal na indústria, atingindo cerca de 5.000 produtos (IBÁ, 2019a). Estando o desenvolvimento social interligado ao consumo destes produtos, a partir da década de 1960, havendo necessidade de plantio de espécies florestais.



O cultivo de espécies florestais para suprir a demanda do mercado tornou-se fundamental, a floresta plantada é uma sucessão secundária, ou seja, é orientada de acordo com algum propósito humano, e foi mantida em sua juventude através do corte contínuo de árvores, diminuindo a exploração dos recursos florestais de florestas nativas (FRANCO, 2020).

As florestas plantadas, segundo (IBÁ, 2020) assimilam da atmosfera e acumulam grandiosa quantidade de carbono, assim como auxiliam no combate a erosão do solo, assoreamento dos rios, proteção da biodiversidade, evidenciando a importância das árvores plantadas investimentos vem sendo realizados para que as matrizes energéticas fósseis sejam substituídas por aquelas oriundas de energias renováveis com reutilização dos recursos hídricos.

As florestas brasileiras são reconhecidas como a segunda maior floresta, depois da Rússia (SFB, 2013) e 7,83 milhões de hectares de árvores foram obtidos de suas florestas para plantio comercial de produtos florestais, com foco em 5,7 milhões de hectares de eucalipto. Entre eles, os pinheiros ocupam 1,6 milhões de hectares e outras espécies como seringueira, acácia, teca e paricá, que ocupam 590.000 hectares (IBÁ, 2019b).

O Sistema Nacional de Informações Florestais- SNIF, relata que o Brasil tem possibilidades de exploração florestal bem elevada, e da maneira que vem sendo aproveitado este recurso natural, diversos são os danos socioeconômicos e ambientais, considerando ser um dos países que têm uma área relevante de recursos florestais e único com extensa região de floresta tropical (SNIF, 2020).

No sistema produtivo do setor florestal brasileiro, são utilizados os recursos florestais das florestas plantadas e nativas, com exploração dos produtos não madeireiros que tiveram em 2018 uma circulação de aproximadamente R\$ 2 bilhões, sendo cerca de 80% de origem das florestas nativas, já os produtos florestais madeireiros neste mesmo ano teve contribuição de R\$18,5 bilhões, com retirada de madeira de florestas plantadas e de florestas nativas (SNIF, 2019).

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018) afirma que a região Nordeste foi considerada a maior localidade que extrai lenha e carvão vegetal, totalizando em valor bruto de produção de produtos madeireiros de aproximadamente R\$ 535 milhões. Nos estados nordestinos a lenha e o carvão vegetal são fundamentais como fonte energética doméstica, industrial e comercial (MARTINS *et al.* 2018).



De acordo com (ELOY, 2013), 80% da lenha utilizada no Nordeste são retiradas da vegetação nativa da Caatinga, sendo sua exploração ilícita, nessa conjuntura as florestas plantadas para produção de lenha, carvão vegetal, briquetes e licor negro para fins industriais, implantadas com cultivo sustentável podem propiciar madeira em quantidade e qualidade, com menor impacto ambiental e incentivo desta cadeia produtiva de forma consciente.

A inserção de espécies florestais de desenvolvimento acelerado na região semiárida, buscando utilizar estas espécies na recuperação de áreas degradadas, sendo necessário que as pesquisas sejam voltadas para formas de plantio, aperfeiçoamento genético, acompanhamento do desenvolvimento e produtividade florestal das espécies nativas que tenham potencial comercial, (MOREIRA *et al.* 2019) assegura que é uma alternativa para a o resgate destas regiões desgastadas e que beneficia a população, meio ambiente, assim como é um plano de conservar a floresta nativa.

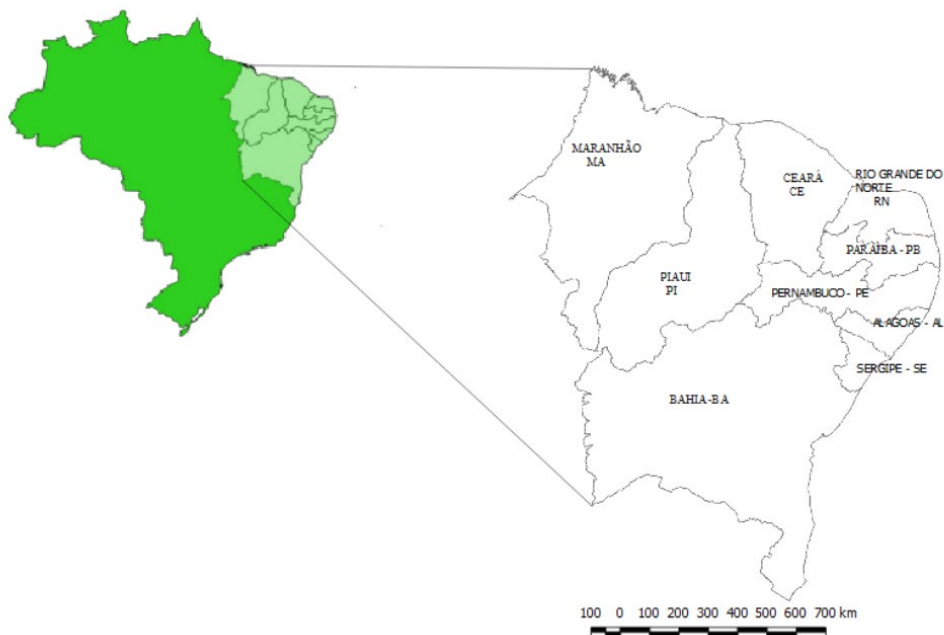
Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada objetivando-se avaliar a expansão das florestas plantadas no nordeste brasileiro no período de 2014 a 2018, como forma de desenvolvimento sustentável.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na região do Nordeste Brasileiro, Figura 1, composto pelos seguintes estados: Maranhão, Bahia, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Piauí, Ceara, Alagoas e Sergipe. As informações foram coletadas no banco de dados do Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF), eixo temático Floresta e Recursos Florestais no tópico floresta plantada conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Assim como no banco de dados do Sistema do IBGE Recuperação Automática (SIDRA). Foram analisadas a área plantada e as espécies plantadas na região Nordeste nos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018.



Figura 1. Localização geográfica do Nordeste Brasileiro.



Fonte: Autores (2020); Qgis

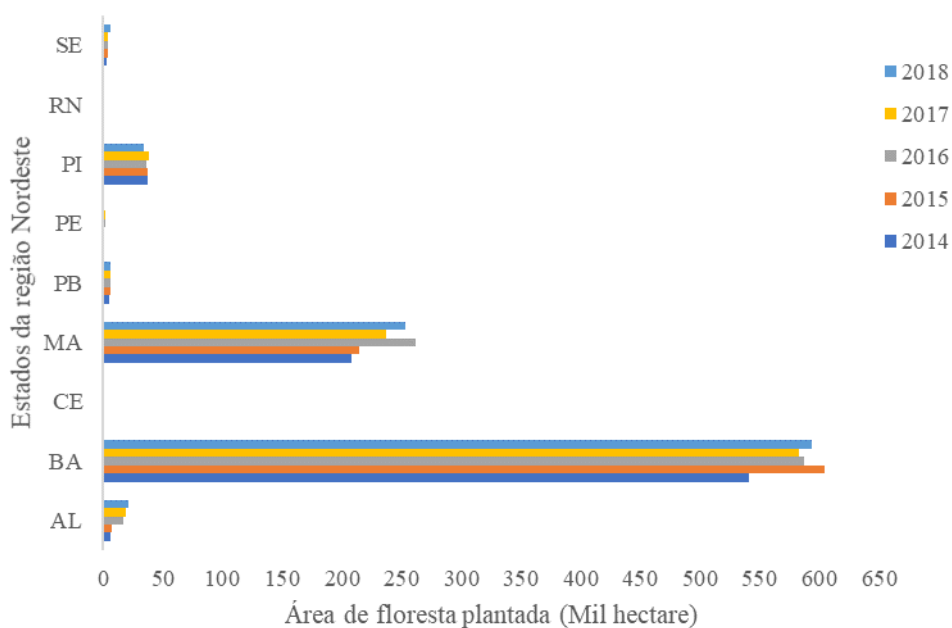
A partir dos dados obtidos, os quais foram organizados e inseridos os códigos de cada município da região nordeste, viabilizando seu uso no QGis para a confecção dos mapas para exposição do crescimento da área de floresta plantada e identificação dos Estados que possuem maior área plantada na região Nordeste, assim como a geração de gráficos a partir do Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 2, o estado da região nordeste que tem maior área plantada é a Bahia, seguido pelo Maranhão. Os outros estados possuem área de floresta plantada inferior a 100 mil hectares. Nota-se que o Estado do Ceará, Pernambuco e Rio Grande do Norte possuem os menores valores referentes à área de floresta plantada.



Figura 2. Área total de floresta plantada na região nordeste no período de 2014 a 2018.



Fonte: IBGE, SNIF, SIDRA e autores (2020)

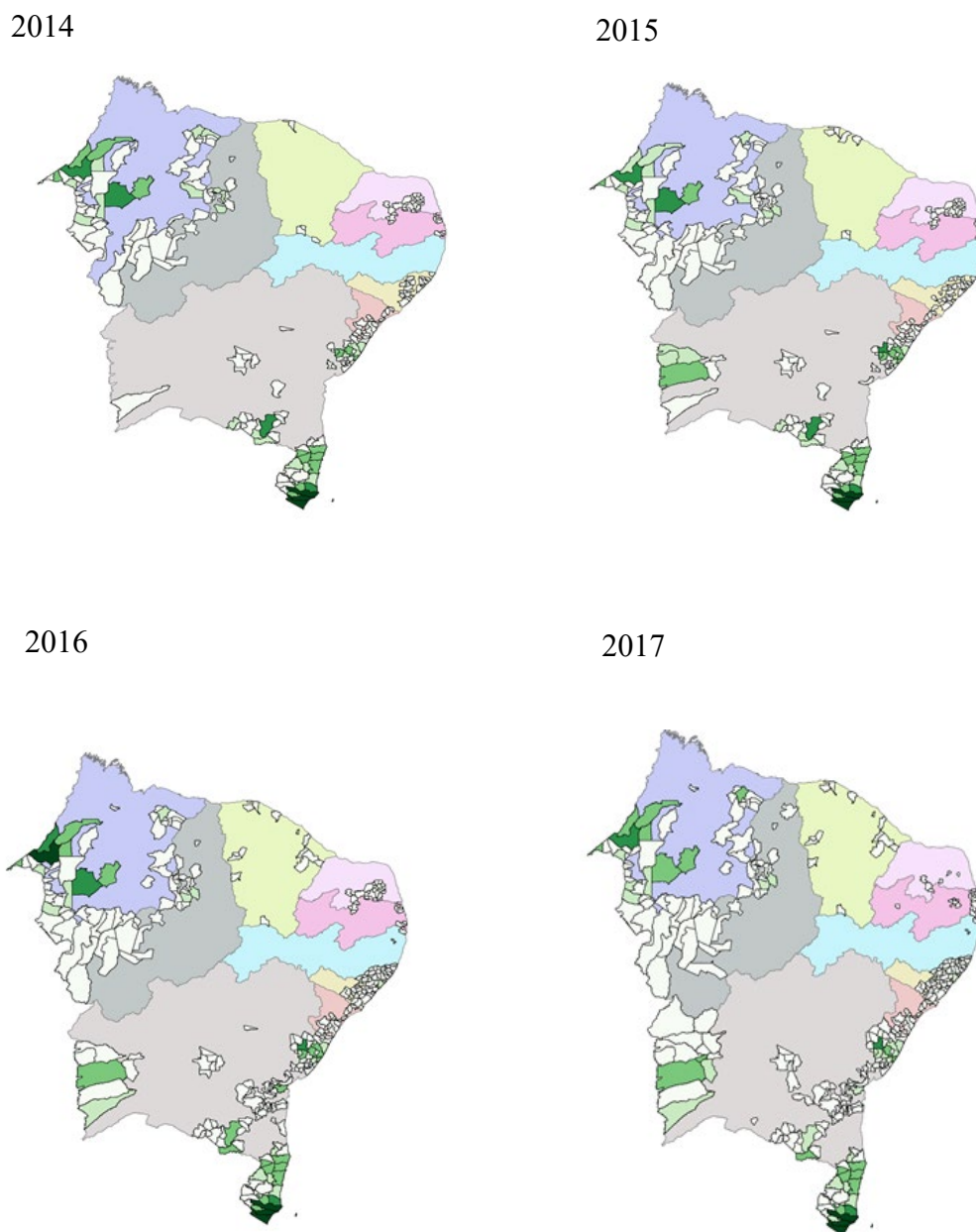
Na região do nordeste brasileiro no ano de 2015 verificou-se a produção de mais de 16 mil metros cúbicos de lenha, provenientes dos Estados do Nordeste que possuem maior área de floresta plantada, como a Bahia, Piauí e Maranhão, sendo responsáveis por aproximadamente 60% da produção total do Brasil (IBGE, 2017).

Através da Figura 3, observa-se a evolução da expansão anual dentro de cada Estado da região Nordeste no Brasil, em que estado como Pernambuco mesmo pouco expressivo comparado a outros Estados, mas teve início a prática de floresta plantada. No ano de 2014, verifica-se que o Ceará tinha 42 hectares de área plantada com acréscimo de 195 hectares em 2015, entre os anos de 2015 e 2016 este aumento foi de 33 hectares, não sendo tão expressivo em relação à comparação anterior, no entanto, no ano de 2018 houve elevação de 379 hectares de floresta plantada em relação ao ano de 2017, constatando assim, que vem ocorrendo implantação significativa de floresta.

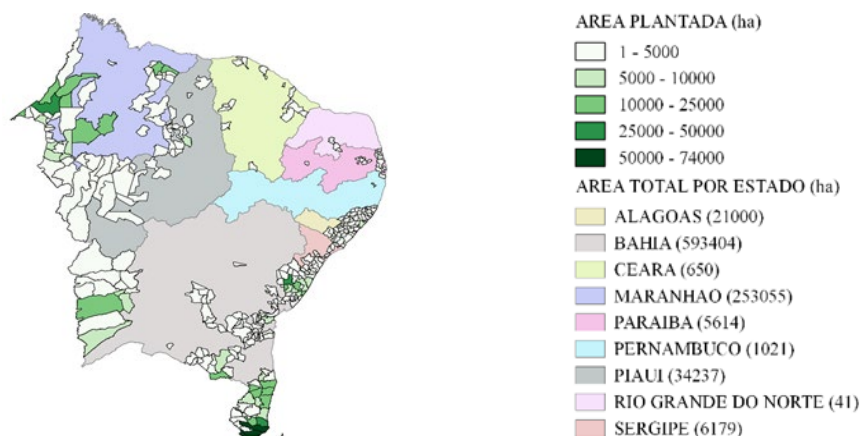
O estado de Pernambuco foi registrado sem nenhum hectare de área plantada em 2014, mas no ano posterior houve plantio de aproximadamente mil hectares, com incremento nos demais anos, alcançando em 2018 um total de 1.021 hectares de área de floresta plantada, como pode ser constatado na Figura 3. No Rio Grande do Norte houve redução na área de floresta plantada em 424 hectares, comparando 2018 com 2014, uma diminuição muito significativa. Na Figura 3, verifica-se que existe uma quantidade de área plantada nos municípios da região

Nordeste que variam de 1 a 5 mil hectares, enquanto que as maiores áreas são encontradas na Bahia e Maranhão.

Figura 3. Expansão da área de floresta plantada total na região Nordeste do Brasil nos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018.



2018



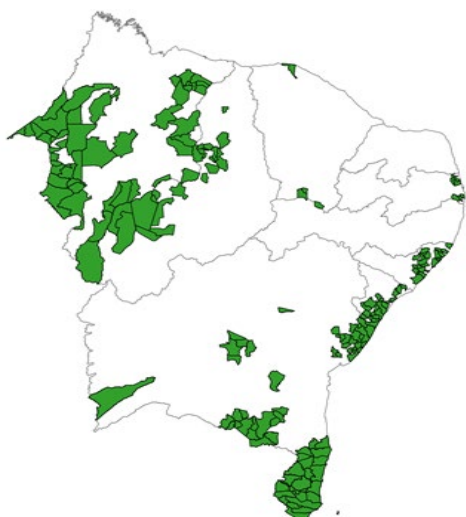
Fonte: IBGE, SNIF, SIDRA e autores (2020)

A espécie de Eucalipto é a mais utilizada e nota-se na Figura 4, que com o passar dos anos houve aumento considerável de floresta plantada. No estado do Rio Grande do Norte não houve registro desta espécie, em nenhum dos anos analisados. O estado da Paraíba teve acréscimos com decorrer dos anos com cerca de 7,65% em 2014 e em 2018 alcançando 19,86% de área de floresta plantada com espécies de eucalipto. No Piauí, Maranhão, Sergipe e Bahia mais de 90% das espécies plantadas são eucaliptos, enquanto em Alagoas houve redução de 9,12% na área de floresta plantada com estas espécies, comparando os anos de 2014 e 2018, neste mesmo período no Ceará houve uma redução significativa na área total com eucalipto de 96%.

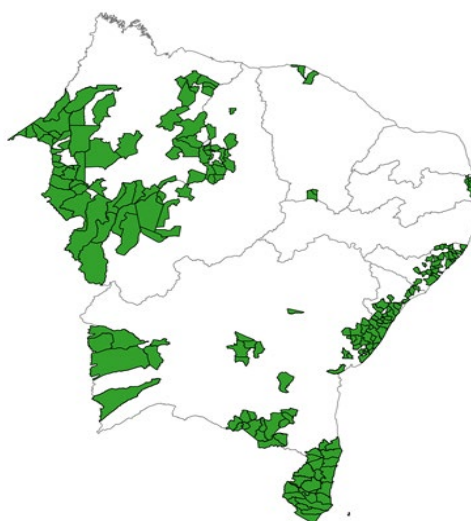


Figura 4. Locais que possuem área plantada com as espécies de Eucalipto na região Nordeste brasileiro nos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018.

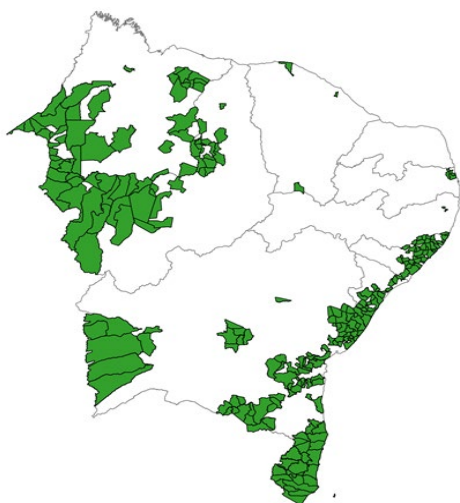
2014



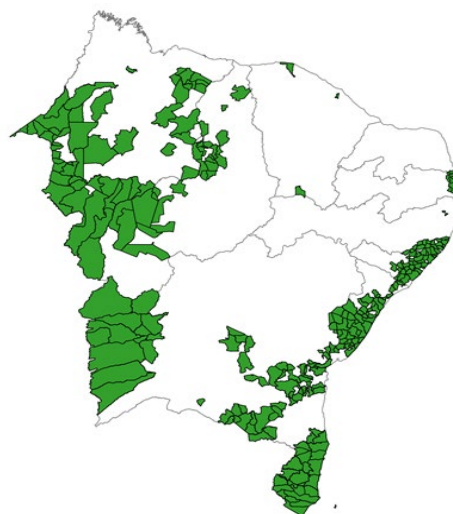
2015



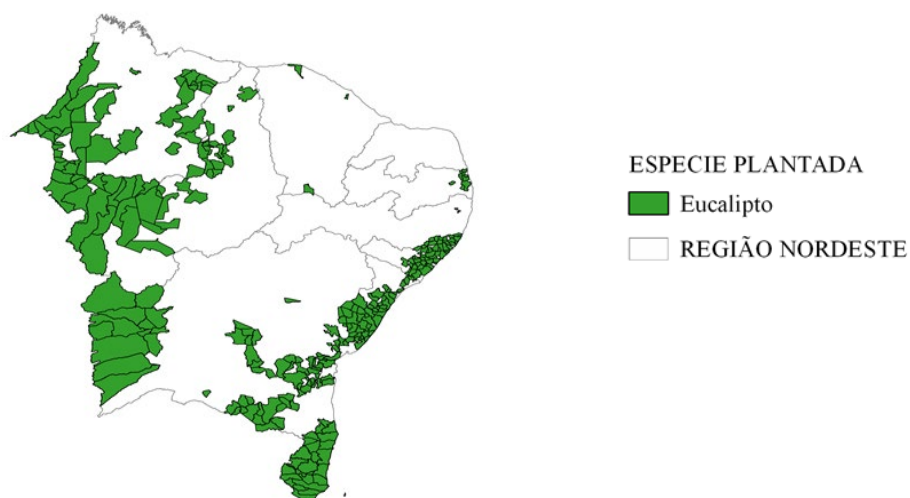
2016



2017



2018



Fonte: IBGE, SNIF, SIDRA e autores (2020)

De acordo com (FERREIRA, 2017) o eucalipto possui crescimento acelerado, produtividade, adaptação ao clima semiárido, sendo amplamente utilizado para diversos fins industriais, como celulose, papel, energia, etc. Dando assim para esta espécie relevância no setor de silvicultura em relação a outras espécies florestais.(BRAINER, 2019a) constata que a silvicultura é uma alternativa de atuação do Banco do Nordeste, principalmente para as espécies de Eucalipto já que vem sendo desenvolvidas pesquisas para obtenção de clones com potencial de produtividade significativa e com modificação genética para adaptação no ambiente em que serão inseridos.

No estado do Maranhão foi instalado na década de 80 as empresas MARGUSA, ITAPAGÉ e a SUZANO, são responsáveis pela expansão da floresta plantada neste estado como relatam (BOTELHO; ANDRADE, 2012). Em 2016 o município de Açailândia/MA teve maior área de floresta plantada com mais de 21 mil hectares, e o município de São Pedro da Água Branca/MA com aproximadamente 7,8 mil hectares, como relata (GRANADO, 2016). Conforme (ABRAF, 2013) era esperado o crescimento considerável de área plantada devido à implantação da empresa SUZANO de papel e celulose, como pode ser verificado nesta pesquisa no ano de 2018.

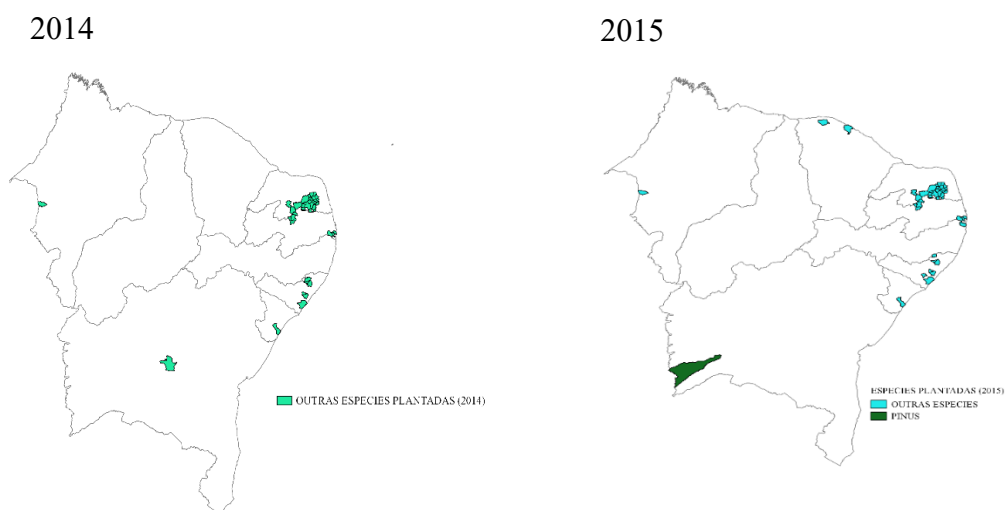
É notório que os estados com maior produção possuem empreendimentos de fabricação de celulose, papel e derivados do papel que necessitam de insumos incentivando o crescimento neste setor do mercado. No estado de Alagoas com a instalação da Indústria Madeira do Brasil,

em 2014 com investimento de aproximadamente quatro bilhões e geração de emprego, e contabilizam-se acréscimos até 2019 na ampliação da indústria com a parceria com o estado de Alagoas, como afirmam (BASTOS; BARROS, 2017).

A questão de infraestrutura e logística influencia nos investimentos de empresas e de expansão das florestas plantadas, reduzindo os impasses que impedem o desenvolvimento do setor, no Maranhão têm a portuária Itaqui, restauração da malha rodoviária no Sul do Maranhão. No estado do Piauí tem a construção nova Transnordestina e a remodelação CFN (Companhia Ferroviária do Nordeste) norte, enquanto no estado da Bahia possui a reconstrução malha rodoviária, a duplicação e reforço de pontes na BR 101, assim como a viabilidade de novo porto para a celulose (BRACELPA, 2010).

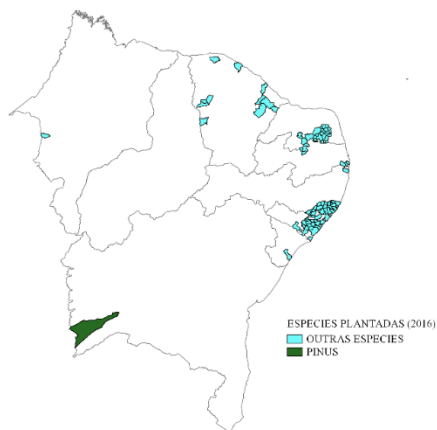
As outras espécies de árvores plantadas na região Nordeste destacam-se na expansão da área plantada de outras espécies a partir do ano de 2014 até 2018, Figura 5. O pinus só foi identificado em área plantada nos anos de 2015 até 2017, não havendo registros nos outros anos analisados. O ano de 2015 teve acréscimos de 27% em relação ao ano de 2014, com aumento de 1,6 mil hectares de área plantada com outras espécies, enquanto ao comparar 2015 com 2016 houve expansão de aproximadamente 1,93 mil hectares. Em 2017 houve um decréscimo no quantitativo total de área plantada de 75 hectares, e de 380 hectares em 2018, relacionada com 2016, sendo perceptível esta diminuição na Figura 5.

Figura 5. Locais que possuem área plantada com outras espécies e Pinus no Nordeste brasileiro nos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018.

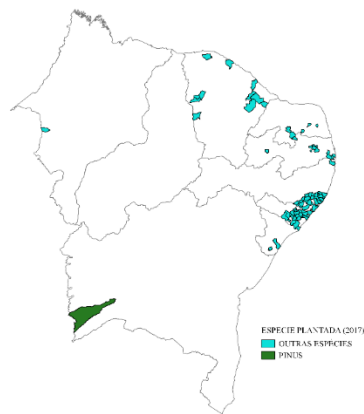




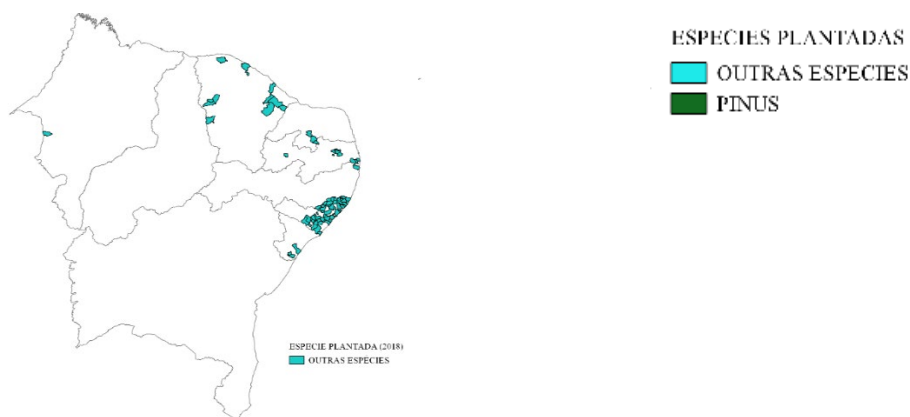
2016



2017



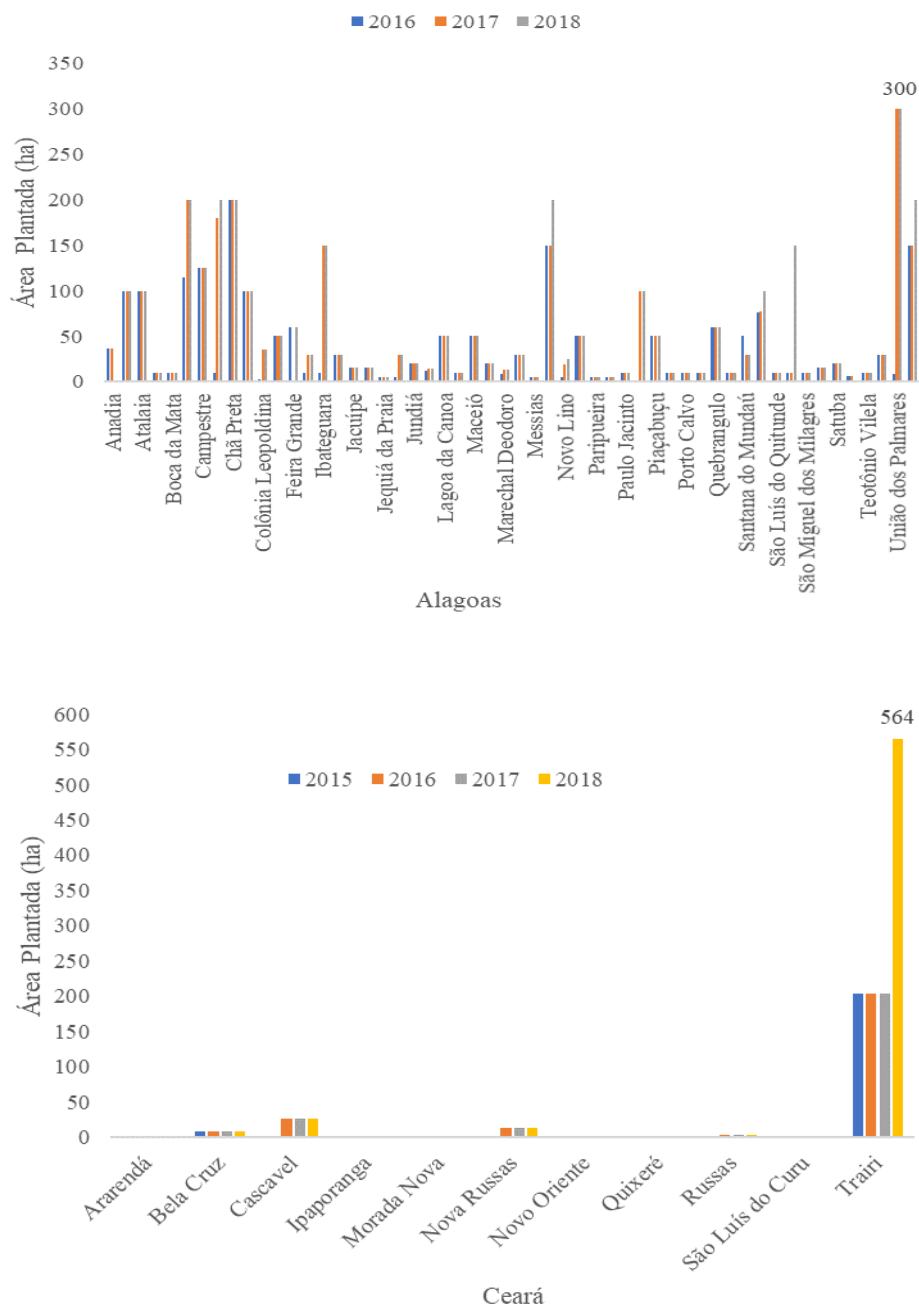
2018



Fonte: IBGE, SNIF, SIDRA e autores (2020)

Foram gerados gráficos dos estados que possuíam maior quantitativo de municípios com área plantada. No estado de Alagoas cerca de 54 municípios realizam o plantio de outras espécies florestais, na Figura 6, averigua-se que o município de União dos Palmares teve no ano de 2017 maior área plantada em relação aos outros anos e municípios. Com aproximadamente 200 ha no ano de 2018 foram constatados nos municípios de Branquinha, Campo Alegre, Chã Preta, Murici e Viçosa. No estado do Ceará, destaca-se o município de Trairi com área de plantio superior a 500 hectares e Cascavel com cerca de 26 ha.

Figura 6. Área plantada com outras espécies nos municípios do Estado de Alagoas e Ceará nos anos de 2015, 2016, 2017 e 2018.

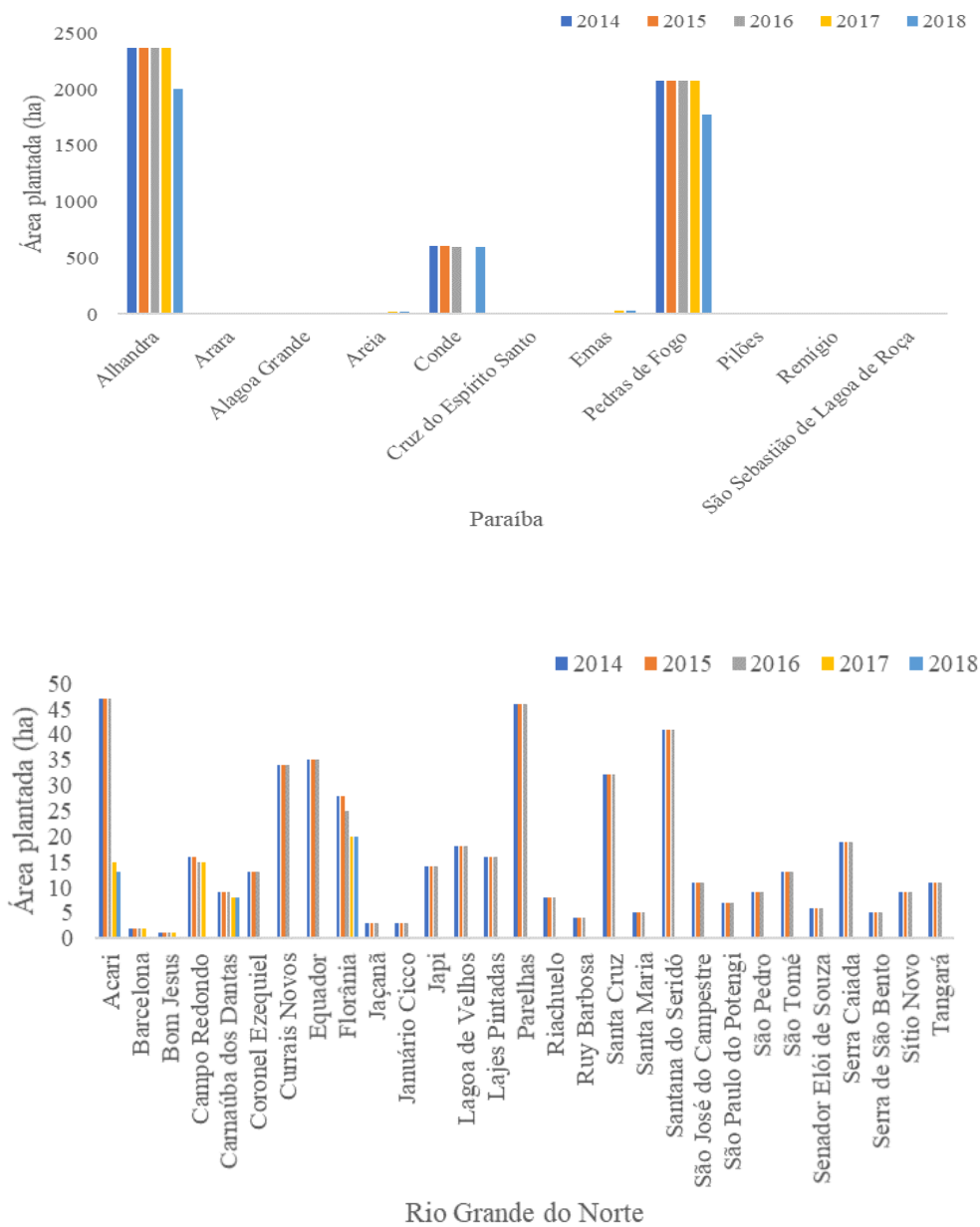


Fonte: IBGE, SNIF, SIDRA e autores (2020)

Os municípios de Alhandra e Pedras de fogo no estado da Paraíba tiveram uma área de plantio de espécies florestais relevante, Figura 7, que somadas alcançam mais de quatro mil hectares de área plantada, havendo redução no ano de 2018, os outros municípios tiveram valores inferiores a 30 hectares, contudo existe a possibilidade de investimentos na silvicultura

nesta região. No Rio Grande do Norte a área de plantio por município não ultrapassa 50 hectares, sendo os maiores os municípios de Acari, Parelhas e Santana do Seridó.

Figura 7. Área plantada com outras espécies nos municípios do Estado da Paraíba e Rio Grande do Norte nos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018.



Fonte: IBGE, SNIF, SIDRA e autores (2020)

De acordo com (BRAINER, 2019b) no estado de Alagoas houve aumento importante na expansão de plantio de diversas espécies florestais, bem como afirmam que o município de Trairi/CE, tem maior plantio, corroborando com os resultados obtidos nesta pesquisa.



O estado da Paraíba é considerado com elevada área de plantio com outras espécies florestais, com inserção de municípios com decorrer do tempo e com área contínua para Alhandra, Pedras de Fogo e Conde, conforme (BRAINER, 2019c) e como se constata neste estudo. De acordo com este autor no Rio Grande do Norte houve redução em cerca de 29 municípios e de área plantada nos demais que continuaram com este tipo de atuação.

A prática da Silvicultura é fundamental principalmente em regiões do Nordeste por possibilitar produtos e serviços ambientais, diminuindo a exploração das matas nativas, e como relata (BRAINER, 2019d) com esta prática haverá a recuperação de áreas comprometidas ambientalmente, gerando renda à população de forma interativa com a natureza.

(Oliveira *et al.* 2012) recomenda no Ceará o plantio de sabiá, devido suas características e sua utilização, como para lenhar, em cercas, entre outras finalidades, enquanto que para a produção de látex, seringueira em Pernambuco e Bahia. Para a produção de cabos em geral, o mogno pode ser implantado no Ceará, Pernambuco, assim como para produção de móveis, utilizando o sistema agroflorestais.

CONCLUSÃO

O estado da Bahia tem área plantada de espécies florestais elevadas;

Houve expansão na área plantada de eucalipto quanto de outras espécies;


O estado de Alagoas tem maior número de municípios envolvidos na expansão da área de florestas plantadas com outras espécies;

Os demais estados que fazem plantio de outras espécies estão utilizando de espécies florestais da própria região que possuam características que possam ser exploradas economicamente, assim como o uso de espécies geneticamente modificadas que se adaptam a região diferente da sua origem;

O avanço das pesquisas científicas e de tecnologias são as causas do aumento da expansão destas áreas assim como a preocupação com a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário estatístico da ABRAF 2012. **Anuário estatístico ABRAF: ano base 2012.** Brasília. 2013. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/3910>>. Acesso em: 15 jul. 2020.
- BASTOS, L.; BARROS, J. Indústria de Madeiras do Brasil vai gerar em Alagoas mais de 340 empregos até 2019. **Gazetaweb**, Maceió, 27 abr. 2017. Disponível em: https://gazetaweb.globo.com/portal/noticia/2017/04/industria-de-madeiras-do-brasil-vai-gerar-em-al-mais-340-empregos-ate-2019_32254.php>. Acesso em: 17jul. 2020.
- BOTELHO, A. C.; ANDRADE. M. P. Expansão da silvicultura: impactos socioambientais em territórios camponeses no leste maranhense. In: Encontro Nacional de Geografia Agrária, 21., 2012, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2012. Disponível em: <http://www.lagea.ig.ufu.br/xx1enga/anais_enga_2012/index.html>. Acesso em: 05jul. 2020.
- BRACELPA – Associação Nacional de Celulose e Papel. **Relatório de sustentabilidade 2010.** Associação brasileira de celulose e papel, 46p. Disponível em: <<http://www.sinpesc.com.br/images/publicacoes/02sustentabilidade.pdf>>. Acesso em: 19ago. 2020.
- BRAINER, M. S. C. P. Silvicultura: uma nova proposta para a área de atuação do banco do nordeste do Brasil. **Caderno setorial ETENE**, Fortaleza, v.4, n.68, p.1-16, fev. 2019a.
- BRAINER, M. S. C. P. Silvicultura: uma nova proposta para a área de atuação do banco do nordeste do Brasil. **Caderno setorial ETENE**, Fortaleza, v.4, n.68, p.1-16, fev. 2019b.
- BRAINER, M. S. C. P. Silvicultura: uma nova proposta para a área de atuação do banco do nordeste do Brasil. **Caderno setorial ETENE**, Fortaleza, v.4, n.68, p.1-16, fev. 2019c.
- BRAINER, M. S. C. P. Silvicultura: uma nova proposta para a área de atuação do banco do nordeste do Brasil. **Caderno setorial ETENE**, Fortaleza, v.4, n.68, p.1-16, fev. 2019d.
- ELOY, E. **Quantificação e Caracterização da Biomassa Florestal em Plantios de Curta Rotação.** 2013. 78p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2013.
- FERREIRA, M. C. et al. Biomass and energy production at short rotation Eucalyptus clonal plantations deployed in Rio Grande do Norte. **Revista Árvore**, v. 41, n. 5, nov. 2017.
- FRANCO, C. **A expansão das florestas plantadas no triangulo mineiro e alto Paranaíba.** 2020. 110p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.
- GRANADO, L. M. A. **A expansão do reflorestamento de Eucaliptos na região de Imperatriz-MA.** 2016. 38p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
- IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. **Árvores plantadas.** São Paulo: IBÁ, 2020. Disponível em: <<https://iba.org/arvores-plantadas>>. Acesso em: 30 mai. 2020.



IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório IBÁ 2019**. São Paulo: IBÁ, 2019a. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 30mai. 2020.

IBÁ - Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório IBÁ 2019**. São Paulo: IBÁ, 2019b. Disponível em:< <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura – PEVS**. [S. L., 2017]. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?edicao=22621&t=sobre>>. Acesso em: 20jun. 2020.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura - PEVS**. [S. L., 2018]. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=292&z=t&o=18>. Acesso em: 25 set. 2020.

MARTINS, K. L. C. et al. Plant extractivism production disparity between Northeast Brazil and Brazil. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 25, n. 4, 13 set. 2018.

MOREIRA, F. T. A et al. **Adubos orgânicos e biocarvão utilizados para reflorestamento com espécies nativas e clones de *Eucalyptus* no semiárido brasileiro**. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica. Recife: UFRPE, 2019. p. 91-102.

OLIVEIRA, A. A. P. et al. **O Nim no Nordeste: Caracterização da cultura**. Fortaleza, CE: BNB/ETENE, 2012. 127 p. Relatório. Mimeografado.

RIEGELHAUPT, E. M.; PAREYN, F. G. C. **A questão energética e o manejo florestal da Caatinga**. In: GARIGLIO, M. A. et al. (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro, 368 p. p. 65-75, 2010.

SFB - Serviço Florestal Brasileiro. **Florestas do Brasil em resumo 2013: dados de 2007-2012**. Brasília: SFB, 2013. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/documentos/publicacoes/1797-florestas-do-brasil-em-resumo-2013-atualizado-em-novembro-2013/file>>. Acesso em: 3 jun. 2020.

SNIF - Sistema Nacional de Informações Florestais. **Boletim SNIF 2019**. Brasília: SNIF, 2019. Disponível em:<http://snif.florestal.gov.br/images/pdf/publicacoes/Boletim-SNIF_Ed1_2019.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

SNIF - Sistema Nacional de Informações Florestais. **Florestas Plantadas**. Brasília: SNIF, 2020. Disponível em: <<http://snif.florestal.gov.br/pt-br/florestas-plantadas>>. Acesso em: 10jun. 2020.

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

MEIO AMBIENTE:

GESTÃO, PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Roger Goulart Mello
Patrícia Gonçalves de Freitas
(Organizadores)



2020

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

MEIO AMBIENTE:

GESTÃO, PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



Roger Goulart Mello
Patrícia Gonçalves de Freitas
(Organizadores)



2020