

Luana Lima Guimarães
Patrícia Gonçalves de Freitas
Organizadoras

MEIO AMBIENTE:

GESTÃO, PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

3



2021

Luana Lima Guimarães
Patrícia Gonçalves de Freitas
Organizadoras

MEIO AMBIENTE:

GESTÃO, PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

3



2021

2021 by Editora e-Publicar
Copyright © Editora e-Publicar
Copyright do Texto © 2021 Os autores
Copyright da Edição © 2021 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. 3**

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

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

Conselho Editorial

Alessandra Dale Giacomini Terra – Universidade Federal Fluminense

Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Andrelize Schabo Ferreira de Assis – Universidade Federal de Rondônia

Bianca Gabriely Ferreira Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Cristiana Barcelos da Silva – Universidade do Estado de Minas Gerais

Cristiane Elisa Ribas Batista – Universidade Federal de Santa Catarina

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

Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes

Dayanne Tomaz Casimiro da Silva - Universidade Federal de Pernambuco

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

Elis Regina Barbosa Angelo – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

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

Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás

Fábio Pereira Cerdera – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Francisco Oricelio da Silva Brindeiro – Universidade Estadual do Ceará

Glauco Martins da Silva Bandeira – Universidade Federal Fluminense

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

Inaldo Kley do Nascimento Moraes – Universidade CEUMA



2021

João Paulo Hergesel - Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Jordany Gomes da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Jucilene Oliveira de Sousa – Universidade Estadual de Campinas
Luana Lima Guimarães – Universidade Federal do Ceará
Luma Mirely de Souza Brandão – Universidade Tiradentes
Mateus Dias Antunes – Universidade de São Paulo
Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Naiola Paiva de Miranda - Universidade Federal do Ceará
Rafael Leal da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Rita Rodrigues de Souza - Universidade Estadual Paulista
Willian Douglas Guilherme - Universidade Federal do Tocantins

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

M514 Meio ambiente [livro eletrônico]: gestão, preservação e desenvolvimento sustentável: volume 3 / Organizadoras Luana Lima Guimarães, Patrícia Gonçalves de Freitas. – Rio de Janeiro, RJ: e-Publicar, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-65-89950-48-6

1. Desenvolvimento sustentável. 2. Conservação da natureza. 3. Sustentabilidade. I. Guimarães, Luana Lima. II. Freitas, Patrícia Gonçalves de.

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



2021

Apresentação

O meio ambiente, a economia e a sociedade formam os três pilares que regem a sustentabilidade. Não conseguimos falar de economia sem falar do meio ambiente e sem falar de nós seres humanos. Como ter uma excelente economia se os nossos recursos naturais se exaurirem? Se nossos recursos se exaurirem como viveríamos? De alguma forma está tudo interligado e por isso devemos trabalhar nosso senso crítico e começar a agir, começar a ler e se informar, pensar em usufruir do nosso “capital natural”, mas de forma sustentável preservando e conservando para as futuras gerações.

Diante dessa reflexão, e enfatizando o papel que nós, a sociedade, desempenhamos nessa tríade da sustentabilidade, é com imensa satisfação que apresentamos a obra “Meio Ambiente: Gestão, Preservação e Desenvolvimento Sustentável, vol. 3”.

Aqui encontra-se um compilado de 40 capítulos dos mais diversos temas relacionados ao meio ambiente. Através de informações sobre recursos hídricos, gestão de resíduos, impactos ambientais, licenciamento ambiental, educação, desenvolvimento sustentável, exploração animal e uso de agrotóxicos e mais, os autores nos fornecem informações valiosas que poderão ser utilizadas por estudantes, pesquisadores e amantes do meio ambiente para desenvolver um pensamento crítico sobre a crise ambiental que estamos vivendo.

Desejamos uma excelente leitura desse 3º volume e esperamos que os temas abordados possibilitem uma compreensão maior sobre a importância do desenvolvimento sustentável.

Luana Lima Guimarães

Sumário

CAPÍTULO 1	13
AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA DE EFLUENTES DESINFETADOS COM OZÔNIO E RADIAÇÃO UV	13
	Ana Paula dos Reis Jeanette Beber de Souza
CAPÍTULO 2	33
ESTIMATIVA DA RECARGA DO AQUÍFERO EM DUAS NASCENTES EM AMBIENTES DISTINTOS NA REGIÃO ALTO RIO GRANDE	33
	Aurivan Soares de Freitas Alisson Souza de Oliveira Cesamar Pereira de Moura Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques Eliana Acantra
CAPÍTULO 3	42
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS HOSPITALARES NA REDE MUNICIPAL DE SAÚDE NO MUNICÍPIO DE INHUMAS-GO.....	42
	Adrielle Duarte Lemes Cristina de Fátima Mattos Antunes Thais Borini de Castro Túlio Meirelles Pinheiro
CAPÍTULO 4	62
A COPARTICIPAÇÃO DA SOCIEDADE NA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SENADOR CANEDO – GO	62
	Érica Correia da Silva Cristina de Fátima Mattos Antunes Thais Borini de Castro Milton Gonçalves da Silva Junior
CAPÍTULO 5	82
DESENVOLVIMENTO ECOLÓGICO COMO ALTERNATIVA PARA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	82
DOI: 10.47402/ed.ep.c202211515486	Dandara Duarte Maciel Abel de Oliveira Costa
CAPÍTULO 6	102
ENERGIA EÓLICA E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS: PERCEPÇÃO DOS MORADORES DE BEBERIBE, CEARÁ.....	102
	Maria Eleni Gomes Lima Leidiane Priscilla de Paiva Batista Edson Oliveira de Paula

CAPÍTULO 7.....	110
LICENCIAMENTO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DE UM LOTEAMENTO EM CACHOEIRA DOURADA/GO.....	110
	Fernando Dias de Oliveira Giuliano Tostes Novais
CAPÍTULO 8.....	126
TINTA ECOLÓGICA COMO FATOR DE INTEGRAÇÃO SOLIDÁRIA, SOCIAL E AMBIENTAL EM COMUNIDADES RURAIS E URBANAS.....	126
	Antônio Olavo de Souza Geovana Rodrigues do Nascimento Giovanna Karolina da Silva Monteiro
CAPÍTULO 9.....	140
PERCEPÇÃO DE ALUNOS SOBRE OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA CAATINGA NO MUNICÍPIO DE ESPERANÇA – PB.....	140
	Jean Oliveira Campos Antônio Marques Carneiro Nathália Rocha Morais
CAPÍTULO 10.....	153
A ARCA UBERLÂNDIA E A NECESSIDADE DO USO DE EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA PARA A SELEÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	153
	Josimar dos Reis de Souza Cristiane Aparecida Silva Moura de Melo
CAPÍTULO 11.....	162
O MODELO PRESSÃO-ESTADO-IMPACTO-RESPOSTA (P-E-I-R) E A UTILIZAÇÃO DE INDICADORES NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	162
	Francisco Rauzito Neris dos Santos José Deomar de Souza Barros
CAPÍTULO 12.....	169
A INTERDISCIPLINARIDADE COMO SUBSÍDIO PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL	169
	Francisco Rauzito Neris dos Santos José Deomar de Souza Barros
CAPÍTULO 13.....	179
PRÍNCIPIOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SEUS INDICADORES.	179
	Francisco Rauzito Neris dos Santos José Deomar de Souza Barros
CAPÍTULO 14.....	186
RESÍDUOS SÓLIDOS: PERCEPÇÃO DE FREQUENTADORES DE PRAÇAS DE ALIMENTAÇÃO DE SHOPPINGS DE SANTA MARIA, RIO GRANDE DO SUL, SOBRE SUA GERAÇÃO E IMPACTO NO AMBIENTE.....	186
	Lavinia Martins Pires Adriano Cancelier

CAPÍTULO 15.....	205
A HISTÓRIA ORAL COMO INSTRUMENTO DE RECONSTRUÇÃO TEMPORAL DE PAISAGENS RURAIS DE ANGELIM – PERNAMBUCO.....	205
	Marcos Renato Franzosi Mattos Lucilene Simões Mattos Cláudia Csekö Nolasco de Carvalho Marcondes Albuquerque de Oliveira Erica Csekö Nolasco Freitas Fonseca Antônio Benevides Soares Fábio Carvalho Nunes
CAPÍTULO 16.....	224
ECONOMIA SOLIDÁRIA: DA ORIGEM AO TERRITÓRIO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO	224
	Adriana Ferreira Nascimento Monica Aparecida Tomé Pereira
CAPÍTULO 17.....	245
ANÁLISE FOLIAR DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS DO SEMIÁRIDO.....	245
	Vitória Silva Ferreira Viviane Farias Silva Wanessa Alves Martins
CAPÍTULO 18.....	261
QUALIDADE SANITÁRIA DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DE HORTALIÇAS CONSUMIDAS CRUAS	261
	Denis Leocádio Teixeira Beatriz Esser Harms
CAPÍTULO 19.....	276
PRODUÇÃO DE COMPOSTAGEM ORGÂNICA E SILAGEM ÁCIDA DE RESÍDUOS DE PEIXES	276
	Marcelo dos Santos Nascimento Auriele Machado Vieira Renata Franco dos Santos Saulo Jander Barbosa Pereira Alex Darlan Silva Lopes
CAPÍTULO 20.....	292
EMPREGO DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA DESINFECÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO	292
	Stefanny Guimarães da Silva Jeanette Beber Souza

CAPÍTULO 21	314
PROJETO DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA: ANÁLISE DAS VIABILIDADES TÉCNICA E ECONÔMICA EM DIFERENTES CENÁRIOS DE EXPANSÃO DE UMA INSTALAÇÃO COMERCIAL.....	314
DOI: 10.47402/ed.ep.c202181418622	Maicon Natã Kretschmer Szetsko Fladimir Fernandes dos Santos
CAPÍTULO 22	333
A BIORREMEDIAÇÃO E SUA APLICABILIDADE EM SOLOS CONTAMINADOS COM AGROTÓXICO E HIDROCARBONETO DE PETRÓLEO.....	333
DOI: 10.47402/ed.ep.c202181521486	Adilson Correia Goulart Camila Deixum Franzini Edgar Silveira Campos
CAPÍTULO 23	350
GESTÃO DE RESÍDUOS DAS CONCESSIONÁRIAS DE VEÍCULOS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE MURIAÉ-MG	350
DOI: 10.47402/ed.ep.c202181622486	Ana Paula Wendling Gomes
CAPÍTULO 24	366
EXPLORAÇÃO ANIMAL NO BRASIL: Uma análise sobre o uso de equinos para fins lucrativos e de transporte.....	366
DOI: 10.47402/ed.ep.c202181723486	Ana Priscila Cavalcante da Silva
CAPÍTULO 25	384
DESEMPENHO AMBIENTAL DA PISCICULTURA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL BRASILEIRA	384
DOI: 10.47402/ed.ep.c202181824486	Aurélio Ferreira Borges Edmar da Costa Alves Raquel Nogueira de Moraes
CAPÍTULO 26	397
ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA PRAÇA DA GARRAFA EM CAMBUQUIRA-MG.....	397
DOI: 10.47402/ed.ep.c202181925486	Eliana Alcantra Camila Aparecida Silva Fernandes Yasmin Ferroni De Souza Dias Rosângela Francisca de Paula Vítor Marques Aurivan Soares de Freitas Alisson Oliveira de Souza
CAPÍTULO 27	405
LICENCIAMENTO AMBIENTAL E MECANISMOS DE EFETIVAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL NO PROCESSO DE AIA.....	405
DOI: 10.47402/ed.ep.c202182026486	Josimar Ribeiro de Almeida Cleber Vinicius Akita Vitorio Laís Alencar de Aguiar Guilherme Augusto Nascimento Sobrinho

CAPÍTULO 28	417
INFLUÊNCIA DO USO E MANEJO DO SOLO NA INFILTRAÇÃO DE ÁGUA: UMA REVISÃO.....	417
DOI: 10.47402/ed.ep.c202182127486	Willian Barros de Freitas Aline Gonçalves Spletozer Lucas Jesus da Silveira Rodolfo Alves Barbosa Herly Carlos Teixeira Dias
CAPÍTULO 29	435
ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM DIFERENTES TIPOS E USOS DO SOLO: REVISÃO SISTEMÁTICA ENTRE 2000 E 2020.....	435
DOI: 10.47402/ed.ep.c202182228486	Thaís Cristina de Aguiar Aline Gonçalves Spletozer Lucas Jesus da Silveira Rodolfo Alves Barbosa Herly Carlos Teixeira Dias
CAPÍTULO 30	453
O USO DE AGROTÓXICOS E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO BAIRRO LAGOA DAS FLORES EM VITÓRIA DA CONQUISTA-BA.....	453
DOI: 10.47402/ed.ep.c202182329486	Inalice Donato Primo Menezes Josefina Rocha Oliveira
CAPÍTULO 31	464
OS IMPACTOS AMBIENTIAIS CAUSADOS PELA DESTRUIÇÃO DA MATA CILIAR DO RIO SALGADO NO PERÍMETRO URBANO DO MUNICÍPIO DE LAVRAS DA MANGABEIRA – CEARÁ	464
DOI: 10.47402/ed.ep.c202182430486	Júlio César de Macêdo Favela Isaac Anderson Alves de Moura Ana Patricia Bezerra Maia Lobo Rogério Moura Maia
CAPÍTULO 32	473
A LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM DO AÇO INOXIDÁVEL: ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA, NO MUNICÍPIO DE ITAQUAQUECETUBA	473
DOI: 10.47402/ed.ep.c202182531486	Bruno Pereira Rodrigues Jessica Correia Reis de Moraes Peri da Silva Santana Róbson Elias Bueno
CAPÍTULO 33	483
ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA QUALIDADE DA ÁGUA DA PORÇÃO BRASILEIRA DA BACIA HIDROGRÁFICA MIRIM – SÃO GONÇALO.....	483
DOI: 10.47402/ed.ep.c202182632486	Marlon Heitor Kunst Valentini Gabriel Borges dos Santos Henrique Sanchez Franz Bruno Muller Vieira

CAPÍTULO 34.....	495
SUSTENTABILIDADE, NATUREZA E TÉCNICA	495
DOI: 10.47402/ed.ep.c202182733486	Mauricio Marques de Faria
CAPÍTULO 35.....	517
MODELAÇÃO DA APLICAÇÃO DE LEITOS DE SECAGEM NA DESIDRATAÇÃO DE LAMAS DE ETARs PARA PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO.....	517
DOI: 10.47402/ed.ep.c202182834486	Amaraldo Campos Anabela da Graça Alexandre Leitão Ramiro José Espinheira Martins
CAPÍTULO 36.....	525
TRATAMENTO ANAERÓBIO E POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE METANO DE UM EFLUENTE AGROINDUSTRIAL EM REATOR UASB.....	525
DOI: 10.47402/ed.ep.c202182935486	Tatiane Chitolina Mansano Simone Delezuk Inglez Ramiro José Espinheira Martins
CAPÍTULO 37.....	536
AVALIAÇÃO DO USO DE COAGULANTES NATURAIS DA SEMENTE DE <i>MORINGA OLEIFERA</i> NA DESIDRATAÇÃO DE LAMAS DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS.....	536
DOI: 10.47402/ed.ep.c202183036486	Ramiro José Espinheira Martins Gustavo Eiji Higawa
CAPÍTULO 38.....	552
PROBLEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: O CASO DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE PALMEIRA DOS ÍNDIOS – ALAGOAS	552
DOI: 10.47402/ed.ep.c202183137486	Tiago Sandes Costa Ailton Feitosa
CAPÍTULO 39.....	573
PERÍCIA AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE INVESTIGAÇÃO DE CRIMES AMBIENTAIS NO BRASIL	573
DOI: 10.47402/ed.ep.c202183238486	Izabelle Camila Araujo e Arandas Simone Ferreira Teixeira
CAPÍTULO 40.....	594
DESCARTE CORRETO DE PILHAS E BATERIAS: UM ESTUDO REALIZADO NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE - IFRN, CAMPUS PARNAMIRIM.....	594
	Sátva Nazaré Helenira Holanda Almeida Irapuan Medeiros de Lucena Maria Valiene Gomes de Oliveira Eva Gardênia Santos de Azevedo



CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO ECOTOXICOLÓGICA DE EFLUENTES DESINFETADOS COM OZÔNIO E RADIAÇÃO UV

Ana Paula dos Reis, Graduação em Engenharia Ambiental, UNICENTRO
Jeanette Beber de Souza, Doutora em Hidráulica e Saneamento, EESC-USP. Professora do Departamento de Engenharia Ambiental, UNICENTRO

RESUMO


A presente revisão de literatura aborda a avaliação ecotoxicológica de esgoto sanitário desinfectado com ozônio e radiação UV, tratados aqui como agentes desinfectantes alternativos ao cloro, com vistas à redução dos impactos ambientais negativos associados à prática do lançamento de efluentes nos corpos hídricos contendo elevada carga microbiana e seus desdobramentos para a saúde pública. Para a análise foram considerados, predominantemente, estudos com efluentes (esgoto doméstico e efluentes industriais) provenientes do tratamento biológico (efluente secundário). Quanto à avaliação da ecotoxicidade dos efluentes foram utilizados como organismos-teste os microcrustáceos *Daphnia magna* e *Artemia salina* e a semente *Lactuca sativa*. Conclui-se que a radiação UV pode apresentar mortalidade zero dentre os organismos-teste avaliados e a ozonização pode gerar subprodutos, entretanto, com dependência intrínseca das características do efluente desinfectado e das dosagens aplicadas de ambos desinfectantes.

PALAVRA-CHAVE: *Daphnia magna*; esgoto sanitário; efluente industrial; toxicologia; microcrustáceos.

INTRODUÇÃO

A prática da desinfecção de esgotos sanitários é aquela que visa inativar seletivamente espécies de organismos, em especial, aquelas que ameaçam a saúde humana, em consonância com os padrões de qualidade estabelecidos para as diferentes situações, sendo que, a decisão pela implementação da desinfecção de esgotos não é tarefa simples, devido aos custos envolvidos, eficácia com relação à efetiva remoção das quatro principais classes de organismos de interesse em termos de saúde pública, possível geração de compostos tóxicos, usos do corpo receptor, visão integrada da bacia hidrográfica, entre outros aspectos (VON SPERLING, 2005).

A desinfecção de esgotos é uma barreira sanitária indispensável quando se pretende aproveitar o múltiplo potencial de uso das águas, sem causar danos ou riscos à saúde da população, especialmente quando se faz o uso expressivo dos recursos hídricos para a diluição de despejos e levando-se em consideração o contexto atual, de urgente consolidação das práticas de reuso de esgotos sanitários (PEDROSO *et al.*, 2018).



Na área do saneamento ambiental o uso do cloro como principal agente oxidante para diversas finalidades faz com que seu emprego também seja primeiramente cogitado quando se pretende a desinfecção de esgotos sanitários. Ressalta-se, entretanto, a preocupação relativa à geração de subprodutos tóxicos aos seres humanos formados pela cloração, apesar dos benefícios que a prática da inativação de patógenos promove, deve-se observar ainda que o cloro residual deve ser monitorado antes do lançamento dos efluentes desinfetados aos corpos hídricos, de forma que esses não apresentem efeitos deletérios aos ambientes aquáticos.

Dentre os agentes oxidantes alternativos ao cloro, o ozônio é um agente oxidante altamente eficaz para inativação de patógenos. O processo é usualmente caro, embora os custos estejam sendo reduzidos, podendo ser competitivo em determinadas circunstâncias. A menor experiência com ozonização, especialmente nos países em desenvolvimento, torna interessante que mais pesquisas nessa temática sejam realizadas.

O outro agente desinfetante avaliado é a radiação UV, que é um agente físico que transfere energia eletromagnética ao material genético dos microrganismos por meio de lâmpadas especiais como as de vapor de mercúrio (lâmpadas germicidas). Quando a radiação UV penetra a parede celular do microrganismo-alvo, ela destrói sua capacidade de reprodução (USEPA, 1999).

Visando avaliar aspectos de toxicidade relativos aos efluentes desinfetados, os ensaios de ecotoxicidade podem permitir verificar possíveis efeitos agudos ou crônicos nos organismos-teste avaliados que, nesse caso, serão dois microcrustáceos *Daphnia magna* e *Artemia salina* e a semente de *Lactuca sativa*.

A realização de análises para detectar o nível de toxicidade de uma amostra, faz parte dos estudos realizados no âmbito da ecotoxicologia, que tem como objetivo demonstrar também os possíveis efeitos adversos que um efluente pode ocasionar no corpo d'água receptor, sendo estes positivos ou negativos (COSTA, 2007).

Os objetivos foram estudar os métodos de desinfecção de esgoto sanitário e efluente industrial com vistas à redução da carga microbiana do efluente final lançado aos corpos hídricos, aliado ao estudo da ecotoxicidade dos efluentes desinfetados.

E, conseqüentemente, avaliar o potencial tóxico dos desinfetantes ozônio e radiação UV na desinfecção do esgoto sanitário e o uso de diferentes organismos-teste a fim de observar como cada um reage quando exposto ao efluente desinfetado.

REFERENCIAL TEÓRICO

O processo de desinfecção é quando se aplica um agente químico ou físico com a principal finalidade de eliminar microrganismos patogênicos e/ou indesejáveis que possam vir causar algum tipo de dano ou risco à saúde humana.


Os mecanismos de desinfecção podem se dar sob diferentes aspectos, a saber a) danificação da parede celular, do núcleo celular ou do citoplasma, impedindo que as funções celulares microbianas elementares sejam desenvolvidas; b) alteração de componentes importantes que são envolvidos no catabolismo, como alteração do balanço de energia na célula; c) e alterações que envolvem os processos de síntese e crescimento celular, alterando os processos funcionais na etapa de síntese de proteínas, ácidos nucleicos e das coenzimas (DANIEL, 2001).

A radiação ultravioleta (UV) tem como característica competitiva em relação à cloração, o fato de não gerar subprodutos tóxicos, como acontece com as formas cloradas, que levam à formação de subprodutos como os trihalometanos (THM) que tem características carcinogênicas para o ser humano.

A eficiência da desinfecção por radiação UV irá depender de diferentes fatores como: potência da radiação, tempo de exposição, configuração do reator, bem como, características do efluente que envolvem concentração de colóides e de partículas presentes no esgoto (VON SPERLING, 2014; PIRES, 2002).

Quando os raios UV entram em contato com os microrganismos, os raios são absorvidos pelos ácidos nucleicos das células, com o objetivo de causar uma mudança fotoquímica letal à célula. A dose de radiação UV é o produto da intensidade de radiação (W/cm^2) pelo tempo de exposição (DANIEL, 2001; PIRES, 2002).

A radiação UV é um método físico de desinfecção e apresenta como principais vantagens a operação simples, pouca demanda de espaço para operação, tempo de contato curto (da ordem de segundos) e efetividade na inativação de vírus e de esporos, entretanto, como desvantagens apontam-se que as baixas dosagens podem não propiciar a eficiência necessária na inativação de alguns vírus e esporos mais resistentes, a interferência à passagem da luz UV provocada pela presença de sólidos suspensos totais e turbidez e ainda a possibilidade de ocorrência dos fenômenos denominados de fotorreativação e recuperação no escuro pelos microrganismos (GONÇALVES, 2003).



O ozônio (O₃) é um desinfetante químico com elevado potencial oxidante, altamente reativo e bactericida. Seu uso teve início na utilização no tratamento de água, para remoção de cor, sabor e odor na França. Já nos Estados Unidos teve sua utilização mais voltada para a desinfecção de águas residuárias. Age diretamente na destruição de diferentes grupos de bactérias, de vírus e protozoários (DIAS, 2001).

A forma mais recomendada é a geração de ozônio *in loco*, devido sua instabilidade, por se decompor em oxigênio elementar em espaço de tempo muito curto após a sua geração. Com isso, o processo de desinfecção inclui a destruição parcial, ou total, da parede celular, ocorrência de reações com radicais livres da decomposição do ozônio e causa danos ao material genético (VON SPERLING, 2014).

Uma das recomendações da utilização do ozônio é por conta de não ocorrer formação de subprodutos como trihalometanos, diferente do que ocorre com o cloro, porém, pouco se sabe sobre a ocorrência da formação de outros subprodutos potencialmente tóxicos.


Dias (2001) descreve que, por mais que o ozônio seja um biocida eficiente, pode causar a geração de subprodutos tóxicos, pois, quando se faz a ozonização da água que contenha matéria orgânica, principalmente representada pelas substâncias húmicas e ácidos fúlvicos, pode ocorrer a formação de subprodutos tóxicos durante a oxidação da matéria orgânica que podem vir a causar prejuízos à saúde humana.

Visando verificar aspectos de toxicidade dos efluentes desinfetados com ozônio e radiação UV, uma alternativa é a realização de ensaios de ecotoxicidade após ozonização e radiação UV, a fim de verificar possíveis efeitos agudos e crônicos nos organismos-teste avaliados, podendo estes ser realizados com *Daphnias pp*, *Vibrio fischeri*, *Lactuca sativa*, *Danio rerio*, entre outros.

De acordo com Truhaut (1969) e Butler (1978) a ecotoxicologia é “o ramo da Toxicologia que estuda os efeitos tóxicos das substâncias, naturais e artificiais, sobre os organismos vivos, animais ou vegetais, aquáticos ou terrestres, que constituem a biosfera”.

Deste modo, a realização de análises para detectar o nível de toxicidade de uma amostra, faz parte dos estudos realizados no âmbito da ecotoxicologia, que tem como objetivo também demonstrar os efeitos adversos que um efluente pode ocasionar no corpo d’água receptor, sendo estes positivos ou negativos (COSTA, 2007).

Os testes de toxicidade podem ser aplicados em diferentes situações, como podemos destacar a seguir, segundo DIN 38412 (1991, parte I *apud* RIBEIRO, L. F., 2001, p.60):

- 
- I) Para determinação de diferentes substâncias ou podendo haver a combinação das mesmas;
 - II) Avaliar questões de bioacumulação de substâncias, biodegradação de compostos e sobre toxicidade de efluentes domésticos ou industriais;
 - III) Avaliar quanto à capacidade de remoção das substâncias tóxicas de efluentes em estações de tratamento e das suas respectivas descargas nos corpos receptores;
 - IV) Monitorar a qualidade e, conseqüentemente, investigar lançamentos clandestinos de efluentes dos recursos hídricos, quando ocorrer;
 - V) E fazer avaliações a fim de garantir que o efluente atenda os padrões de lançamento para todas as classes dos corpos receptores;

Os testes de toxicidade na sua maior parte são denominados de bioensaios e baseiam-se, fundamentalmente, na exposição de organismos-teste pré-definidos (sejam eles representativos do ambiente em questão ou que apresentem metodologia de teste padronizada) a várias concentrações de uma ou mais substâncias, misturas químicas complexas ou a amostras ambientais, por um período de tempo determinado (RAND; PETROCELLI, 1985).

Os métodos de ensaio de toxicidade incluem testes agudos, crônicos, de bioacumulação, biodegradação e biomarcação (RAND; PETROCELLI, 1985) podendo-se ter como *endpoint* (efeito biológico que é medido e aceito como indicador da toxicidade da substância testada) modificações comportamentais, fisiológicas e de letalidade, assim como alterações bioquímicas, genéticas ou teratogênicas. Os bioensaios podem ser realizados sob condições controladas, tanto em laboratório como em campo.

O método mais utilizado é o bioensaio agudo, devido apresentar simplicidade no processo e curto período de exposição dos organismos ao agente tóxico. A resposta é obtida em termos de CL50 (Concentração Letal Cinquenta, que em um meio venha a causar a morte de 50% da população que está exposta, por certo período de tempo) ou CE50 (Concentração Efetiva Cinquenta, que em um meio venha a causar efeito agudo não letal em 50% da população que está exposta, por certo período de tempo). Ainda, o bioensaio pode ser aplicado no organismo-teste quando este tem seu período de vida mais sensível (COSTA, 2007). Os organismos-teste que serão melhor abordados nesta pesquisa de revisão para avaliação de nível de toxicidade são *Daphnia magna*, *Artemia salina* e a *Lactuca sativa*.

A *Daphnia magna* é um microcrustáceo comumente encontrada em águas doces e é conhecida como pulga d'água, devido aos seus movimentos natatórios irregulares, semelhante

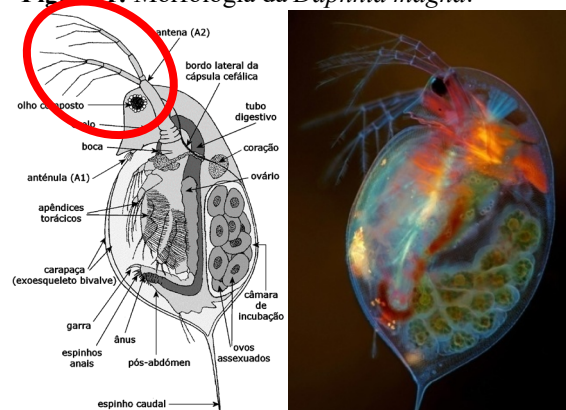
aos saltos das pulgas (insetos de fácil encontro). Além de representar um importante papel para a cadeia alimentar, pois, algumas espécies de peixes podem se alimentar delas.

Trata-se de um microcrustáceo planctônico pertencente à ordem *Cladocera*, classe *Branchiopoda* e é comumente encontrada nos ecossistemas lênticos, de gênero onipresente. Alimentam-se por meio de filtração de material orgânico particulado que fica em suspensão, que podem ser leveduras, fitoplâncton (microalgas), rotíferos, infusórios e bactérias.

Quanto à sua morfologia, ela possui uma carapaça cuticular bivalve, que é o exoesqueleto, que envolve apenas seu corpo e não sua cabeça, pois utiliza o par de antenas como a principal forma de locomoção.

Na Figura 1 é possível ver a localização das antenas e outras partes da *Daphnia magna*.

Figura 1: Morfologia da *Daphnia magna*.



FONTE: Antunes, S.C; Castro, B.B (2017) (A); Mis (2019) (B).


LEGENDA: A) observando o destaque para as antenas, pois são seus principais meios de locomoção, e todas as outras partes da morfologia que completam o organismo.

B) *Daphnia magna* carregando seus embriões na câmara de incubação, assim podendo observar melhor morfologia dela de forma real.

A sua alimentação acontece quando as partículas alimentares acabam sendo retidas pela malha de seda que tem nos apêndices torácicos, canalizando então para a boca através de uma corrente de cílios e então ingerida.

Ela tem um ciclo de vida curto e sua reprodução pode ser por partenogênese ou sexualmente, variando conforme as condições em que elas possam encontrar sendo os seguintes fatores abióticos: oxigênio dissolvido (OD), temperatura, pH, dureza da água e condutividade que afetam a fisiologia reprodutiva desses microcrustáceos. Há exemplo, em águas naturais, como pH entre 7,2 e 7,6, faixa da neutralidade, e condutividade na faixa de 160 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tem-se um excelente cultivo delas (OLIVEIRA, 2003).

Ainda, uma fêmea pode originar fêmeas juvenis com a genética idêntica à sua progenitora, consequentemente, se ocorrer dela ser exposta a condições ambientais, que elevem



o seu estresse, elas produzem machos assexuadamente e, então, na presença de machos, pode ocorrer de algumas fêmeas produzirem ovos sexuados e que podem ser fecundados pelos machos. E quando isso ocorre, os ovos acabam não se desenvolvendo, ficando no estado de quiescência, que é a definição de que os ovos ficam mais resistentes, envoltos por uma membrana de proteção, a ecdise da carapaça, formando então uma estrutura como *ephippium*, e então são depositados na base das estruturas em que vivem e ficam até que possa ocorrer um ambiente favorável para seu desenvolvimento (ANTUNES et al., 2017).

Ela é utilizada em laboratórios para testes de toxicidade de diferentes tipos de efluentes, sendo assim, são criadas em cultivo artificial, em que a alimentação é feita por algas unicelulares, que se tornam suficientes, e usando a água de cultivo, o M4, que é uma água que apresenta nutrientes necessários e que devem seguir recomendações estabelecidas pela ABNT NBR (12713, 2016) (TULIO, 2014).

Um importante papel desse microcrustáceo, em testes ecotoxicológicos, é sua relação com a produção de descendentes que são geneticamente idênticos, garantindo assim a uniformidade nas respostas dos ensaios realizados. Ainda, reage sensivelmente com variada gama de agentes nocivos, tendo desenvolvimento apropriado para testes estáticos, semiestáticos ou mesmo de fluxo contínuo e sendo reconhecido internacionalmente em ensaios ecotoxicológicos como organismo-teste (TULIO, 2014; ISSA, 2019).

A *Artemia salina* é um microcrustáceo da ordem Anostraca, que apresenta tamanho e coloração variável, indo do rosa pálido ao avermelhado, esverdeado ou branco, isso variando conforme o tipo de alimentos que elas ingerem. Vem sendo utilizada nos experimentos laboratoriais com a finalidade de um bioindicador, tendo um grau de tolerância em relação a fator ambiental reduzido e de forma específico, além de demonstrar uma resposta nítida frente a pequenas variações do ambiente. A sua letalidade deve ser usada na identificação das respostas biológicas, onde a morte ou a vida são as únicas situações observadas (BUENO et al., 2015; CARVALHO et al., 2009).

Utilizada em testes de toxicidade aguda pela sua característica de formar cistos dormentes, praticidade de manuseio e de cultivo, ser barato e rápido (CARVALHO et al., 2009).

Ela sempre está em constante movimentação, pois são animais filtradores, dependendo disso para se alimentarem e respirarem, ainda possui onze pares de pernas torácicas e cada perna tem sete enditos (como se fossem pequenos galhos).

Na figura 2 pode ser observada a morfologia externa da *Artemia salina*.

Figura 2: Morfologia externa da *Artemia salina*.



Fonte: <https://www.thinglink.com/scene/646377259027922944>

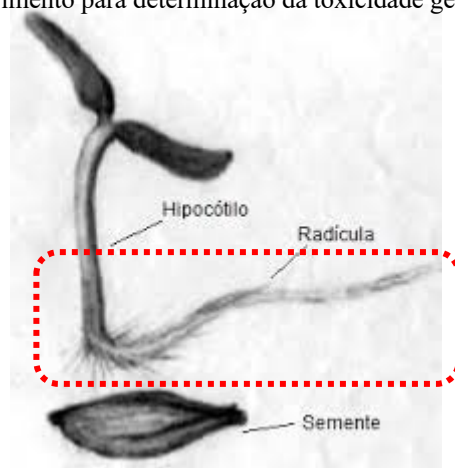
As sementes de *Lactuca sativa*, conhecida popularmente como alface, também podem ser usadas na avaliação de efeitos tóxicos após exposição a diluições das amostras de efluentes, sendo posteriormente observados os efeitos na germinação e no crescimento desse organismo-teste. O armazenamento das sementes antes do teste deve ser em ambiente seco, longe de qualquer umidade, pois, a partir do momento que elas entram em contato com o meio líquido é rompido o seu estado de dormência iniciando-se assim a fase da germinação, processo rápido e que ficaram sensíveis a qualquer alteração ambiental (FREIBERGER, 2017).

Os ensaios de germinação e do crescimento da radícula de sementes são padronizados de forma internacional pelos órgãos USEPA – United States Environmental Protection Agency - (1996) e OECD – Organization for Economic Cooperation and Development - (2003), porém, no Brasil ainda esses ensaios não são padronizados. Mas são utilizados por apresentar custo baixo, duração curta de ensaio e a sua sensibilidade quando exposto ao ambiente alterado por substâncias tóxicas (CASTRO, 2013).

O uso destas sementes tem a vantagem de não haver a necessidade da amostra ser filtrada por conta da alteração da turbidez e materiais particulados suspensos que podem estar presentes na amostra líquida, ainda, vale ressaltar que não há necessidade de ajustar o pH e a dureza das amostras. Além disso, a *Lactuca sativa* apresenta ciclo de vida curto, bastante utilizada na agricultura e tem seu cultivo por quase todo o mundo (CASTRO, 2013).

Para realizar a avaliação da toxicidade causada pela amostra líquida são observadas a germinação das sementes e o índice de desenvolvimento das radículas, como pode ser observado na Figura 3 com destaque para a radícula desenvolvida.

Figura 3: Morfologia externa da *Lactuca sativa* destaque para a radícula, pois é avaliado seu índice de desenvolvimento para determinação da toxicidade gerada nela.



Fonte: Adaptada de Leles (2017).

Os bioensaios de germinação ocorrem nos primeiros dias de seu desenvolvimento, pois, nessa etapa em que ocorrem diversos processos fisiológicos e com a presença de qualquer substância tóxica que pode causar efeitos adversos, causando diversas anomalias e interferência na sobrevivência da planta. Vale destacar que o teste de toxicidade aguda reflete a avaliação dos efeitos letais gerados na semente (CASTRO, 2013).


A pesquisa de revisão de literatura teve como busca as palavras-chave: ensaios de ecotoxicidade; desinfecção de esgoto sanitário; desinfecção com ozônio e radiação ultravioleta; *Daphnia magna*, *Artemia salina*, *Geophagus brasiliensis*, *Oriochromis niloticus* e *Lactuca sativa* como organismos-teste.

A busca foi realizada usando banco de dados *online*, como o *Scielo* e *Google Acadêmico*.

A revisão de literatura seguiu a linha de uma revisão narrativa. A revisão foi planejada, tendo sido usados métodos explícitos e sistemáticos, com o intuito de identificar, selecionar e avaliar estudos primários. A busca por diferentes autores focou num objetivo comum, a saber, métodos de avaliação de ecotoxicologia de efluentes desinfetados com ozônio e radiação UV.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todo efluente lançado em corpo hídrico deve atender aos parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA 430 (2011), que “*dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes [...]*” que complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.



Em diferentes artigos da referida Resolução CONAMA a ecotoxicologia é mencionada como importante garantidora da preservação da qualidade da água dos corpos hídricos e ao atendimento aos parâmetros de qualidade da água estabelecidos, podendo-se destacar:

Art. 18. O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

§ 1º Os critérios de ecotoxicidade previstos no *caput* deste artigo devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos aceitos pelo órgão ambiental, realizados no efluente, utilizando organismos aquáticos de pelo menos dois níveis tróficos diferentes.

§ 2º Cabe ao órgão ambiental competente a especificação das vazões de referência do efluente e do corpo receptor a serem considerados no cálculo da Concentração do Efluente no Corpo Receptor-CECR, além dos organismos e dos métodos de ensaios a serem utilizados, bem como a frequência de eventual monitoramento.


[...] (CONAMA 430, 2011)

Deste modo, quando o efluente não apresentar os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental para avaliação de efeito tóxico do efluente no corpo receptor, devem ser atendidas algumas diretrizes, como, lançamentos em corpo receptor quer seja de água doce, atendendo as Classes 1 e 2 e as águas salinas e salobras Classe 1, onde o CECR deve apresentar-se menor ou igual à Concentração de Efeito Não Observado-CENO, em no mínimo dois níveis tróficos (CONAMA, 2011).

Ainda, conforme avaliação dos resultados de série histórica pode haver redução do número de níveis tróficos utilizados para realização dos testes de ecotoxicidade para o objetivo de monitoramento. Além do mais, o órgão ambiental deverá determinar quais serão os empreendimentos ou atividades que deverão realizar os ensaios ecotoxicológicos, com base nas características que o efluente e o corpo receptor apresentarem (CONAMA, 2011).

Deste modo, efluentes de esgoto sanitário podem apresentar algum nível de toxicidade, porém, isso irá depender da caracterização e dos parâmetros que o esgoto bruto e o efluente tratado irão demonstrar.

Issa (2019) avaliou a ocorrência de impacto ambiental ocasionada pelo lançamento de efluente final de ETE nos corpos receptores a partir da avaliação de testes ecotoxicológicos com avaliação de toxicidade aguda com invertebrados aquáticos, dentre eles, *Daphnia magna*. Foram coletadas amostras de quatro pontos, desde o afluente bruto (P0) até o ponto a jusante (P4) da mistura do efluente com o corpo receptor. Nesse estudo observou-se ineficiência na remoção de toxicidade quando comparados o afluente bruto e o efluente tratado, indicando um potencial tóxico ao corpo receptor num longo período de tempo. Nesse caso, tal fato se deu em virtude de problemas no funcionamento da ETE, principalmente nas primeiras etapas do tratamento, acabando assim por comprometer todas as etapas posteriores, deixando assim o



efluente com baixa capacidade de redução de toxicidade, quando comparado com o afluente bruto.


Costa (2007) realizou testes de toxicidade com *Daphnia similis*, organismo da mesma família da *Daphnia magna*. Foram realizados ensaios de desinfecção com ozônio e radiação UV, além de outros dois desinfetantes, o cloro e o ácido peracético. Observou-se que o ozônio foi considerado um desinfetante tóxico para o organismo-teste e o menos tóxico foi à radiação UV. A autora demonstrou ainda que ao utilizar a radiação UV não foi observada mortalidade ou imobilidade dos organismos-testes. Sendo que uma possibilidade de explicar essa ocorrência é pelo fato do método de desinfecção por radiação UV ser físico, que não gera residual, porém, a autora alerta que, algum nível de toxicidade pode surgir se algum composto do esgoto for capaz de absorver a radiação UV e apresentar característica de se fotodegradar, podendo-se tornar compostos mais tóxicos que os originais.

Entretanto, quando os testes foram realizados com efluente desinfetado com ozônio, foram verificados efeitos de toxicidade no organismo-teste. Observou-se imobilidade de 60% de *Daphnia similis* com dose de ozônio de 29,9 mg/L e 80% com dosagem de 45,15 mg/L de O₃. Ainda, foi detectado residual de ozônio após os experimentos, o que não ocorreu com a radiação UV (COSTA, 2007).

A formação de subprodutos com o uso do ozônio pode ocorrer devido às características do efluente, pois, ainda pouco se sabe sobre a possível formação de subprodutos tóxicos formados pela ozonização e seus impactos ao corpo receptor. Via de regra, quando utilizado em baixas dosagens, o ozônio não gera residuais, porém, ao mesmo tempo, pode não inativar alguns vírus, esporos ou cistos. Em contrapartida, elevadas concentrações de SS, DBO e DQO presentes no esgoto inviabilizam economicamente o uso do ozônio, devido às elevadas dosagens necessárias para a efetiva desinfecção (VON SPERLING, 2014).

Ainda na pesquisa de Costa (2007), com relação ao teste estatístico CE50, foi observado que, ao realizar o teste de sensibilidade os limites ficaram entre os estabelecidos, a saber, 0,033 mg/L e 0,065 mg/L, limite inferior e superior, respectivamente.

Bassani (2003) realizou testes com *Daphnia magna*, no período de 48 horas, não tendo sido possível obter a CL50 devido à atoxicidade que os subprodutos da ozonização, pois houve mortalidade zero para as *Daphnia magna* que foram expostas a essa amostra sem diluição.



No que tange a um efluente industrial, destaca-se um estudo em que foi feita uma avaliação de ecotoxicidade de efluente proveniente de atividade manipueira desinfectados com ozônio, em diferentes proporções e acoplados com mais algum composto.

A manipueira é um efluente líquido, extraído da raiz da mandioca a partir da sua prensagem e apresenta como uma das características o cheiro forte e desagradável. Muitos responsáveis por feculárias e produtores de mandioca, inapropriadamente, despejam esse líquido a céu aberto, em rios, provocando impactos negativos ao meio ambiente (BLOG, 2019).

A manipueira contém elevada carga orgânica, pelas altas concentrações de carboidratos, com destaque para o amido, celulose e hemicelulose, além de proteínas, sais e demais substâncias, por isso é elevado o seu teor de matéria orgânica. Além disso, a partir de análises laboratoriais é possível destacar que a manipueira bruta apresenta pH baixo, DQO alta, sólidos em suspensão e COT que confirmam a necessidade de tratamento prévio desse efluente (LEIFELD, 2018).

Como tratamento primário da manipueira destaca-se a coagulação/floculação, importante para a redução da DQO. Para redução de DQO pelo processo de coagulação Leifeld (2018) utilizou diferentes concentrações de FeCl_3 , como agente coagulante, trabalhando também em diferentes faixas de pH. Das diferentes faixas de pH empregadas a que foi favorecida para fazer o uso sequencial do tratamento terciário através da ozonização, foi o pH 6 com a concentração de $1200 \text{ mgL}^{-1} \text{ FeCl}_3$, isso porque a decomposição do ozônio se torna mais eficiente quando o pH está próximo da alcalinidade, além de não haver diferenças na estatística ($p > 0,05$, utilizando o teste de Tukey 5%) ao observar a média entre a DQO em pH 5,0 e 6,0.

Leifeld (2018) destaca ainda que “o tratamento primário contribuiu para o decaimento de parâmetros fundamentais para o controle de tratamento de águas residuais de mandioca, possibilitando processos sequenciais de tratamentos terciários.”

O efluente manipueira ainda passou pelo processo de tratamento de sistema de lodo ativado, com análises de ponto a ponto feita nos reatores com adição de carvão (reator A) e sem adição de carvão (reator B) como meio suporte, na forma de pó (LEIFELD, 2018).

Ao final das suas análises, após o sistema de lodo ativado, fazendo comparativos entre os reatores dos parâmetros de razão de sedimentabilidade (RS30), relação alimento/microrganismo (A/M) e sólidos suspensos totais (SST), Leifeld (2018), chegou às seguintes análises,

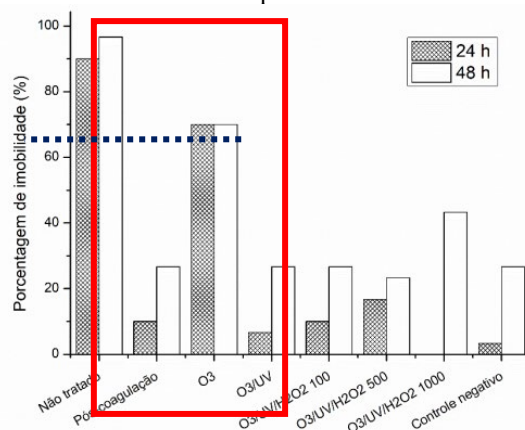
“Pode-se observar que o tratamento biológico contribuiu para a redução de grande parte da carga orgânica do efluente, porém sem diferença na adição ou abstenção de carvão, alcançando reduções de DQO na faixa de 68,8% no reator A e 64,1% no reator B. O RS30 manteve-se praticamente constante para o reator A e diminuiu drasticamente em B. Quanto ao SST, houve um aumento em relação aos teores encontrados no período da aclimação; atribui-se ao conteúdo de sólidos proveniente da manipueira que serviu de substrato para alimentação do sistema” (LEIFELD, 2018).

Após o tratamento através do sistema de lodo ativado, foi realizado o tratamento terciário com o uso da ozonização, no caso utilizando processo com o O₃, O₃/UV/H₂O₂ (100, 500 e 1000 mg L⁻¹ de H₂O₂) e O₃/UV, houve a remoção acelerada de matéria orgânica por conta do decaimento acentuado da absorvância no tempo entre 5 e 25 minutos, na sequência, um estágio de degradação de forma mais lenta no tempo entre 30 e 40 minutos, com um processo de ozonização com 40 minutos de reação. Porém, fazendo apenas o uso do ozônio gasoso não houve resultados satisfatórios ao fazer o uso dele no efluente, isso se deu por conta de que a absorvância esteve próxima de 1,0, mesmo tendo um tempo de reação de 40 minutos (LEIFELD, 2018).


Para avaliar os efeitos que o efluente quando lançado no meio ambiente podem causar, foi realizado testes de toxicidade, utilizando como organismos-testes a *Artemia salina* e a *Lactuca sativa*, pois são métodos simples, de baixo custo na execução e resultados adquiridos de forma rápida. No teste com a *Artemia salina* foi observada a questão da imobilidade do organismo quando em contato com efluente de manipueira não tratada, tratada por coagulação e ozonização (apenas o ozônio gasoso), com tempo de incubação de 24 h e 48 h, e com efluente bruto (100% de concentração) (LEIFELD, 2018).

Conforme a figura 4 podemos observar os resultados que a autora adquiriu, no tempo de 24 e 48 h e com os diferentes efluentes em que o microcrustáceo foi exposto.

Figura 4: Porcentagem de imobilidade da *Artemia salina*, conforme os processos de tratamento em que foi exposta.



Fonte: Adaptada de Leifeld (2018).



Ao observarmos a porcentagem do efluente não tratado, notamos que ele apresentou maior resposta com relação à imobilidade da *Artemia salina*, no tempo de 24 e 48 h. Quando feito o teste com o efluente pós-coagulação, foi possível observar um decaimento na porcentagem de imobilidade, como aconteceu com os demais processos de ozônio utilizados. Mas ao observarmos o teste com o efluente tratado apenas com o ozônio gasoso (O_3) é visto que se teve uma maior imobilidade dos indivíduos (LEIFELD, 2018). O efluente tratado apenas com o ozônio obteve uma porcentagem de 70% de organismos imobilizados (destaque para a linha em azul na figura 7), ficam próximas do efluente bruto no período de 24 h, que ficou com uma porcentagem de 90%.

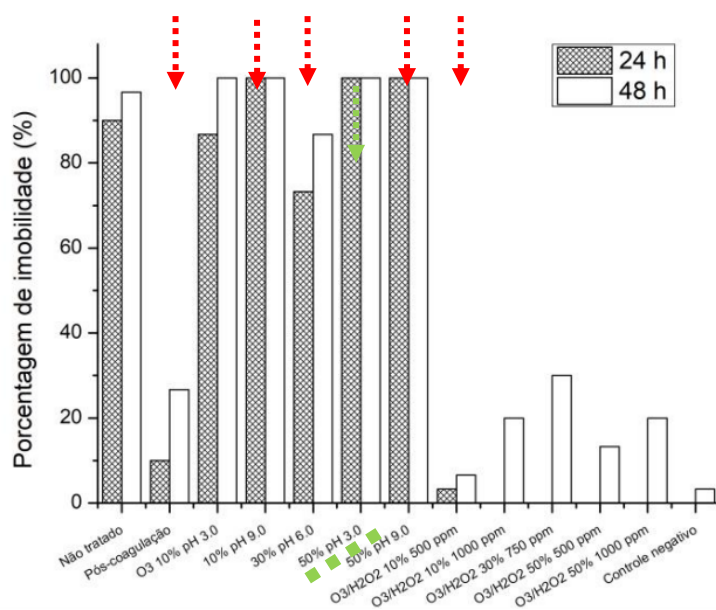
Em seu estudo Leifeld (2018) destaca que acaba não tendo a mesma composição química entre os efluentes, assim os testes de toxicidade demonstraram modificação estrutural dos componentes orgânicos da manipueira, onde o efluente bruto foi mais tóxico que os efluentes após os diferentes processos de tratamento por ozonização.

Através dos resultados obtidos pelo CE_{50} (intervalo de confiança de 95%) por Leifeld (2018) o efluente bruto em que a *Artemia salina* ficou exposto por 24 horas obteve baixa toxicidade ($CE_{50} > 500 \mu\text{g/mL}$), tendo 573,78 (539,26 – 608,30) $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, mas em 48 horas foi obtido o valor de 102,38 (74,44 – 130,34) $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ faixa na qual considera-se alta toxicidade ($CE_{50} < 500 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$). Para o efluente final foram obtidos, em 24 horas, 685,87 (638,41 – 733,34) $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ valor que se enquadra na faixa de baixa toxicidade e para o tempo de 48 horas de exposição foi obtido o valor de 28,59 (15,31 – 41,86) $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ o valor de CE_{50} esteve na faixa de alta toxicidade.

Assim pode ser determinado que quanto maior o tempo que o organismo-teste for exposto no efluente analisado, no caso da manipueira, mais tóxico ele vai ficando, tanto para o bruto quanto para o que passou pelo tratamento.

Como resultado da avaliação de toxicidade feita com a *Artemia salina*, Leifeld (2018) obteve que a maior porcentagem de imobilidade dos microcrustáceos foi verificada no efluente bruto, chegando a quase 100% de imobilidade, já com a aplicação do tratamento com O_3 com suas respectivas porcentagens de concentração do composto químico sob diferentes valores de pH, como podemos observar na figura 5, foram identificadas imobilidades de 100% do microcrustáceo, sendo inferior que 90% somente na condição de 30% O_2/O_3 e com pH 6,0.

Figura 5: Porcentagem de imobilidade de *Artemia salina* no efluente de manipueira bruto, pós-coagulação, pós-coagulação + tratamento terciário com ozônio e controle negativo;



Fonte: Adaptado de Leifeld (2018).

Além do teste de toxicidade com a *Artemia salina* foi feito teste utilizando a *Lactuca sativa*, a alface, o teste de toxicidade nas sementes da alface foram feitas com o efluente bruto e após ozonização, onde foram analisados em termos de germinação absoluta (GA) e em índice de germinação (IG). Foram definidos cinco diferentes concentrações do efluente de manipueira (mg.L^{-1}), sendo 10, 100, 250, 500 e 1000, o resultado foi obtido conforme as médias da porcentagem da GA e do IG das sementes. Ainda foi realizada a avaliação em relação do crescimento da raiz e radícula das plântulas das sementes de alface exposta, neste caso foram analisadas as médias dos valores de comprimento das raízes, em centímetros, e das radículas na presença do efluente de manipueira bruta e após o tratamento de ozonização nas diferentes concentrações. Os valores obtidos podem ser observados nas figura 6 e 7.

Figura 6: médias da porcentagem de germinação absoluta e índice de germinação das sementes nas diferentes concentrações do efluente bruto e efluente tratado.

Concentração efluente (mg L^{-1})	Efluente bruto		Efluente final	
	GA	IG	GA	IG
10	100	74	87	71
100	87	67	93	87
250	87	68	93	79
500	93	73	90	73
1000	93	75	87	72

Fonte: Adaptada de Leifeld (2018).

Figura 7: Médias dos valores de comprimento das raízes e radículas com o efluente bruto e tratado após ozonização em diferentes concentrações

Concentração efluente (mg L ⁻¹)	Efluente bruto		Efluente final	
	Raiz	Radícula	Raiz	Radícula
0	2,00 ^a	3,52 ^a	2,00 ^a	3,52 ^a
10	1,48 ^{a,b}	2,54 ^b	1,60 ^a	2,79 ^b
100	1,49 ^b	2,52 ^b	2,28 ^a	2,79 ^b
250	1,56 ^b	2,70 ^b	1,66 ^a	2,94 ^b
500	1,62 ^{a,b}	2,64 ^b	1,54 ^a	2,84 ^b
1000	1,58 ^{a,b}	2,61 ^b	1,71 ^a	2,76 ^b

*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Fonte: Adaptada de Leifeld (2018)

No seu estudo Leifeld (2018) descreveu que a ozonização apresentou baixo nível de toxicidade em *Lactuca sativa*, mesmo com o efluente de manipueira em altas concentrações, através dos resultados obtidos pelo IG e comprimento da raiz e radícula, é possível notar que o efluente bruto causou maiores efeitos sobre as sementes, porém esses efeitos não foram estatisticamente significativos, levando a menores índices e comprimento das plântulas.


Ao observarmos o destaque da figura 6, para o GA tanto do efluente bruto quanto do tratado, não foi possível verificar uma diferença entre a porcentagem de crescimento, mesmo acontecendo com o destaque na figura 7, para a radícula em ambos efluentes, os resultados ficaram aproximados, por isso vale destacar que não houve diferença significativa nos dois efluentes.

Assim, ao determinar a concentração estimada do efluente que pode influenciar na inibição do crescimento da semente de alface é na concentração de 3640,19 (3586,01 – 3694,36) mgL⁻¹ para o efluente bruto e 2204,27 (2126,09 – 2282,45) mg L⁻¹ do efluente ozonizado, deste modo, as concentrações do efluente em que foram realizados os teste são caracterizado como não-tóxicos para as sementes de alface.

Com isso, podemos observar que os resultados de toxicidade ou não, irão depender das características do afluente bruto, do efluente após o tratamento na ETE e após a aplicação do desinfetante que pode representar toxicidade ou não aos organismos testes.

Destaca-se que os organismos-teste abordados na pesquisa constituem uma forma viável de realização de testes de toxicidade, principalmente na toxicidade aguda, pois, são fáceis de manusear, sendo que, os cuidados com manipulação são aqueles relativos à alimentação correta e eficiente, confecção do meio de cultivo favorável à sobrevivência e, manutenção de um ambiente que não cause estresse à espécie, uma vez que estão relacionados danos à sexualidade dos organismos.

Com relação à desinfecção por ozônio estudos da literatura apontam o custo mais elevado dessa tecnologia especialmente para aplicação em países mais pobres, por conta do seu



preço de instalação e manutenção. Assim, sua indicação para desinfecção de esgoto sanitário carece estudos no que tange à viabilidade técnico-econômico-financeira.

Em relação à desinfecção por meio da radiação UV esta acaba sendo mais viável economicamente, também pelo fato de existir hoje no mercado grande variedade de lâmpadas germicidas que são baratas e eficientes para inativação de grande parte dos microrganismos presentes nos efluentes, ainda por dificuldade gerar subprodutos que sejam tóxicos ao ambiente aquático. Deste modo, tudo irá depender da característica do esgoto bruto e quão eficiente será o tratamento secundário.

CONCLUSÃO

Nesse trabalho foi trazida uma revisão da literatura sobre os processos de desinfecção de esgoto sanitário e efluente industrial empregando ozônio e radiação UV, focando, principalmente, no aspecto ecotoxicológico, no que tange aos estudos de toxicidade aguda realizada com organismos testes do tipo *Daphnia magna*, *Artemia salina* e *Lactuca sativa*.

Foi observado que em muitos casos a toxicidade que o efluente desinfetado por eles depende muito da característica em que o esgoto bruto chega à ETE e na eficiência do tratamento secundário (biológico seguido de físico-químico ou lagoa facultativa), assim podendo apresentar toxicidade no ambiente aquático ou não.

Observando que o lançamento de qualquer efluente que possa causar danos ao meio ambiente aquático deverão estar enquadrados na Resolução do CONAMA nº 430 (2011), em seus diversos parâmetros.

E para implantação da desinfecção deve ser estudado o tratamento mais adequado e viável para a característica do esgoto que passará por esse processo, levando-se muito em conta se o efluente terá algum tipo reuso ou se será lançado no corpo hídrico.

REFERÊNCIAS

ANBT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12713: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Métodos de Ensaio com *Daphniaspp* (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro, p. 33. 2016.

ANTUNES, S. C.; CASTRO, B. B. Pulgas-de-água (*Daphnia spp.*). **Revista de Ciência Elementar**, Porto, v. 5, n. 4, p. 10-12, dez. 2017. Disponível em: <https://rce.casadasciencias.org/rceapp/art/2017/050/>. Acesso em: 26 mai. 2020.

BASSANI, L. Desinfecção de efluente sanitário por ozônio: Parâmetros operacionais e avaliação econômica. 2003. 95 f. Dissertação (Mestrado) – Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/85096/198734.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em jun. 2020.

BLOG, Recolast. **Manipueira: O que é? Conheça os problemas e as soluções.** 2019. Disponível em: <https://www.recolastambiental.com.br/blog/biodigestor/manipueira-o-que-e-conheca-o-problema-e-as-solucoes/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

BUENO, A. C. *et al.* **Bioensaio toxicológico utilizando Artemia salina: fatores envolvidos em sua eficácia.** Santa Catarina: IfSC, 2015. Disponível em: <http://docente.ifsc.edu.br/michael.nunes/MaterialDidatico/Analises%20Quimicas/TCC%20II/TCC%202015%20/Ariele.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2021.

BUTLER, Gordon C.. Environmental Conservation: principles of ecotoxicology. 12. ed. Toronto: Copyright © Foundation For Environmental Conservation 1980, 1978. 1 p. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/environmental-conservation/article/abs/principles-of-ecotoxicology-edited-by-gordon-c-butler-scope-12john-wiley-sons-chichesternew-yorkbrisbanetoronto-xxii-350-pp-figs-227-151-2-cm-soft-cover-14-1978/08C1FE256D164E8127276415A6BF3C41>. Acesso em: abr. 2021.

CARVALHO, C. A. *et al.* Cipó-Cravo (*Tynnanthus fasciculatus* Miq. - bignoniaceae): Estudo fitoquímico e toxicológico envolvendo *Artemia salina*. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 6, n. 1, p. 51-57, fev. 2009. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/REF/article/view/5861/4561>. Acesso em: 31 jan. 2021.

CASTRO, F. J. **Avaliação ecotoxicológica dos percolados das colunas de cinza de carvão e de solos com cinza de carvão utilizando *Lactuca sativa* e *Daphnia similis* como organismos teste.** 2013. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Materiais, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares Autarquia Associada À Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-22082013-142759/publico/2013CastroAvaliacao.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2021

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em 07 jun. 2020.

COSTA, J. B. **Avaliação Ecotoxicológica de Efluentes de Tratamento secundário de esgoto sanitário após desinfecção com ácido peracético, cloro, ozônio e radiação ultravioleta.** 2007. 180 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências da Engenharia Ambiental, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-07042008144334/publico/TeseJulianaBerningerDaCosta.pdf>>. Acesso em mar. 2020.

DANIEL, L. A. (org.). **Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável.** Rio de Janeiro: ABES, 2001. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/LuizDaniel.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2020.

DIAS, V. D. **Radiação ultravioleta e ozônio aplicado como métodos alternativos de desinfecção de efluentes secundários de esgoto sanitário.** 2001. 167 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo Campus de São Carlos, São Carlos, 2001. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-26012017-104753/publico/Dissert_Dias_VirginiaD_corrigida.pdf. Acesso em: 31 mar. 2020.

FREIBERGER, V. L. **Avaliação da toxicidade de efluente de indústria alimentícia com o uso do microcrustáceo *Daphnia magna* e semente de alface *lactuca sativa*.** 2017. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2017. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/1023/1/FREIBERGER.PDF>. Acesso em: 31 jan. 2021.

GONÇALVES, R. F. (org.). **Desinfecção de Efluentes Sanitários.** Rio de Janeiro: PROSAB/FINEP, 2003. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/ProsabRicardo.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2020.

ISSA, C. G. **Testes ecotoxicológicos para avaliação do potencial impacto em corpos receptores por efluente de Estação de Tratamento de Esgoto.** 2019. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Hidráulica e Saneamento, Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2019. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-22052019-150827/pt-br.php>. Acesso em: 07 jun. 2020.

LEIFELD, V. **Combinação de processos convencionais terciários para tratamento de efluente do processamento de mandioca.** 2018. 141 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <https://www.prppg.ufpr.br/signa/visitante/trabalhoConclusaoWS?idpessoal=29283&idprograma=40001016019P6&anobase=2018&idtc=1301>. Acesso em: 20 jan. 2021.

MIS, M. **Concurso Fotomicrografia 2019: *Daphnia magna* grávida** (pequeno crustáceo planctônico). 2019. Elaborada por SMALL WORLD Nikon. Disponível em: <https://www.nikonsmallworld.com/galleries/2019-photomicrography-competition/pregnant-daphnia-magna-small-planktonic-crustacean>. Acesso em: 26 mai. 2020.

OLIVEIRA, E. C. M. **Desinfecção de efluentes sanitários tratados através da radiação ultravioleta.** 2003. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/84539/197380.pdf;jsessionid=7A46A01CDFB9F02F37C8C6CEB9E24FAF?sequence=1>. Acesso em: 17 jan. 2021.

PEDROSO, C.R.; SOUZA, J.B.; KOVALSKI, T.; VIDAL, C.M.S.; MARTINS, K.G. (2018). Inativação de microrganismos indicadores de contaminação fecal por radiação ultravioleta e avaliação dos fenômenos de fotorreativação e recuperação no escuro. Engenharia sanitária e ambiental. Vol.23, n.5. Rio de Janeiro, set./ out.

PIRES, M. R. **Desinfecção de esgotos com radiação ultravioleta: influencia da qualidade do efluente e da fotorreativação.** 2002. 147 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, 2002. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/258116/1/Pires_MarcoRoberto_D.pdf. Acesso em: 29 mar. 2020.



RAND, G. M. & PETROCELLI, S. R. Fundamentals of aquatic toxicology: methods and application. Washington, Hemisphere Publishing, 1985, 666p.

RIBEIRO, L. F. Aplicação de dióxido de cloro como alternativa para desinfecção de esgotos sanitários tratados através de lagoas de estabilização. 2001. 121 f. Dissertação (Mestrado) em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

TRUHAUT, René. Ecotoxicology-A New Branch of Toxicology: A General Survey of its Aims Methods, and Prospects. Paris, França: La Sorbonne, 1969. 6 p. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-8945-7_1. Acesso em: abr. 2021

TULIO, Juliana. Uso de invertebrados aquáticos na avaliação da toxicidade da água e do sedimento contaminados por efluentes de esgoto doméstico. 2014. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal

do Paraná., Curitiba, 2014. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1193/1/CT_PPGCTA_M_Tulio,%20Juliana_2014.pdf. Acesso em: 25 fev. 2021.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Municipal Wastewater Disinfection – Design Manual, EPA/625/1-86/021, Cincinnati, 1999, 247 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed., v.1 Belo Horizonte: DESA, UFMG. 2005. 452 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**: Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014. 472.

CAPÍTULO 2

ESTIMATIVA DA RECARGA DO AQUÍFERO EM DUAS NASCENTES EM AMBIENTES DISTINTOS NA REGIÃO ALTO RIO GRANDE

Aurivan Soares de Freitas, Doutor em Fitopatologia, UninCor, Professor
Alisson Souza de Oliveira, Doutor em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícola, UninCor,
Professor

Cesamar Pereira de Moura, Graduado em Ciências Biológicas, Unemat, Mestrando
Rosângela Francisca de Paula Vitor Marques, Doutora em Recursos Hídricos em Sistemas
Agrícola, UninCor, Professora

Eliana Acantra, Doutora em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícola, UninCor, Professora

RESUMO

O monitoramento de aquíferos intensificou-se nos últimos anos devido aos problemas crescentes da contaminação, da superexploração e de suas consequências ambientais. Portanto, objetivou-se neste trabalho estimar a recarga direta do aquífero utilizando-se o método WTF (*Water Table Fluctuation*). O trabalho foi conduzido em duas nascentes, L1 e M1, pertencentes respectivamente às bacias dos Ribeirões Lavrinha (Serra da Mantiqueira) e Marcela (Campo das Vertentes). A nascente L1 mesmo apresentando predominância do Cambissolo, apresentou a maior estimativa da recarga direta, 310,4 mm/ano, ou seja, apresentou maior capacidade de regularização natural da vazão. Logo, o Cambissolo associado a elevados índices pluviométricos (2485 mm) promove maior recarga do aquífero. Já a nascente M1 cujo solo predominante é o Latossolo (maior capacidade de infiltração) apresentou menor estimativa da recarga direta, 214,8 mm/ano, sendo o total precipitado igual a 1955 mm. Este fato pode ser explicado pela diferença pluviométrica existente entre as regiões.

PALAVRAS-CHAVE: balanço hídrico, água subterrânea, método WTF.

INTRODUÇÃO


Estudos de recarga aquífera são fundamentais para a estimação do volume de recursos hídricos subterrâneos anualmente renováveis e têm implicações diretas no planejamento e gestão integrada dos recursos hídricos regionais (PARALTA et al., 2003). A recarga da água subterrânea é definida, de maneira geral, como a quantidade de água que é acrescentada ao aquífero, num determinado tempo, e apesar de sua importância, pouco se sabe sobre a qualidade e a quantidade de água que recarrega os sistemas aquíferos. Neste sentido a utilização de modelos que possam representar o sistema em questão é crucial para a análise do comportamento de um aquífero a partir dos dados coletados. Diante disso, este trabalho apresenta a estimativa da recarga subterrânea direta através do método de Flutuação da Superfície Livre (*Water Table Fluctuation - WTF*) que é a técnica mais amplamente usada para a estimativa da recarga (MAZIERO, 2005). Os parâmetros acima foram associados a dados existentes do uso atual do solo, declividade, atributos físico-hídricos e pedologia, para verificação da relação existente entre eles. O trabalho foi realizado entre 24 de outubro de 2009 e 16 de outubro de 2010, em duas nascentes pertencentes aos ambientes Serra da Mantiqueira (bacia do Ribeirão Lavrinha) e Campos Altos das Vertentes (bacia do Ribeirão Marcela).

MATERIAL E MÉTODOS

A nascente denominada L1 (coordenada UTM 554198,119 L, 7553658,845 S) situa-se na bacia do Ribeirão Lavrinha na Serra da Mantiqueira, que se localiza no município de Bocaina de Minas – MG. Possui uma área de 7,24 ha dos quais 92,9% estão ocupados com pastagem, sendo os demais 6,9% correspondendo à samambaia silvestre e 0,2% de mata nativa. Sua área de recarga apresenta a predominância do relevo fortemente ondulado em 67,2% de sua área, sendo os demais 19,5; 10,9; 1,6; 0,7 e 0,1% para relevo ondulado, montanhoso, suavemente ondulado, plano e fortemente montanhoso. A declividade média é de 28,7% sendo obtida com base no MDE (Modelo Digital de Elevação) por Silva (2009). Apresenta o domínio do Cambissolo CX A fraco forte ondulado. Os atributos físico-hídricos foram determinados a partir da análise exploratória dos dados por meio da Geoestatística, sendo a Condutividade hidráulica (k_0) = 0,4 m/dia, a Matéria orgânica (MO) = 3,6% e o Volume total de poros (VTP) = 52% (JUNQUEIRA JÚNIOR, 2006). Já a nascente M1 (coordenada UTM 551328,373 m L, 7650657,297 m S) situa-se na bacia do Ribeirão Marcela nos Campos Altos das Vertentes, localizada no município de Nazareno, MG. Possui área de 26,4 ha sendo ocupados por pastagem em 66,7% da área, 22,4% de milho, 7,8% rodovia BR 265, 2,9% por várzea onde se inicia a drenagem do aquífero formando um tributário e 0,2% por mata nativa rala e esparsa. Possui declividade média de 12,1% sendo obtida com base no MDE, possui em 65,6% da área de recarga o relevo ondulado, as demais classes de relevo são 22,0% relevo fortemente ondulado; 9,5% suavemente ondulado; 2,1% montanhoso e 0,7% relevo plano (SILVA, 2009). Apresenta em aproximadamente 75% de sua área a presença do Latossolo Vermelho Amarelo e pequena participação do Latossolo Vermelho distroférrico típico e os 25% restantes o Cambissolo. Os atributos físico-hídricos apresentaram os valores de Condutividade hidráulica (k_0) = 0,6 m/dia, Matéria orgânica (MO) = 2,5% e o Volume total de poros (VTP) = 54% (GOMES, 2005).

RECARGA DOS AQUÍFEROS SUBTERRÂNEOS

A recarga é definida, de modo geral, como “a entrada de água, na zona saturada, disponível, tanto à superfície do nível freático como ao restante do fluxo da zona saturada” (FREEZE; CHERRY, 1979). A recarga dos aquíferos está diretamente relacionada com a cobertura da superfície do solo (MAZIERO, 2005). Nas regiões de relevo acidentado, sem cobertura vegetal, sujeitas a práticas de uso e ocupação que favorecem as enxurradas, a recarga ocorre mais lentamente e de maneira limitada.



A textura do solo e sua permeabilidade também são importantes na avaliação da recarga, devido ao fato de que solos de granulação grosseira geralmente resultam em taxas de recarga maiores que solos de granulação fina.

MÉTODOS DE QUANTIFICAÇÃO DA RECARGA SUBTERRÂNEA

Os métodos que estimam a recarga de aquíferos são classificados, segundo vários aspectos, por diversos autores (KINZELBACH et al., 2002; SCALON et al., 2002). Segundo Barreto (2006) apesar da maioria dos métodos fornecerem valiosas informações sobre recarga, eles nem sempre são diretamente aplicáveis. Para Xu e Beekman (2003), os métodos baseados em relações entre precipitação e variações da superfície piezométrica têm um maior potencial de prever a recarga subterrânea.

MÉTODO DA FLUTUAÇÃO DA SUPERFÍCIE LIVRE

O Método da flutuação da superfície livre (WTF – *Water Table Fluctuation*), também conhecido como método de variação do nível d'água (VNA) é a técnica mais amplamente usada para a estimativa da recarga (MAZIERO, 2005). O método WTF só é aplicável aos aquíferos livres e requer o conhecimento da porosidade drenável da formação geológica e das variações nos níveis d'água ao longo do tempo (BARRETO, 2006). Segundo Bertol (2007), os melhores resultados são obtidos em áreas com nível d'água raso, possibilitando rápidas elevações com a precipitação, já que níveis profundos tendem a não apresentar grande variação. A acuidade das medidas é de grande importância, pois a lâmina da água precipitada em cada evento pode compreender algumas dezenas de milímetros e seu efeito sobre o nível d'água é pequeno (WAHNFRIED; HIRATA, 2005). Monitoramento hidrológico das nascentes: nas áreas de recarga das duas nascentes (L1 e M1) encontram-se instalados um pluviômetro para quantificação da precipitação; sensores de umidade do solo WaterMark instalados em quatro pontos da área de recarga nas profundidades de 20, 50 e 100 cm, para monitoramento da umidade do solo; onze poços (área da nascente L1) e 17 poços (área da nascente M1) para monitoramento do lençol superficial e calhas “Flume” para medição da vazão.

ESTIMATIVA DO AQUÍFERO PELO MÉTODO WTF (*WATER TABLE FLUCTUATION*)

A recarga direta foi estimada pela análise da variação do nível do aquífero. A partir dos níveis do aquífero é possível determinar as variações do nível d'água subterrâneo (Δh) a serem consideradas no cálculo da recarga pela Equação 1:

$$R_d = S_y \cdot \frac{dh}{dt} = S_y \cdot \frac{\Delta h}{\Delta t} \quad (1)$$

Em que R_d é a recarga (mm), S_y é a porosidade drenável; Δh é a variação do nível do aquífero (mm) que foi identificado graficamente com o auxílio do *software* AutoCAD®, e o Δt é o intervalo em dias entre o pico de subida e o ponto mais baixo da curva de recessão em cada evento de recarga. Em cada ponto com os sensores de umidade foram determinadas as curvas características de retenção de água no solo nas três profundidades de acordo com o modelo de Mualem-van Genuchten (VAN GENUCHTEN, 1980) para que fosse estimada a umidade de capacidade de campo (θ_{cc}) conforme modelo proposto por Dexter (2004). Obtida a umidade na capacidade de campo foi calculado a porosidade drenável (S_y) pela Equação 2:

$$S_y = P - \theta_{cc} \quad (2)$$

Em que P é a porosidade do solo, e θ_{cc} é a capacidade de campo. A estimativa da variação do armazenamento subterrâneo (ΔS) se dá a partir dos dados dos níveis nos poços de monitoramento e da estimativa da porosidade drenável do aquífero (S_y), expresso pela Equação 3 abaixo (WENDLAND, 2007):

$$\Delta S = (h_f - h_i) \cdot S_y \quad (3)$$

Em que h_f e h_i correspondem respectivamente à variação do nível do aquífero entre o primeiro e o último dia de monitoramento. Para a estimativa da Recarga Profunda o método assume o volume de controle do balanço hídrico como sendo a região saturada do solo. A entrada no sistema será dada pela recarga direta (R_d) estimada pelo método WTF, a variação do armazenamento subterrâneo (ΔS) será obtida da variação do nível do aquífero a partir de medições nos poços de monitoramento e as saídas do sistema são o escoamento de base (q_b) e a recarga profunda (R_p). A recarga profunda será o resíduo da Equação 4:

$$R_p = R_d - q_b - \Delta S \quad (4)$$

Em que q_b corresponde ao deflúvio base da nascente.

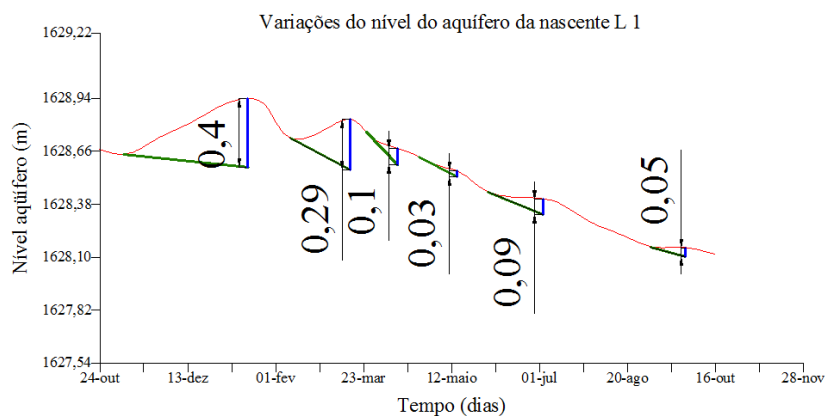
DEFLÚVIO

O deflúvio gerado pela nascente no período estudado foi estimado a partir da integração numérica dos dados de vazão obtidos de uma série histórica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

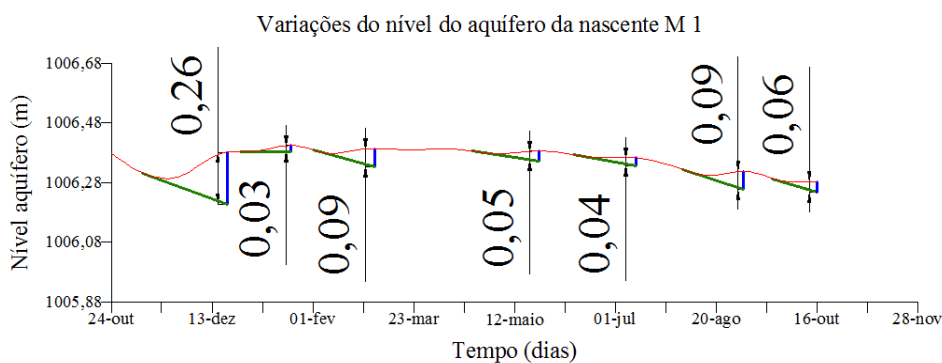
As figuras 1 e 2 mostram a determinação gráfica das variações do nível do aquífero (Δh) ocorrido em cada evento de recarga durante o período monitorado.

Figura 1. Representação do nível médio do aquífero da área da nascente L1, e a estimativa das variações no nível d'água (Δh) em relação às curvas de recessão




Fonte: autores

Figura 2. Representação do nível médio do aquífero da área da nascente M1, e a estimativa das variações no nível d'água (Δh) em relação às curvas de recessão



Fonte: autores



A área de recarga da nascente L1 apresentou uma variação do nível d'água (Δh) de 2956 mm/ano entre o período de monitoramento, outubro de 2009 a outubro de 2010, já a área de recarga da nascente M1 a variação de nível d'água foi de 1823 mm/ano. A porosidade drenável (S_y) estimada foi de $S_y = 0,105$ e $S_y = 0,125$ respectivamente para as áreas de recarga das nascentes, L1 e M1. A variação de armazenamento (ΔS) para a área de recarga da nascente L1 foi de -54,05 mm/ano e para a área de recarga da nascente M1 foi -17,4 mm/ano. O valor negativo da variação do armazenamento indica uma deficiência de 54,05 e 17,4 mm em lâmina de água equivalente respectivamente nas áreas de recarga das nascentes L1 e M1.

ESTIMATIVA DA RECARGA DIRETA

A recarga direta (R_d) foi estimada em 310,4 mm para a área de recarga da nascente L1 correspondendo a 12,5% do total precipitado no período, 2485 mm. Já para a área de recarga da nascente M1 a recarga direta foi de 214,8 mm correspondendo a 11% do total precipitado, 1955 mm.

A área de recarga da nascente L1 apresenta menor área 7,24 ha, ou seja, menor capacidade de armazenamento de água, maior declividade média, 28,7% e menores valores de $K_0 = 0,4$ m/dia e $VTP = 52$, sendo superior apenas na $MO = 3,6\%$ quando comparada a área de recarga da nascente M1, cuja área é de 26,4 ha e os valores de declividade média, K_0 , VTP e MO são respectivamente, 12,1%, 0,6 m/dia, 54% e 2,5%. Além de apresentar os menores valores dos atributos físico-hídricos diretamente relacionados com o processo de infiltração de água no solo e conseqüentemente, recarga do aquífero, ocorre em sua área de recarga a predominância do Cambissolo CX A fraco forte ondulado que segundo alguns autores apresenta baixo potencial de recarga do aquífero (MENEZES et al., 2009). Mesmo apresentando um baixo potencial de recarga do aquífero, a recarga direta estimada foi 44,5% maior do que a recarga

direta estimada para a nascente M1, cujos atributos físico-hídricos são mais favoráveis à recarga do aquífero, além de apresentar em sua área de recarga o predomínio do Latossolo Vermelho Amarelo, que é um solo mais intemperizado, estruturado sendo que estas qualidades contribuiriam para um maior potencial de recarga, o que não foi observado. Portanto, o Cambissolo associado aos elevados índices pluviométricos promoveu maior recarga do aquífero. Com relação à cobertura vegetal a área de recarga da nascente L1 apresenta 92,9% de pastagem, 6,9% de samambaia silvestre e apenas 0,2% de mata nativa. Já a área de recarga da nascente M1 apresenta 66,7% de pastagem, 22,4% de cultivo de milho, 7,8% rodovia BR 265, 2,9% de várzea e 0,2% de mata nativa bem esparsa. Não se observou relação direta da cobertura vegetal na recarga, pois ambas apresentam grande área com pastagem, e mesma porcentagem de mata em suas áreas de recarga. Porém, na área de recarga da nascente M1 ocorre o cultivo do milho em 22,4% de sua área, promovendo maior evapotranspiração o que provavelmente pode afetar a recarga do aquífero.

ESTIMATIVA DA RECARGA PROFUNDA

Analisando a tabela 1 verifica-se que a nascente L1 tem maior capacidade de regularização da vazão, pois o deflúvio base anual (q_b) representa 20,72% do total precipitado, enquanto a nascente M1 o percentual é de apenas 12,50%.

Tabela 1. Componentes do balanço hídrico na zona saturada do solo (mm/ano) para o período de monitoramento

Componentes do balanço	Nascente L1	Nascente M1
Recarga Direta (R_d) (mm/ano)	310,4	214,8
ΔS (mm/ano)	-64,1	-17,4
Deflúvio base anual (q_b) (mm/ano)	514,9	244,4
Deflúvio base anual (q_b) (mm/ano)	-140,5	-12,2

Fonte: autores

Analisando a Tabela 1 observa-se que a recarga profunda (aquela que efetivamente pode recarregar o aquífero) foi estimada em -140,5 mm/ano na área de recarga da nascente L1 e -12,2 mm/ano para a área de recarga da nascente.

CONCLUSÕES

A nascente L1 apresentou maior capacidade natural de regularização da vazão, consequência da maior participação do deflúvio base na precipitação, quando comparada a nascente M1. O Cambissolo apresenta na área de recarga da nascente L1, na bacia do Ribeirão Lavrinha, embora classificado como baixo potencial de recarga, associado aos elevados índices pluviométricos, promoveu maior recarga do aquífero.

A nascente M1, bacia do Ribeirão Marcela, cuja predominância do solo é o Latossolo Vermelho Amarelo, solos com bom potencial de recarga do aquífero, apresentou uma menor recarga quando comparada a bacia do Ribeirão Lavrinha, este fato pode ser devido a grande diferença pluviométrica existente entre as bacias.

REFERÊNCIAS

BARRETO, C. E. A. G. **Balanço hídrico em zona de afloramento do sistema aquífero guarani a partir de monitoramento hidrogeológico em bacia representativa.** 2006. 249 p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos, São Carlos.

BERTOL, G. A. **Avaliação da recarga anual no aquífero Bauru no município de Araguari, Minas Gerais.** 2007. 101 p. Dissertação (Mestrado em Geologia Econômica e Aplicada) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

DEXTER, A. R. Soil physical quality Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, Tucson, v. 120, p. 201–214, 2004.

FREEZE, R. A.; CHERRY, J. A. **Groundwater.** Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1979. 604 p.


GOMES, N. M. **Variabilidade espacial de atributos físico-hídricos do solo da sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Marcela na Região do Alto Rio Grande, MG.** 2005. 124 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A. **Escoamento de nascentes associado à variabilidade espacial de atributos físicos e uso do solo em uma bacia hidrográfica de cabeceira do Rio Grande, MG.** 2006. 84 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

KINZELBACH, W. et al. **A survey of methods for groundwater recharge in arid and semi-arid regions.** Nairobi: United Nations Environment Programme, 2002.

MAZIERO, T. A. **Monitoramento de água subterrânea em área urbana: aspectos quantitativos.** 2005. 85 f. Tese (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2005.

MENEZES, M. D.; JUNQUEIRA JÚNIOR, J. A.; MELLO, C. R.; SILVA, A. M.; CURI, N.; MARQUES, J. J. Dinâmica hidrológica de duas nascentes, associada ao uso do solo,



características pedológicas e atributos físico-hídricos na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Lavrinha – Serra da Mantiqueira (MG). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 82, p. 175-184, jun. 2009.

PARALTA, E. A. et al. Avaliação da recarga do sistema aquífero dos Gabros de Beja segundo critérios múltiplos: disponibilidades hídricas e implicações agro-ambientais. In: **SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA OFICIAL PORTUGUESA**, CABO VERDE, 6., 2003,

SCANLON, B. R.; HEALY, R. W.; COOK, P. G. Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge. **Hydrogeology Journal**. v. 10, 2002, p. 18-39.

SILVA, L. A. **Regime de escoamento e recarga subterrânea de nascentes na região do Alto Rio Grande, MG**, 2009. 134 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

VAN GENUCHTEN, M.T. H. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madson, v. 44, p. 892-898. 1980.

WAHNFRIED, I.; HIRATA, R. Comparação dos métodos de estimativa de recarga de aquíferos em uma planície aluvionar na bacia hidrográfica do Alto Tietê (São Paulo). **Revista Brasileira dos Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 15–25, 2005.

WENDLAND, E.; BARRETO, C.; GOMES, L. H. Water balance in the Guarani aquifer outcrop zone based on hydrogeologic monitoring. **Journal of Hydrology**, Wellington, v. 342, p. 261– 269, 2007.

XU, Y.; BEEKMAN, H. E. (Ed.). **Groundwater recharge estimation in Southern Africa**. Paris: UNESCO IHP, 2003. (UNESCO IHP, 64).



CAPÍTULO 3

GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS HOSPITALARES NA REDE MUNICIPAL DE SAÚDE NO MUNICÍPIO DE INHUMAS-GO UNIDADE DE PRONTO ATENDIMENTO LÁZARO ALBERTO DE MORAIS UPA – 24 HS

Adrielle Duarte Lemes, Engenheira Ambiental
Cristina de Fátima Mattos Antunes, Docente e Pesquisadora do curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Araguaia
Thais Borini de Castro, Docente e Pesquisadora do curso de Engenharia Ambiental no Centro Universitário Araguaia
Túlio Meirelles Pinheiro, Docente e Pesquisador do curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Araguaia

RESUMO


O gerenciamento de resíduos hospitalares consiste em um conjunto de procedimentos de gestão e planejamento, técnicos e científicos, visando propiciar aos resíduos gerados um destino seguro e eficiente, promovendo a proteção humana, preservação do meio ambiente, dos recursos naturais e da saúde pública. O objetivo do trabalho consistiu em analisar e avaliar o gerenciamento do resíduo de saúde gerado pela UPA no município de Inhumas – GO no período de 2020, acompanhando suas etapas e atendimento as leis vigentes. Para o estudo de caso e análise das condições do processo utilizou-se métodos qualitativos e informações históricas da unidade, possibilitando avaliações no campo quantitativo da geração de resíduos. Desta forma, o gerenciamento dos resíduos hospitalares proporciona aspectos positivos para o meio ambiente que devem ser ressaltados e levados a conhecimento público, visto que o equilíbrio ambiental é essencial para existência da vida humana. As análises demonstram que os processos ocorrem adequadamente e que as ações de gerenciamento atendem as normais técnicas. Observou-se por parte da gestão da UPA a preocupação no cumprimento dos objetivos que o gerenciamento proporciona, a correta coleta e disposição que favorecem a saúde do meio ambiente e da vida humana.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos de saúde; legislação; coleta e destinação.

INTRODUÇÃO

Resíduos sólidos são definidos como sendo todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL, 2010).

Ainda de acordo com PNRS (BRASIL, 2010), o gerenciamento de resíduos sólidos é um conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada, de acordo com



plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei.


Os resíduos sólidos são classificados de acordo com a origem da geração e a periculosidade que oferece ao meio ambiente. Quanto à geração podem ser domiciliares, limpeza urbana, estabelecimentos comerciais, industriais, saneamento básico, serviços de saúde, construção civil, agrossilvopastoris, serviços de transporte e mineração. Quanto à periculosidade podem ser classificados como resíduos perigosos, que em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, ou como resíduos não perigosos, inertes não oferecendo risco a saúde pública ou ao meio ambiente (ALENCAR, 2009).

A PNRS (BRASIL, 2010) prevê a elaboração de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos pelas esferas nacional, estadual e municipal, e em seu art. 25, “o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância da Política Nacional de Resíduos Sólidos e das diretrizes e demais determinações estabelecidas nesta Lei e em seu regulamento”.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos institui, em seu art.30, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, sendo de forma individual, abrangendo fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, tendo como objetivos, por exemplo, promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas, reduzindo a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais (BRASIL, 2010).

O resíduo hospitalar ou resíduo de serviços de saúde, foco desta pesquisa, é todo tipo de resíduo proveniente do atendimento a pacientes, de estabelecimento de saúde ou unidade que execute atividades de natureza de atendimento médico humana ou animal. São exemplos de resíduos de serviço de saúde os materiais biológicos contaminados com sangue ou patógenos, líquidos corpóreos, peças anatômicas, seringas e outros materiais plásticos, além de uma grande variedade de substâncias tóxicas, inflamáveis e até radioativas.

A legislação aplicável às empresas que geram resíduos hospitalares está inicialmente definida pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 306 (ANVISA, 2004), pela resolução nº 358 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2005) e RDC nº 222 (ANVISA,



2018). O objetivo destas legislações é orientar, definir regras e regular a conduta de todas as empresas geradoras de resíduo hospitalar a elaborar e executar o chamado Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS).

O risco ambiental do resíduo hospitalar acondicionado e descartado incorretamente acarreta muitos danos, pois esses materiais entram em contato com o solo, o ar ou a água, causando sérias contaminações no ambiente, danos à vegetação e a saúde pública.

A quantidade de lixo gerada atualmente e os problemas provocados pela má gestão tem sido abordado por vários seguimentos devido a sua destinação inadequada. Além dos resíduos específicos, os serviços de saúde também geram resíduos comuns, recicláveis e resíduos orgânicos.

Materiais hospitalares em contato com as águas superficiais ou subterrâneas, podem causar sérias contaminações no ambiente e danos à vegetação, pois dessa forma a contaminação poderá se espalhar facilmente, prejudicando qualquer ser vivo que entrar em contato. Além disso, a disposição incorreta em lixões ou aterros controlados podem proporcionar riscos aos catadores, principalmente por meio de lesões provocadas por materiais cortantes e perfurantes, e por ingestão de alimentos contaminados, ou aspiração de material particulado contaminado em suspensão (BRASIL, 2005).

O gerenciamento dos resíduos de saúde constitui-se de uma importante ferramenta de gestão para que o processo de segregação, manejo, acondicionamento e todas as outras etapas envolvidas aconteçam de maneira correta, sendo assim um desafio para os profissionais da saúde e gestores.

Mediante as prerrogativas das leis, este trabalho teve como objetivo avaliar quantitativa e qualitativamente o sistema de gerenciamento de resíduos sólidos de saúde do município, acompanhar o gerenciamento interno e externo dos resíduos sólidos de serviço de saúde da Unidade de Pronto Atendimento (UPA) compreendendo as seguintes etapas: minimização, segregação, acondicionamento, identificação dos resíduos, coleta e transporte interno, armazenamento intermediário e temporário, coleta e transporte externo, tratamento (reciclagem, esterilização, compostagem, incineração, tratamento químico e ionização), e disposição e destinação final, e avaliar a diferença entre a condição atual de segregação e a segregação ideal conforme os aspectos legais.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE - RSS


Os resíduos provenientes de serviços de saúde, de acordo com a resolução CONAMA nº358/05 são definidos como “todos aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços definidos no art. 1º desta Resolução que por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final”.

Os serviços os quais se refere na definição são:

“[...] todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares” (CONAMA, 2005)

A legislação brasileira estabelece diversas diretrizes e normas relativas a resíduos, abaixo estão as principais normas, leis e resoluções diretamente relacionadas com os resíduos de serviços de saúde e com o presente estudo:

- Resolução da Diretoria Colegiada - RDC ANVISA nº 306 de 2004: dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. A resolução estabelece as diretrizes para o manejo, a segregação, o acondicionamento, a identificação, transporte interno, armazenamento temporário, tratamento, armazenamento externo, coleta, transporte externo e disposição final dos resíduos sólidos de serviços de saúde.
- Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005, dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. De acordo com a classificação dos resíduos, a resolução indica o seu devido tratamento e disposição final, considerando obrigatórios o Plano de Gerenciamento de Resíduos e a segregação na fonte.
- Segundo a RDC 222/2018 – ANVISA, definem-se como geradores de resíduos de serviço de saúde – RSS, todos os serviços cujas atividades estejam relacionadas com a atenção à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias, inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de



atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de piercing e tatuagem, salões de beleza e estética, dentre outros afins.

- Os RSS são caracterizados como perigosos e infectantes conforme NBR 10.004 (ABNT, 2004) e RDC 222 de 2018 (ANVISA). Periculosidade de um resíduo: característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, pode apresentar: Risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; Riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. Sendo ainda considerados perigosos devido às características inerentes como patogenicidade, toxicidade, inflamabilidade, corrosividade etc.

As legislações citadas apontam ainda cinco grupos e as características dos resíduos que os compõe, conforme a seguir (Figura 1):

- Grupo A – biológicos: “resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características, podem apresentar risco de infecção”. E se subdividem em Subgrupo A1, Subgrupo A2, Subgrupo A3, Subgrupo A4 e Subgrupo A5

- Grupo B – químicos: “resíduos contendo substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade”. Exemplos: produtos hormonais e antimicrobianos, citostáticos, imunossupressores descartados por serviços de saúde; resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório; efluentes de equipamentos de análises clínicas; entre outros.

- Grupo C – radioativos: “quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados nas normas do Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN, 2014) e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista”. Exemplos: rejeitos radioativos ou contaminados com radionuclídeos, medicina nuclear e radioterapia, segundo a Resolução CNEN 167/2014 NE-6.05.

- Grupo D – comuns: “resíduos que não apresentem risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares”. Exemplos: papéis de uso sanitário e fraldas, restos de alimentos, resíduos de áreas administrativas e de limpeza geral, materiais recicláveis, gesso.

- Grupo E – perfurocortantes: representam os objetos e instrumentos contendo bordas ou protuberâncias agudas capazes de cortar ou perfurar. Exemplos: lâminas em geral, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, espátulas, entre outros.

Figura 1 - Descarte material de saúde



Fonte: Brito, 2019.


GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇO DE SAÚDE

Os geradores de RSS devem adotar um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviço de Saúde (PGRSS) constituindo-se de um conjunto de procedimentos a partir de bases científicas, normativas e legais, tendo por objetivo minimizar a produção de resíduos e proporcionar o encaminhamento seguro e eficiente, visando proteger o trabalhador, preservar a saúde pública e os recursos naturais do meio ambiente. Este plano é coordenado pela equipe de vigilância sanitária e epidemiológica (ANVISA, 2004).

O Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) é o documento que relaciona e descreve as ações referentes ao manejo dos resíduos sólidos, ressaltadas suas propriedades, no âmbito dos estabelecimentos, e deve apreciar os aspectos referentes à geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e destinação final, bem como a proteção à saúde pública.

O gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde deve compreender as seguintes etapas, sendo ações dentro do empreendimento e na continuidade fora do mesmo (ANVISA, 2006):

- **Minimização:** a minimização é o primeiro aspecto a ser considerado dentro do conceito de prevenção à ocorrência dos impactos ambientais, e consiste em reduzir a geração de resíduos sólidos.

- 
- Segregação: consiste em separar os resíduos de acordo com a classificação dos resíduos, produzidos no local de sua geração.
 - Acondicionamento: o acondicionamento dos resíduos deverá ser realizado em recipientes que não causam rupturas e vazamentos.
 - Identificação: os resíduos, depois de serem acondicionados, deverão ser identificados com a expressão e símbolo específico para cada tipo de resíduos sólidos produzidos.
 - Coleta e transporte interno: consiste na retirada dos sacos plásticos do local onde são gerados até o seu local de armazenamento, sendo utilizados veículos exclusivos para esse fim.
 - Armazenamento intermediário e temporário: consiste em estocar os resíduos de forma segura em locais apropriados do estabelecimento onde foram gerados.
 - Coleta e transporte externo: a coleta dos resíduos deverá ser realizada diariamente, sendo admissível sua realização no mínimo três vezes por semana. Os resíduos devem ser coletados com equipamentos específicos para cada tipo de resíduos. O transporte externo deve ser realizado num roteiro mais curto possível, para evitar acidentes e derramamentos.
 - Tratamento: o tratamento dos resíduos é um procedimento realizado dentro da unidade de saúde geradora dos resíduos, sendo que os métodos de tratamento são realizados, de acordo com as características de todos os resíduos produzidos, que compreendem em: reciclagem, esterilização, compostagem, incineração, tratamento químico e ionização.
 - Disposição e destinação final: consiste na disposição dos resíduos sólidos em locais apropriados e preparados para esse fim. Geralmente os resíduos são dispostos em aterros sanitários ou industrial, valas sépticas e lixões, que devem ter licenciamento ambiental e critérios técnicos de construção e operação.

Os resíduos sólidos, por suas características peculiares, devem ser tratados por medidas especiais, desde sua origem até seu destino, sendo necessário um tratamento eficiente, para não causar implicações para as pessoas que o gerenciam.

MATERIAL E MÉTODOS

Segundo Del Bianco (2016), podemos classificar a metodologia quanto à abordagem, sendo:



“Pesquisa qualitativa é a pesquisa que não se preocupa com representatividade numérica, mas com o aprofundamento da compreensão sobre um grupo social, de uma organização, um conjunto de empresas etc. Busca explicar o porquê das coisas, mas sem quantificar valores e trocas simbólicas, nem submete fatos à prova. Está concentrada na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais. Pesquisa quantitativa diferentemente da pesquisa qualitativa, os resultados da quantitativa podem ser quantificados. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com ajuda de instrumentos padronizados e neutros. Enfatiza a objetividade na coleta e análise dos dados. Permite a mensuração estatística de opiniões, reações, hábitos e atitudes em um universo, por meio de uma amostra estatística que seja representativa de grande parcela da população. Os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa”.

O estudo foi realizado através de uma abordagem qualitativa e quantitativa, com característica descritiva e aplicada, verificando como o município gerencia seus resíduos sólidos dos serviços de saúde.

Segundo Gil (2002), as pesquisas descritivas têm como finalidade principal a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas aparece na utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados.

ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada na Unidade de Pronto Atendimento (UPA 24HS) da Secretaria Municipal de Saúde: Lázaro Alberto de Moraes, localizada na Rua Rui Barbosa Qd. D, Lts. 08,09,10 e 11, Vila Caiçara, Inhumas-GO (Figura 2), cujas coordenadas geográficas são Latitude: 16° 21' 47.60”S e Longitude: 49° 29' 46.93”W.

Figura 2 – Localização do empreendimento público - UPA 24 HS.



Fonte: Google Maps, 2020.

COLETA E ANÁLISE DE DADOS


A coleta dos dados foi realizada primeiramente junto a Secretaria Municipal de Saúde de Inhumas – GO, onde foram solicitados os documentos pertinentes para avaliação do ano anterior (2019), bem como o acompanhamento das ações que são realizadas atualmente. Além disso, todos os procedimentos realizados dentro da unidade foram avaliados de acordo com o previsto em legislação pertinente.

O quantitativo de resíduos gerados mensalmente foi captado junto a empresa terceirizada que realiza a coleta quinzenalmente na unidade e foi verificado o destino dado aos resíduos.

Após o levantamento destas informações, elas foram analisadas, separadas de acordo com a área de relevância e compiladas de forma que sua verificação está apresentada em gráficos. Já os dados qualitativos foram comparados com as leis citadas no referencial teórico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O plano de gerenciamento de resíduos de serviço de saúde envolve o planejamento e gestão dos resíduos gerados em uma organização. Ele abrange ações técnicas e operacionais do sistema de acondicionamento, coleta, tratamento e destinação final dos resíduos de um dado contexto, com objetivo de minimizar os impactos por eles gerados, buscando reduzir, reciclar,



reutilizar e destinar adequadamente todos os resíduos gerados nas atividades, procurando sempre a proteção do meio ambiente.

A segregação dos resíduos é realizada no momento e local de sua geração de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, o seu estado físico e os riscos envolvidos. O acondicionamento é feito em sacos ou recipientes adequados que evitam vazamentos e resistam às ações de punctura e ruptura. A capacidade dos recipientes de acondicionamento deve ser compatível com a geração diária de cada tipo de resíduo.

A identificação do recipiente de acondicionamento deve estar de forma clara, permitindo o reconhecimento dos resíduos contidos nos sacos e recipientes, fornecendo informações ao correto manejo dos resíduos de serviços de saúde.

A coleta interna dos resíduos dos pontos de geração é realizada de acordo com volume gerado, sendo em sua maioria recolhidos ao final do expediente e destinado ao armazenamento temporário. Na unidade contemplada por este estudo, são produzidos em média 640,00 kg/mês de resíduos de serviço de saúde, 1.070,00 Kg/mês de resíduos comuns e 25,00 Kg/ano de produtos e medicamentos vencidos.

Os RSS da unidade são identificados de acordo com a RDC 222/2018 (ANVISA/2018) como infectantes, resíduos químicos, resíduos perfurocortantes e resíduos comuns. Os resíduos sólidos da classe I são identificados como perigosos de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004).

Os resíduos sólidos comuns e de serviço de saúde que são gerados na unidade UPA Inhumas estão representados no Quadro 1. Foram analisados e comparados os resíduos sólidos produzidos no ano de 2019 (12 meses) e no ano de 2020 (8 meses), conforme dados fornecidos pela unidade de saúde em questão. Os símbolos de acordo com a classificação dos resíduos estão no anexo II da RDC 222 de 2018 (ANVISA/2018).

Quadro 1 – Caracterização dos resíduos que são gerados na UPA/2019 e 2020.

Natureza do resíduo (sólido, líquido, gasoso, pastoso)	Descrição do resíduo	Quantidade de resíduo gerado			
	Resíduo	Classificação dos resíduos conforme RDC Anvisa 222/2018 e Conama 358/2005	Origem do resíduo	Quantidade Kg/mês Unidade/mês 2019	Quantidade Kg/mês Unidade/mês 2020
Sólido	Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre. São eles: gases, algodão, luvas, ataduras, equipo, compressas, tubo de coleta de sangue, sangue coagulado, coletores de urina, lâminas de laboratório, esparadrapo, lençol descartável e seringas	A1	Atendimento a pacientes	405,00 kg/mês	422,00 kg/mês
Sólido	Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre. São eles: gases, jalecos descartáveis, lençol descartável, algodão, frascos de soro, luvas, ataduras e esparadrapo	A4	Atendimento a pacientes	200,00 kg/mês	207,00 kg/mês
Sólido	Medicamentos primeiros socorros, pomadas, anestésicos	B	Atendimento a pacientes e armazenamento de medicamentos	25,00 kg/mês	24,00 kg/mês
Sólido	Papel toalha, papel, embalagens de seringas, máscaras faciais, embalagens de campo cirúrgico e toucas	D	Atendimento a pacientes	150,00 kg/mês	148,00 kg/mês
Sólido	Papel toalha, papel, restos de alimentos, copos descartável	D	Cozinha, copa e enfermarias	600,00 kg/mês	594,00 kg/mês
Sólido	Papel toalha, papel, papel higiênico, absorventes higiênicos	D	Banheiro	300,00 kg/mês	297,00 kg/mês
Sólido	Embalagens de produtos de limpeza	D	Limpeza	20 unidades/mês	19 unidades/mês
Sólido	Papel	D	Recepção, administração, sala de regulação, posto de enfermagem e consultórios	20,00 kg/mês	21,00 kg/mês

Sólido	Agulhas, ampolas de vidro, escalpes, gelco, fios de sutura e laminas	E	Atendimento a pacientes	30,00 kg/mês	31,00 kg/mês
--------	--	---	-------------------------	--------------	--------------

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Inhumas – GO, 2020.

Os resíduos da UPA estão sendo segregados conforme a classificação da RDC 222/2018 (ANVISA/2018) e NBR 10.004 (ABNT, 2004) A, B, D e E em classe I, evitando a contaminação de pessoas, animais e meio ambiente. Os resíduos passíveis de reciclagem da classe D são separados dos demais classe D.

Os resíduos têm acondicionamento interno e externo de forma adequada. Os resíduos considerados classe A1 e A4 são acondicionados em lixeiras plásticas revestidas com sacos branco leitoso identificado (Figura 3a). Os resíduos classe E são depositados em caixas descartpack amarela (Figura 3b). Os resíduos da classe B são acondicionados em caixas de papelão identificada como resíduo químico. Os resíduos classe D estão sendo acondicionados em lixeiras plásticas revestidas por sacos plásticos pretos. Os recicláveis ficam em lixeiras separadas revestidas por sacos na cor preta. As lixeiras utilizadas nos ambientes estão identificadas como resíduos infectante e resíduos comuns.

Figura 3 – Armazenamento dos resíduos de saúde- UPA 24 HS:
a) Lixeiras plásticas, b) Caixas descartpack amarela



a)

b)

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Inhumas – GO, 2020.

Conforme RDC 222/2018 (ANVISA,2018), o armazenamento temporário dos resíduos de serviço de saúde é realizado em sala de abrigo temporário (Figura 4), ou sala de utilidades ou expurgo, em lixeiras e identificados conforme sua natureza. Os resíduos da classe B são acondicionados em caixas de papelão identificada como resíduo químico e posteriormente colocados no saco branco leitoso identificado e encaminhado para abrigo. Os resíduos classe E, ficam armazenados nas caixas descartpack, até atingir o volume ideal para descarte.

Os resíduos comuns ficam nas lixeiras próprias em cada ambiente e no horário da coleta pública são dispostos nas lixeiras externas, sendo recolhido diariamente. Os recicláveis também estão sendo armazenados juntamente com lixo comum, para encaminhamento adequado.

No abrigo de armazenamento ficam temporariamente os recipientes contendo os resíduos já acondicionados, onde são armazenados até a destinação final. O local de armazenamento possui cor clara, com as placas de identificação: Lixo Infectante e Lixo Comum. O abrigo é provido de sistema de vedação, além de existir um programa de higienização diária e dedetização semestral, para evitar a presença de insetos e roedores.

Figura 4 – Abrigo de armazenamento dos resíduos de saúde - UPA 24 HS.



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Inhumas – GO, 2020.

Ainda segundo a RDC 222/2018 (ANVISA,2018), em seu artigo 29, traz que o abrigo temporário de RSS deve: ser provido de pisos e paredes revestidos de material resistente, lavável e impermeável; possuir ponto de iluminação artificial e de água, tomada elétrica alta e ralo sifonado com tampa; quando provido de área de ventilação, esta deve ser dotada de tela de proteção contra roedores e vetores; ter porta de largura compatível com as dimensões dos coletores; e estar identificado como "ABRIGO TEMPORÁRIO DE RESÍDUOS" (Figura 5). De acordo com visita realizada na unidade foi constatado que não há identificação de abrigo temporário no local, além de não possui ralos para captação e escoamento de águas residuais da lavagem do local.

O artigo 35 da mesma RDC, acrescenta e reforça que o abrigo externo deve: permitir fácil acesso às operações do transporte interno; aos veículos de coleta externa; ser dimensionado com capacidade de armazenagem mínima equivalente à ausência de uma coleta regular, obedecendo à frequência de coleta de cada grupo de RSS; além dos itens já mencionados no

parágrafo anterior. Ser identificado conforme os Grupos de RSS armazenados; ser de acesso restrito às pessoas envolvidas no manejo de RSS; possuir porta com abertura para fora, possuir canaletas para o escoamento dos efluentes de lavagem, direcionadas para a rede de esgoto, com ralo sifonado com tampa; possuir área coberta para pesagem dos RSS, quando couber; possuir área coberta, com ponto de saída de água, para higienização e limpeza dos coletores utilizados. A pesagem dos resíduos gerados fica a cargo da empresa terceirizada e é acompanhada por um colaborador da unidade, que não possui balança específica para este fim.

Figura 5 – Área interna do abrigo de armazenamento - UPA 24 HS.



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Inhumas – GO, 2020.

O Quadro 2 apresenta o acondicionamento e armazenamento dos resíduos que são gerados na unidade:

Quadro 2 – Acondicionamento e armazenamento dos resíduos gerados na UPA/2019.

Descrição do resíduo		Local de geração	Acondicionamento	Armazenamento temporário
Classificação dos resíduos conforme RDC Anvisa 222/2018 e Conama 358/2005	Resíduos			

A1	Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre. São eles: gazes, algodão, luvas, ataduras, equipo, compressas, tubo de coleta de sangue, sangue coagulado, coletores de urina, lâminas de laboratório, esparadrapo, lençol descartável e seringas	Consultórios médico, sala de nebulização, sala de sutura, sala de medicamentos, sala vermelha, laboratório, sala de coleta de sangue e enfermarias	Lixeiras identificadas com tampa acionada por pedal, revestida com saco branco leitoso com símbolo	Lixeira plástica identificada revestida com saco branco leitoso com símbolo. Deverá ficar em ambientes específicos conforme estabelece RDC 222/2018
A4	Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre. São eles: gazes, jalecos descartáveis, lençol descartável, algodão, frascos de soro, luvas, ataduras e esparadrapo	Consultório médico, sala de nebulização, sala de sutura, sala de medicamentos, sala vermelha, laboratório, sala de coleta de sangue e enfermarias	Lixeiras identificadas com tampa acionada por pedal, revestida com saco branco leitoso com símbolo	Lixeira plástica identificada revestida com saco branco leitoso com símbolo. Deverá ficar em ambientes específicos conforme estabelece RDC 222/2018
B	Medicamentos primeiros socorros, pomadas, anestésicos	Sala de nebulização e farmácia	Caixas de papelão identificada como resíduo químico	Caixa de papelão identificada como resíduo químico inserida dentro do saco branco leitoso. Deverá ficar em ambientes específicos conforme estabelece RDC 222/2018
D	Papel toalha, papel, embalagens de seringas, máscaras faciais, embalagens de campo cirúrgico e toucas	Sala de nebulização, sala de medicamentos, posto de enfermagem, sala vermelha e sala de coleta de sangue	Lixeiras identificadas com tampa acionada por pedal, revestida com saco na cor preta	Lixeira plástica identificada como resíduo comum revestido com saco cor preta. Estes são recolhidos diariamente
D	Papel toalha, papel, restos de alimentos, copos descartáveis	Cozinha e copa	Lixeiras identificadas com tampa acionada por pedal, revestida com saco na cor preta	Lixeira plástica identificada como resíduo comum revestido com saco cor preta. Estes são recolhidos diariamente
D	Papel toalha, papel, papel higiênico, absorventes higiênicos	Banheiro	Lixeiras identificadas com tampa acionada por pedal, revestida com saco na cor preta	Lixeira plástica identificada como resíduo comum revestido com saco cor preta. Estes são recolhidos diariamente

D	Embalagens de produtos de limpeza	Limpeza	Lixeiras identificadas com tampa acionada por pedal, revestida com saco na cor preta	Lixeira plástica identificada como resíduo comum revestido com saco cor preta. Estes são recolhidos diariamente
D	Papel	Recepção, posto de enfermagem, administração, sala de regulação de vagas, consultórios médicos	Lixeiras identificadas com tampa acionada por pedal, revestida com saco na cor preta	Lixeira plástica identificada como resíduo comum revestido com saco cor preta. Estes são recolhidos diariamente
E	Agulhas, ampolas de vidro, escalpes, gelco, fios de sutura e lâminas	Sala de nebulização, sala de sutura, sala de medicamentos, sala vermelha, laboratório, sala de coleta de sangue e enfermarias	Caixa descartack cor amarela	Caixa descartack amarela. Deverá ficar em ambientes específicos conforme estabelece RDC 222/2018

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Inhumas – GO, 2020.

A coleta interna diariamente de todas as classes de resíduos é realizada pelos funcionários da limpeza. A coleta e transporte externos consistem na remoção dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) do local de armazenamento temporário até a unidade de tratamento e disposição. Esse procedimento é realizado por uma empresa terceirizada e contratada pelo município, quinzenalmente.

A empresa terceirizada é cadastrada na ANVISA e utiliza um sistema de tratamento que altera as características físicas, físico-químicas, químicas ou biológicas dos resíduos, visando à minimização do risco à saúde pública, a preservação da qualidade do meio ambiente, a segurança e a saúde do trabalhador. Os resíduos do grupo A1, A4 e E são destinados à incineração.

A empresa contratada está instalada em Aparecida de Goiânia – GO, é licenciada pelo órgão ambiental competente para exercer tal atividade, sendo operado pelo município e fiscalizado por órgãos ambientais (Figura 6). Os resíduos do grupo D (comum) são coletados pelo serviço de coleta do Município destinado a aterro sanitário local.

Figura 6 – Empresa coletora dos resíduos de saúde no município.



Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Inhumas – GO, 2020.

Os medicamentos classe B de uso controlado vencidos são enviados para a ANVISA. A Secretaria Municipal de Saúde visando o meio ambiente e melhor destinação, recebe da população os medicamentos vencidos nas residências, evitando assim que sejam descartados como resíduos comuns sendo destinados ao aterro sanitário do município. O tratamento e destinação final dos resíduos por classe estão demonstrados no Quadro 3. Os resíduos passíveis de reciclagem como papel e embalagens de produto de limpeza considerados como não perigosos, são doados para empresas que fazem a reciclagem.

Quadro 3 – Tratamento e disposição final dos resíduos gerados na UPA/2019.

Descrição do resíduo		Tratamento / Destinação Final	
		Método	Método
Classificação dos resíduos conforme RDC Anvisa 222/2018 e Conama 358/ 2005	Resíduos		
A1	Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre. São eles: gazes, algodão, luvas, ataduras, equipo, compressas, tubo de coleta de sangue, sangue coagulado, coletores de urina, lâminas de laboratório, esparadrapo, lençol descartável e seringas	Incineração	Resíduo Zero Ambiental S.A.
A4	Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre. São eles: gazes, jalecos descartáveis, lençol descartável, algodão, frascos de soro, luvas, ataduras e esparadrapo	Incineração	Resíduo Zero Ambiental S.A.

B	Medicamentos primeiros socorros, pomadas, anestésicos	Incineração	Resíduo Zero Ambiental S.A. ou ANVISA
D	Papel toalha, papel, embalagens de seringas, máscaras faciais, embalagens de campo cirúrgico e toucas	Coleta pública	Aterro sanitário Municipal
D	Papel toalha, papel, restos de alimentos, copos descartáveis	Coleta pública	Aterro sanitário Municipal
D	Papel toalha, papel, papel higiênico, absorventes higiênicos	Coleta pública	Aterro sanitário Municipal
D	Embalagens de produtos de limpeza	Coleta pública	Aterro sanitário Municipal
D	Papel	Coleta pública	Aterro sanitário Municipal
E	Agulhas, ampolas de vidro, escalpes, gelco, fios de sutura e lâminas	Incineração	Resíduo Zero Ambiental S.A.

Fonte: Secretaria Municipal de Saúde de Inhumas – GO, 2020.

CONCLUSÃO

O gerenciamento dos resíduos de saúde constitui-se de uma importante ferramenta de gestão para que o processo de segregação, manejo, acondicionamento e todas as outras etapas envolvidas para que o descarte final aconteça de maneira correta. Sabe-se que os serviços de saúde geram quantidades enormes de resíduos diariamente e de vários tipos. Esses resíduos são classificados em grupos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) a fim de tornar aplicável o Regulamento Técnico para descarte dos resíduos dos serviços de saúde.

Quando se trata de resíduos provenientes de serviços de saúde, não se pode esquecer do risco de contaminação de solo, água, animais, plantas e principalmente de outras pessoas que podem adquirir doenças em contato com eles.

A unidade de saúde analisada neste trabalho, UPA – Lázaro Alberto de Moraes em Inhumas – GO, administrada totalmente pelo município, vem seguindo de forma muito adequada as legislações vigentes sobre o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. As principais ações e preocupações da gestão torna a unidade um modelo referencial de manejo dos resíduos hospitalares que pode ser seguido em outros serviços públicos de saúde.

Os entraves para que esse processo ocorra incorretamente são inúmeros e vão desde a falta de orientação dos profissionais de saúde, até falta de insumos para o descarte correto ou mesmo destino impróprio após o resíduo deixar a unidade geradora. Essa questão é grave e

envolve uma rede de profissionais que fazem parte desta engrenagem, facilitando que erros aconteçam e fragilizando o processo.

O gerenciamento dos resíduos de saúde é um desafio para os profissionais da saúde e gestores. No entanto, é também um assunto de responsabilidade e mudança de atitude de toda a população, uma vez que ainda não há uma solução eficiente para acabar ou diminuir a quantidade desses resíduos, até porque a maior deles parte é imprópria para reuso e outros fins. A estratégia é investir em educação, orientação e incitar a responsabilidade de toda a população para que se tenha um cenário mais promissor para o descarte de resíduos.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Brasil. **NBR 10004/2004 - Resíduos Sólidos – Classificação.** Disponível em: http://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/normas/ABNT_NBR_n_10004_2004.pdf. Acesso em: 19/03/2020.

ALENCAR, Bertrand S. **Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos: Uma abordagem estratégica e socioambiental.** Bainema/2009. Disponível em: https://issuu.com/pauladeaquino/docs/livro_gerenciamento_de_res_duos_s_. Acesso em: 06/05/2020.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde.** Editora Anvisa. Brasília 2006. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/manuais/manual_gerenciamento_residuos.pdf. Acesso em: 02/03/2020.


ANVISA. **Resolução RDC nº 222/2018.** Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/legislacao#/visualizar/371442>. Acesso em: 06/05/2020.

ANVISA. **Resolução RDC nº 306/2004.** Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0306_07_12_2004.pdf/95eac678-d441-4033-a5ab-f0276d56aaa6. Acesso em: 19/03/2020.

BRASIL. **Gerência de rejeitos radioativos de baixo e médio níveis de radiação (Resolução CNEN nº 167/2014).** Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm801.pdf>. Acesso em: 02/08/2020.

BRASIL. Norma Regulamentadora. **NR 32 - Segurança e Saúde no Trabalho em Serviços de Saúde, 2005.**

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010).** http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 02/03/2020.



BRITO, Aline. **Descarte de material hospitalar: você faz da maneira correta?** Disponível em: <<https://www.sanarmed.com/descarte-de-material-hospitalar-voce-faz-da-maneira-correta-colunistas>>. Acesso em: 15/09/2020.

CONAMA. **Resolução nº 358/2005.** Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=462>. Acesso em: 06/05/2020.

DEL BIANCO, Nélia. R. **Métodos e Técnicas de Pesquisa.** 1ª Edição. Goiânia. NUTEC - Núcleo de Tecnologia em Educação a Distância, 2016.

GIL, Antônio C. **Como Elaborar Projeto de Pesquisa.** 4ª Edição. São Paulo: Atlas, 2002.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE. Inhumas – GO. Dados coletados em: 20/09/2020.

CAPÍTULO 4

A COPARTICIPAÇÃO DA SOCIEDADE NA GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS: UM ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE SENADOR CANEDO – GO

Érica Correia da Silva, Engenheira Ambiental

Cristina de Fátima Mattos Antunes, Docente e Pesquisadora do curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Araguaia

Thais Borini de Castro, Docente e Pesquisadora do curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Araguaia

Milton Gonçalves da Silva Junior, Docente e Pesquisador do curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário Araguaia

RESUMO

O manejo dos resíduos sólidos domésticos tem se tornado um desafio para a sociedade, pois sua produção tem crescido substancialmente aliada aos padrões de consumo. Com o surgimento da Lei nº 12.305/2010, que estabelece diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, esse desafio tornou-se mais atingível. Considerando esses aspectos, o objetivo deste estudo foi avaliar o nível de coparticipação da sociedade na Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Domésticos em Senador Canedo, Goiás, através de pesquisas que abordaram questões sobre os processos básicos de manejo e gerenciamento de resíduos. Para tal, foram realizadas pesquisas bibliográficas, com intuito de conhecer os projetos ambientais existentes na cidade e obter embasamento teórico sobre a temática geral deste estudo, além de pesquisas de campo em dois bairros do município, onde pessoas foram entrevistadas acerca de seus conhecimentos sobre gerenciamento de resíduos e suas práticas ambientais. A seleção do público foi realizada de forma aleatória e os resultados obtidos mostraram que houve homogeneidade em relação ao perfil dos entrevistados, alcançaram-se os gêneros masculino e feminino, e todos os níveis de escolaridade e idades propostos no questionário. Tratando-se do nível de conhecimento dos entrevistados sobre os conceitos ambientais expostos, verificou-se que 49,6% do total souberam responder às perguntas e 50,4% não souberam. As pessoas que souberam responder pertencem ao grupo que frequenta ou concluiu ensino médio e/ou superior. Portanto, pressupõe-se que o acesso à informação e abordagem dos temas esteja mais presente no dia a dia desses grupos. Nas questões relativas às práticas de manejo e gerenciamento adequado dos resíduos domésticos, a média de respostas para atitudes ambientalmente adequadas foi de 32,7% e a média de respostas para atitudes desfavoráveis ao meio ambiente foi de 67,3%. O estudo permitiu perceber que o principal problema que impede as pessoas de serem atuantes no gerenciamento dos resíduos domésticos é a falta de informação e consciência em relação aos benefícios e malefícios que o manejo dos resíduos causa ao meio ambiente e à saúde pública. A falta de atitude e interesse das pessoas também influencia, sendo assim, é preciso mantê-las informadas e motivadas para que ajam de forma consciente, pensando nas gerações futuras. Foi constatado que a cidade em questão desenvolve alguns projetos ambientais, porém, o desafio observado está em integrar a sociedade, tornando-a participante do processo de gestão de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: manejo; resíduos domiciliares; educação ambiental.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios para a sociedade desde a antiguidade até os dias de hoje, quando se pensa na relação entre meio ambiente e saúde pública, é o manejo adequado dos resíduos sólidos urbanos. Santos (2016, p. 7) afirma que “a sociedade moderna enfrenta hoje dois dos maiores desafios já vividos pela humanidade: a geração excessiva dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente segura dos mesmos”.


A Lei nº 12.305, de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), traz o conceito de gestão integrada de resíduos sólidos como sendo o conjunto de atividades relacionadas à busca de soluções para o gerenciamento dos materiais subprodutos das atividades humanas, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, visando o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010). A população tem um papel de suma importância na participação do manejo de resíduos domésticos (ARAÚJO et al., 2020), visto que a geração desse tipo de resíduo é excessiva e constante.

Resíduos são produzidos nas mais simples atividades diárias. De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2020), a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil atingiu cerca de 79,1 milhões de toneladas em 2019 e em comparação ao ano de 2010 apresentou um crescimento de 18,6%, enquanto a geração per capita de resíduos sólidos urbanos apresentou aumento de 8,9% no mesmo período.

Um dos principais agentes responsáveis por impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública, atualmente, está relacionado à crescente produção e má disposição dos resíduos sólidos domésticos, que pode acarretar na poluição do solo, das águas e do ar. Conforme Juliatto, Calvo e Cardoso (2011, p. 171), a “geração per capita de resíduos está diretamente relacionada ao consumo exagerado, rápido crescimento populacional e seu adensamento espacial”. Essas colocações permitem concluir que a sociedade é a peça principal para que, de fato, haja melhor gerenciamento do ciclo de vida dos resíduos domésticos.

Ao buscar informações acerca de como o manejo dos resíduos domésticos vem sendo realizado no decorrer dos anos, é possível observar que séculos atrás, mesmo não havendo preocupação ambiental, a sociedade praticava métodos para destinação final dos resíduos que eram produzidos com o objetivo de preservar seu bem-estar.

Eigenheer (2009, p. 17) comenta que “apesar de sua importância, na antiguidade, o lixo não era um tema bem visto e toda a execução e a administração do trabalho de gerir o lixo



urbano estava diretamente vinculado à sociedade”. Portanto, o assunto não era considerado um problema social e ambiental que necessitava de atenção e importância da parte dos representantes públicos.

Atualmente, o tema vem sendo mais discutido pelo mundo. Os países têm desenvolvido tecnologias que determinam formas mais adequadas de lidar com esses materiais. Além disso, leis que estabelecem normas e diretrizes pensando no bem estar ambiental foram desenvolvidas nas últimas décadas. No Brasil, a instituição da PNRS pela Lei nº 12.305/2010 foi considerada um avanço significativo, visto que a respectiva normativa aborda não só as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, mas também define as responsabilidades dos geradores de resíduos e do poder público (BRASIL, 2010).

De acordo com a Lei nº 12.305/2010, a gestão de resíduos sólidos deve ser compartilhada. As responsabilidades foram divididas entre poder público, iniciativa privada e os consumidores, conforme o artigo 30:

É instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, a ser implantada de forma individualizada e encadeada, abrangendo os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, os consumidores e os titulares de serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

A PNRS surge como uma oportunidade de desenvolver mudanças na conduta da sociedade em relação ao manejo dos resíduos sólidos gerados no país. De acordo com Severo, Matos e Moschin (2020), esta Lei permite avanços significativos no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos. Costa (2021) afirma que a determinação legal prevista na PNRS sobre o envolvimento de toda a sociedade que, basicamente, visa mudança cultural, orientada à redução e reaproveitamento de resíduos, a seguir as regras estabelecidas sobre coleta seletiva e cuidado adequado dos resíduos para o seu reaproveitamento, destinação ou disposição final, ampliará o ciclo da adequação nacional ao desenvolvimento sustentável. O envolvimento e a conscientização social configuram-se como duas das principais ferramentas para que seja possível alcançar o objetivo de tornar o país mais sustentável.

Dessa forma, considerando os problemas ambientais e sociais que o manejo inadequado de resíduos pode acarretar, o presente trabalho tem como objetivo geral avaliar o nível de coparticipação da sociedade na Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Domésticos em Senador Canedo, Goiás.

Como objetivos específicos, pretende-se compartilhar conceitos e informações relevantes ao tema; conscientizar a população e contribuir com a educação ambiental;

identificar o nível de conhecimento das pessoas do município acerca do correto gerenciamento de resíduos; expor sugestões que possam contribuir para a participação da população nas questões relacionadas ao manejo e gerenciamento adequado dos resíduos domésticos.

METODOLOGIA

A metodologia de desenvolvimento deste estudo iniciou-se por uma revisão bibliográfica, com pesquisas em artigos científicos, monografias, livros, leis, planos de gerenciamento de resíduos e notícias em sites, cujo objetivo foi obter embasamento teórico, maior conhecimento em relação ao tema abordado, ciência da existência de programas e projetos ambientais na área de estudo e desenvolvimento do senso crítico para que as sugestões de melhorias que se pretende expor ao final do estudo, diante dos possíveis problemas encontrados, sejam mais coerentes e relevantes.

De acordo com Gil (2021), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos, o autor acrescenta que a principal vantagem da pesquisa bibliográfica está no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. O Quadro 1 apresenta os aspectos utilizados para desenvolvimento da pesquisa bibliográfica.

Quadro 1: Levantamento Bibliográfico

Palavra-chave Pesquisada	Base de Dados	Critério de Escolha	Material Pesquisado	Nº de Itens Pesquisados
Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos x Sociedade	Scielo	Relevância do tema	Artigo Científico	27
Resíduos Sólidos e Saúde Pública	Google Acadêmico	Relevância do tema	Artigo Científico	
Resíduos Sólidos Urbanos	Google	Relevância do tema	Sites	4
Lixo Urbano/ Gestão de Resíduos Sólidos.	Google	Relevância do tema	Livros	6
PNRS, PNEA, CF, PNSB	Google	Relevância do tema	Lei	4

Significado das Abreviaturas: PNRS: Política Nacional de Resíduos Sólidos. PNEA: Política Nacional de Educação Ambiental. CF: Constituição Federal. PNSB: Política Nacional de Saneamento Básico.

Fonte: Autoria própria (2019)

Em relação ao quadro apresentado, destaca-se que não foi utilizado todo o material nele contido, o mesmo expõe o método de pesquisa e a quantidade de material consultado, mas o número de autores citados ao longo do texto foi em menor quantidade.

Além da pesquisa bibliográfica, foi utilizada a metodologia quantitativa aplicada por meio de pesquisas em campo. Boa parte das informações consultadas no levantamento

bibliográfico contribuiu para a apresentação de informações nas entrevistas realizadas nesta etapa. Foram entrevistadas pessoas residentes de dois bairros do município de Senador Canedo, que está localizado na região metropolitana de Goiânia, no estado de Goiás. O município possui área territorial de 248,3 km² e população estimada em 118.451 pessoas, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2020). A cidade convive com um constante crescimento populacional. Entre 1991 e 2010, houve um crescimento de 253,24% (SENADOR CANEDO, 2021).

Senador Canedo conta com um aterro sanitário que promove destinação ambientalmente adequada aos resíduos sólidos da cidade. São produzidos diariamente cerca de 60 toneladas de resíduos sólidos e o município possui alguns projetos ambientais. Uma das ações é o “Projeto Recitroca”, que é realizado durante o período das férias escolares, onde materiais recicláveis são trocados por brinquedos, visando à conscientização da população e proporcionado o reaproveitamento de materiais que seriam descartados no lixo (SENADOR CANEDO, 2017). Há também o Plano Municipal de Coleta Seletiva, aprovado em agosto de 2018 (SENADOR CANEDO, 2018).

As entrevistas foram realizadas em três praças e na porta de dois estabelecimentos localizados nos bairros Jardim Todos os Santos e Conjunto Uirapuru. Esses dois bairros são próximos e bem centralizados, possuem parques e praças bastante frequentadas. O mapa de localização dos bairros pode ser observado na Figura 1. As pesquisas através de levantamento de dados caracterizam-se pela interrogação direta das pessoas acerca de determinado comportamento que se deseja conhecer, ocorrendo basicamente pela análise quantitativa dos dados coletados (GIL, 2021).

Figura 1: Área de Estudo

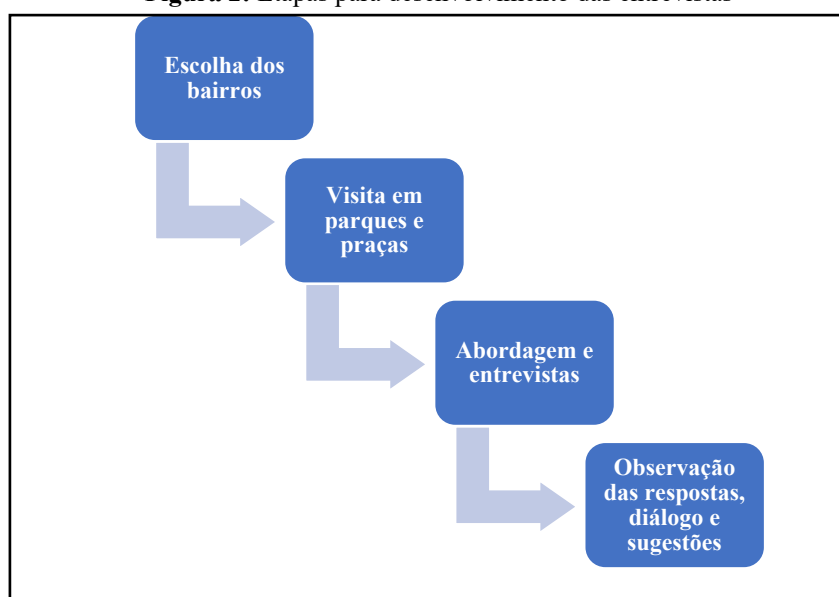


Fonte: Google Maps (2019)

As entrevistas foram realizadas em finais de semanas, dias onde há maior fluxo de pessoas nos locais estudados, entre os meses de janeiro e abril de 2019. As pessoas foram abordadas aleatoriamente e perguntadas sobre seu efetivo interesse em participar da pesquisa respondendo às questões. Cento e cinco (105) pessoas foram entrevistadas, 39 no setor Jardim Todos os Santos e 66 no Conjunto Uirapuru.

A Figura 2 apresenta um fluxograma das etapas que foram seguidas para realização das entrevistas. A ferramenta utilizada para a realização das pesquisas foi um questionário impresso (Figura 3), previamente elaborado com base em perguntas fechadas, de sim/não e de múltipla escolha.

Figura 2: Etapas para desenvolvimento das entrevistas



Fonte: Autoria própria (2019)

Figura 3: Questionário de pesquisa

LEVANTAMENTO DE DADOS: PARTICIPAÇÃO DA POPULAÇÃO NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS EM SENADOR CANEDO.

NOME: _____ IDADE: _____ GÊNERO: F () M ()

FORMAÇÃO ACADÊMICA: FUNDAMENTAL () MÉDIO () SUPERIOR ()

MARQUE O ITEM QUE INDICA SUA OPINIÃO/CONHECIMENTO:

1. Você sabe qual a diferença entre Lixo e Resíduo? SIM () NÃO ()

2. Você sabe o que significa gerenciamento de resíduos sólidos? SIM () NÃO ()

3. Quem você considera o responsável pelo cuidado com os resíduos sólidos domésticos?

Poder Público () População () Todos ()

4. Você considera importante a participação da população no gerenciamento dos resíduos sólidos domésticos? SIM () NÃO ()

5. Quais das práticas abaixo você costuma desenvolver em casa?

() Na cozinha, descarta restos de alimentos em lixeira separada dos demais resíduos.

() Separa resíduos recicláveis (papel, plástico, vidro, etc.) dos não recicláveis.

() Lava embalagens de plástico, vidro, alumínio, caixa de leite, etc., antes de jogar no lixo.

() Descarta medicamentos vencidos em postos de coleta adequados.

() Descarta pilhas e baterias em postos de coleta adequados.

() Descarta todos os resíduos juntos, no mesmo saco de lixo.

() Coloca algum tipo de identificação no saco de lixo, indicando se há objetos cortantes ou recicláveis.

() Descarta óleo de cozinha usado no ralo da pia.

() Armazena o óleo de cozinha usado e reutiliza na fabricação de sabão ou entrega em algum posto de coleta adequado.

() Envolva o vidro quebrado no papel antes de colocar no saco de lixo.

() Reutiliza recipientes de plásticos e vidro usados.

() Vende materiais recicláveis (papeis, plásticos, metais/sucata).

GOSTARIA DE RECEBER INFORMAÇÕES SOBRE MEIO AMBIENTE PELO WHATSAPP?

SIM () NÃO ()

WHATSAPP _____

Obrigado Pela Participação!

Fonte: Autoria própria (2019)

Após o preenchimento do questionário, houve um breve diálogo com cada entrevistado, cuja finalidade foi discutir suas respostas, transmitindo o máximo de informações possíveis. As pessoas que se apresentaram mais solícitas e com mais tempo disponível, foram questionadas quanto às suas respostas, com isso, suas dúvidas foram esclarecidas e informações foram compartilhadas. Aproveitando esse contato inicial, foi possível conhecer um pouco do comportamento dos entrevistados e os melhores argumentos foram utilizados como meio de propor conscientização ambiental a cada um.

Com o intuito de continuar compartilhando informações, colaborando de forma constante com a educação ambiental das pessoas entrevistadas, foi utilizada uma rede social (WhatsApp) para divulgar dicas sustentáveis e informações importantes sobre cuidados com o meio ambiente. Cada entrevistado indicou em seu questionário se tinha ou não interesse em receber semanalmente conteúdos e informações relativas aos cuidados com o meio ambiente.

As análises quantitativas que fundamentam este estudo foram feitas a partir da contagem de cada resposta obtida nos questionários e os resultados são apresentados na forma de gráficos e quadros no tópico a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PERFIL DOS ENTREVISTADOS

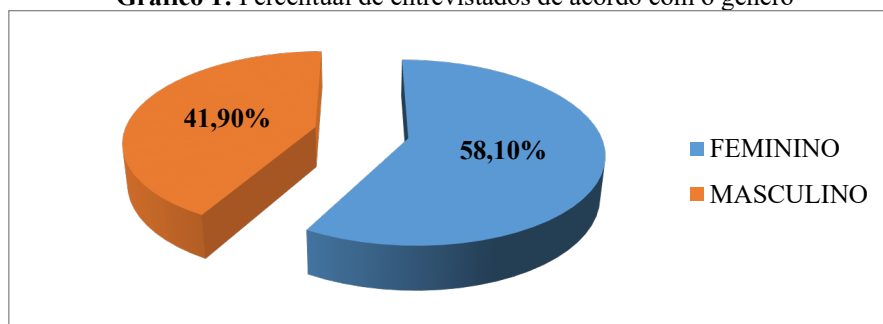
Em primeiro lugar, determinou-se o universo amostral pesquisado, sendo este subdividido de acordo com o gênero, formação acadêmica e idade dos entrevistados. Os resultados são apresentados em forma de gráficos, sendo considerado:

- O total de pessoas entrevistadas por gênero;
- A faixa etária, sendo esta dividida em três níveis: 12 a 19 anos, 20 a 39 anos e acima de 40 anos;
- O nível de escolaridade: ensino fundamental, médio e superior.

O Gráfico 1 apresenta a porcentagem de pessoas entrevistadas de acordo com o gênero, considerando todo o universo amostral pesquisado. Percebe-se que houve considerável proximidade no número de mulheres e homens entrevistados. Uma explicação para significativa semelhança relacionada ao gênero dos entrevistados pode ser sugerida em função da frequência de famílias e grupos de amigos aos parques e praças que se torna maior em fins de semanas.

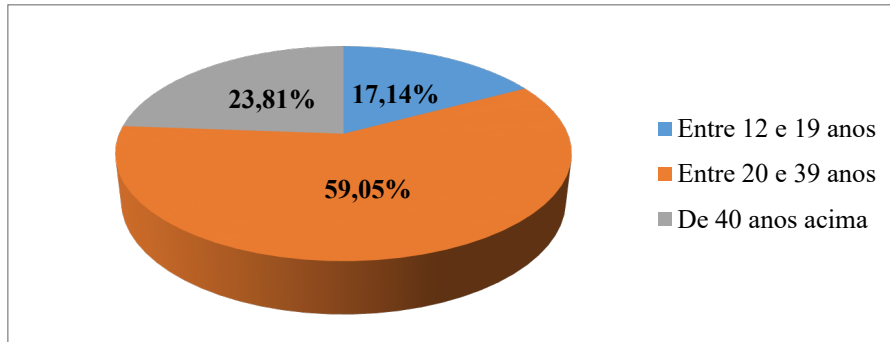
A seguir é apresentado o Gráfico 2, com os dados relativos à faixa etária dos entrevistados. Observa-se que a pesquisa atingiu, de forma significativa, diversas faixas etárias, o que atribui homogeneidade neste quesito.

Gráfico 1: Percentual de entrevistados de acordo com o gênero



Fonte: Autoria própria (2019)

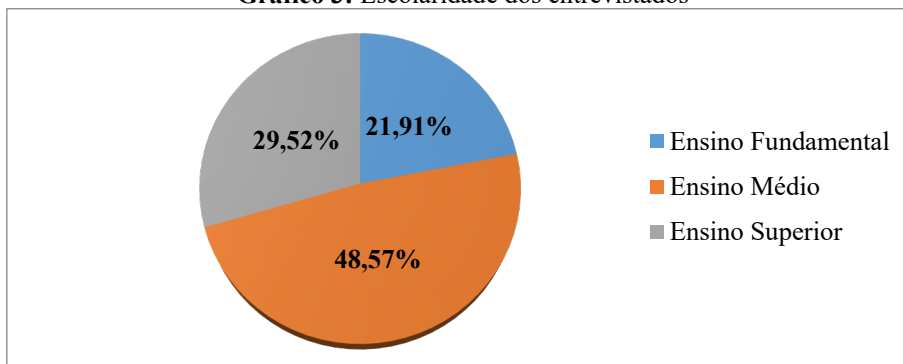
Gráfico 2: Faixa etária dos entrevistados



Fonte: Autoria própria (2019)

O Gráfico 3 evidencia a porcentagem de pessoas entrevistadas de acordo com o nível de escolaridade, considerando todo o universo amostral pesquisado.

Gráfico 3: Escolaridade dos entrevistados



Fonte: Autoria própria (2019)

Nota-se que esse quesito também apresenta homogeneidade no resultado, pois alcançou todos os níveis de escolaridade propostos no questionário, porém, o número de entrevistados que possuem nível médio dominou.

NÍVEL DE CONHECIMENTO E OPINIÃO DOS ENTREVISTADOS

Com intuito de conhecer o que os entrevistados sabem sobre determinados temas ambientais, foram realizadas quatro perguntas no início do questionário. O resultado pode ser observado nos Quadros 2 e 3.

Quadro 2: Conhecimento dos entrevistados sobre temas ambientais

Pergunta	Resposta	Total de Pessoas	Percentual (%)
1. Você sabe qual a diferença entre lixo e resíduo sólido?	Sim	51	48,57%
	Não	54	51,43%
2. Você sabe o que significa gerenciamento de resíduos sólidos?	Sim	53	50,48%
	Não	52	49,52%
Média de Respostas em relação ao conhecimento acerca das duas perguntas anteriores.	Sabem	49,60%	
	Não sabem	50,40%	


Fonte: Autoria própria (2019)

Quadro 3: Opinião dos entrevistados sobre temas ambientais

Pergunta	Resposta	Total de Pessoas	Percentual (%)
3. Quem você considera o responsável pelo cuidado com os resíduos sólidos domésticos?	Poder Público	09	8,57%
	População	14	13,33%
	Todos	82	78,10%
4. Você considera importante a participação da população no gerenciamento dos resíduos sólidos domésticos?	Sim	95	90,48%
	Não	10	9,52%

Fonte: Autoria própria (2019)

No que se refere à ciência da diferença entre lixo e resíduo e significado do termo gerenciamento de resíduos sólidos (Quadro 2), nota-se que as respostas positivas em relação às negativas foram bem próximas. Durante as análises, foi observado que as pessoas que responderam sim para essa pergunta pertenciam ao grupo de pessoas que frequentam ou concluíram ensino médio e/ou superior. Pressupõe-se, então, que o acesso à informação e abordagem dessa temática no dia a dia e em seus ambientes de estudo se fazem mais presentes.



Essa relação entre nível de escolaridade e conhecimento sobre meio ambiente/educação ambiental já foi percebida em outros estudos, como os realizados por Costa, Mafra e Ceccato (2017), Pereira et al. (2021) e Almeida et al. (2021).

O diálogo com parte considerável dos entrevistados permitiu outra observação em relação às questões do Quadro 2. As pessoas que responderam não ter conhecimento sobre o assunto se enquadram em duas perspectivas: algumas tinham noção, mas possuíam dúvidas sobre o tema e preferiram responder que não sabiam; e outras realmente não faziam ideia de que havia diferença entre lixo e resíduo, ou até mesmo da existência do termo “resíduo”, e ainda não faziam noção do que significava gerenciamento de resíduos. Os entrevistados se mostraram interessadas quando lhes foram passadas informações explicativas.

No que se refere à pergunta sobre quem é responsável pelo cuidado com os resíduos sólidos domésticos (Quadro 3), a maioria dos entrevistados respondeu que todos são responsáveis, isso inclui poder público e toda a população. Durante o diálogo com os entrevistados, foi perguntado o porquê de sua resposta, e mesmo que em palavras diferentes o contexto das respostas foi semelhante. Essas pessoas atribuíram o dever de coletar e destinar os resíduos adequadamente ao poder público e a responsabilidade de não jogar resíduos em qualquer lugar, à população.

Em relação às pessoas que responderam que a responsabilidade é apenas do poder público, pressupõe-se que elas pensaram isoladamente no fato de o poder público ser gestor das verbas públicas e que é seu dever cuidar dos resíduos da cidade. De mesmo modo, provavelmente as pessoas que responsabilizaram apenas a população pensaram no fato de que se é justamente a população que dispõe o resíduo inadequadamente, sendo eles os que sofrem com os danos provocados por tal ação, logo, são os únicos responsáveis por cuidar dos mesmos.

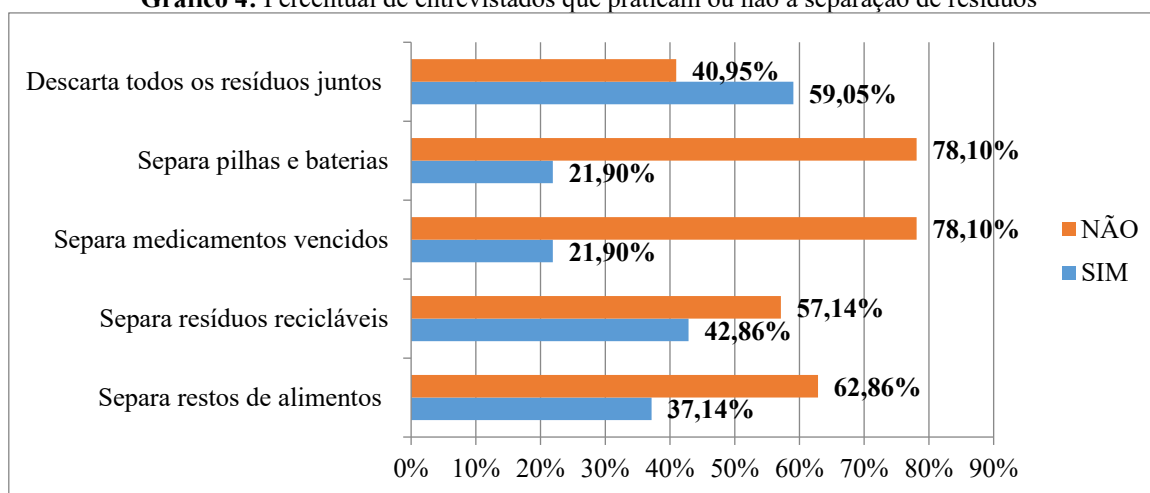
Sobre a pergunta 4 (Quadro 3), no que diz respeito à opinião dos entrevistados sobre a importância da participação da população no gerenciamento dos resíduos sólidos domésticos, nota-se que a maioria disse sim. O objetivo dessa pergunta foi perceber se as pessoas se importam a ponto de sentirem-se responsáveis pelo processo de gerenciamento dos resíduos domésticos, e o resultado foi positivo.

PRÁTICAS AMBIENTAIS

Para conhecer as práticas sustentáveis desenvolvidas pelos entrevistados em ações relativas ao manejo dos resíduos domiciliares, foram feitas 12 perguntas, cujos resultados são apresentados a seguir na forma de gráficos.

O Gráfico 4 contempla as respostas relativas à prática de separação de resíduos.


Gráfico 4: Percentual de entrevistados que praticam ou não a separação de resíduos



Fonte: Autoria própria (2019)

Observa-se que mais da metade dos entrevistados (59,05%) afirma descartar os resíduos sem nenhum tipo de separação, o que potencialmente reflete certa falta de consciência ambiental e conhecimento acerca dos benefícios dessa prática. Estudos como o de Peixoto (2019) corroboram com este resultado, visto que o autor, ao avaliar a percepção dos moradores atendidos pelo programa de coleta seletiva na cidade de Uberlândia, Minas Gerais, percebeu que embora a maioria dos moradores dos bairros atendidos pela coleta seletiva compreenda o que é o programa, muitas pessoas ainda não apresentam total adesão. O hábito de separar os resíduos ainda não é uma prática totalmente presente na realidade dos brasileiros.

Com relação à separação de resíduos recicláveis dos não recicláveis, 57,14% dos entrevistados afirmaram não realizar tal separação, conforme Gráfico 4. Boa parte das pessoas que responderam sim, afirmaram que gostam de separar os resíduos, pois há catadores que recolhem e comercializam. Do mesmo modo, os que responderam que não separam, alegaram ser um esforço inútil visto que a prefeitura não faz coleta seletiva na porta de suas casas. Neste momento, foi apresentada a informação de que existem containers para essa finalidade, e foi sugerido aos mesmos identificar o mais próximo, juntar os resíduos que forem recicláveis e descartar quando possível nesses locais, ressaltando que essa atitude faria grande diferença. Foi



citada ainda a existência do “Projeto Recitroca”, realizado pela prefeitura durante o período das férias escolares.

Tratando-se de resíduos de medicamentos e pilhas e baterias, o percentual de pessoas que fazem o descarte de frascos de remédios vazios e medicamentos vencidos em postos de coleta adequados é da ordem de 21,90% para sim e 78,10% para não, o mesmo resultado vale para o descarte de pilhas e baterias em locais apropriados.

Às pessoas que afirmaram separar os medicamentos vencidos (Gráfico 4), considerando aquelas com quem foi possível manter diálogo durante a entrevista, foi indagado onde fazem o descarte dos resíduos oriundos de medicação e as respostas foram variadas. Muitas disseram que entregam nas farmácias de Senador Canedo; alguns afirmaram conhecer farmácias que fazem o recolhimento e destinam de forma adequada, porém estão localizadas em Goiânia. Um dos entrevistados, afirmou que junta frascos e restos de medicamentos vencidos e entrega em uma indústria farmacêutica localizada em Goiânia. As pessoas que responderam não, de modo unânime justificaram sua atitude ao fato de não terem conhecimento de locais que possuam coletores adequados.

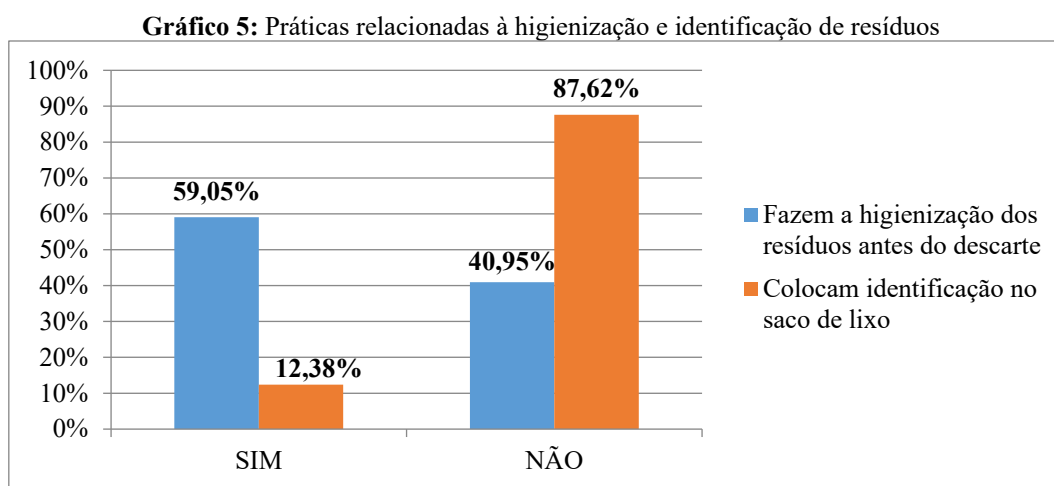
Durante os estudos para obtenção de informações sobre projetos ambientais na cidade, foi identificada uma farmácia em Senador Canedo que tem um projeto chamado “descarte inteligente”, cujo objetivo é receber de seus consumidores, e da população em geral, seus medicamentos vencidos e/ou inutilizados e dar destinação ambientalmente adequada. Os entrevistados foram informados sobre a existência desse projeto.

Tratando-se do descarte de pilhas e baterias em coletores específicos para essa finalidade, houve quem disse conhecer local de recolhimento adequado e quem disse descartar no lixo comum por não conhecer postos de coleta específicos.

Analisando esses dois itens, observou-se que o ato de descartar esses tipos de resíduos (medicamentos e eletrônicos) no lixo comum se deve à falta de conhecimento das pessoas acerca dos problemas ambientais e de saúde pública que tal atitude pode provocar e à falta de iniciativa de algumas pessoas em separar esses resíduos e procurar algum local onde possam descartar de forma ambientalmente correta. Aos que estavam abertos ao diálogo, foi explicado de forma breve os impactos que os resíduos de medicamentos e pilhas e baterias podem causar ao meio ambiente. Acredita-se que tendo ciência dessas informações, mudanças de atitude poderão surgir.

Ressalta-se que em pesquisa realizada por Costa, Mafra e Ceccato (2017), sobre o descarte de medicamentos e educação ambiental no município de Presidente Prudente, São Paulo, foi verificado que 96% dos entrevistados possuem medicamentos armazenados em suas residências e que 60,21% deles são descartados como lixo doméstico, refletindo a dificuldade de conscientização da população sobre esse tipo de material, conforme observado neste estudo para o município de Senador Canedo.

O Gráfico 5 evidencia o percentual de respostas dos entrevistados no que se refere ao ato de lavar embalagens de produtos, tais como caixa de leite, potes de vidro ou lata, por exemplo, antes de descartar no lixo, bem como ao ato de colocar identificação no saco de lixo, indicando se há objetos cortantes ou recicláveis.



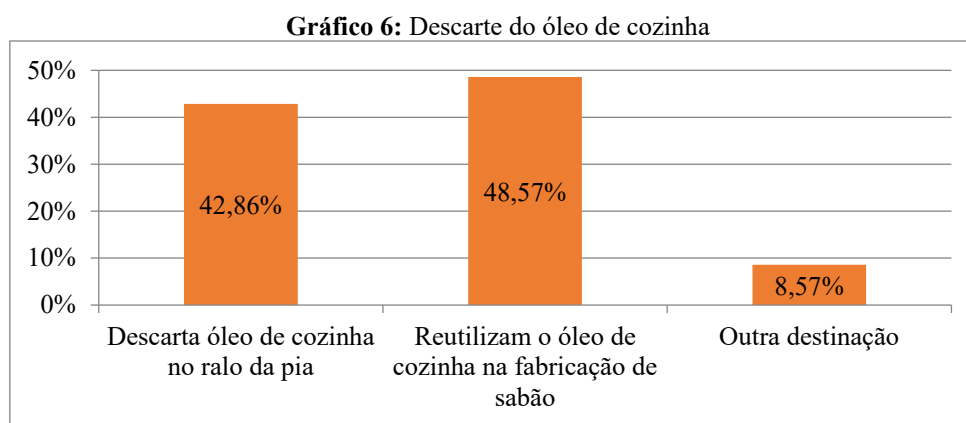
Fonte: Autoria própria (2019)

Os dados observados no Gráfico 5 mostram que houve proximidade no número de pessoas que fazem a higienização dos resíduos e das pessoas que não fazem. Acredita-se que o percentual de entrevistados que desenvolve esta prática, se refere às pessoas que fazem reciclagem de materiais ou algum tipo de separação de resíduos, entre os abordados na entrevista. Aos que não realizam tal prática foi enfatizada a importância da mesma. Foi esclarecido que esse ato facilita o processo de reciclagem, pois, devido ao período que as embalagens ficam acondicionadas até o momento de serem recicladas, se estiverem com restos do produto que armazenam, gera-se mau cheiro, proliferação de insetos e outros vetores, considerando ainda que podem contaminar os demais resíduos.

Tratando-se do número de entrevistados que colocam identificação no saco de lixo, o número foi consideravelmente pequeno em comparação aos que não colocam. A falta de consciência na importância da prática pode justificar tamanha diferença. Também foi enfatizada a importância da identificação dos sacos de lixo que contenham materiais recicláveis e

principalmente os que contenham objetos cortantes. No primeiro caso, é uma forma de ajudar as pessoas que trabalham com reciclagem de maneira informal e costumam recolher todo resíduo reciclável que encontram pelas ruas, no segundo caso é uma forma de preservar a integridade física dos profissionais da limpeza pública e dos profissionais informais.

Após a contabilização das respostas sobre o descarte de óleo de cozinha, observou-se que 45 pessoas (42,86% dos entrevistados) afirmaram descartar óleo usado no ralo da pia, 51 pessoas (48,57% dos entrevistados) disseram que armazenam o óleo e reutilizam na fabricação de sabão, ou entregam em local adequado e 09 pessoas (8,57% dos entrevistados) não responderam, portanto, considerou-se que é dada outra destinação ao óleo de cozinha, conforme o Gráfico 6.



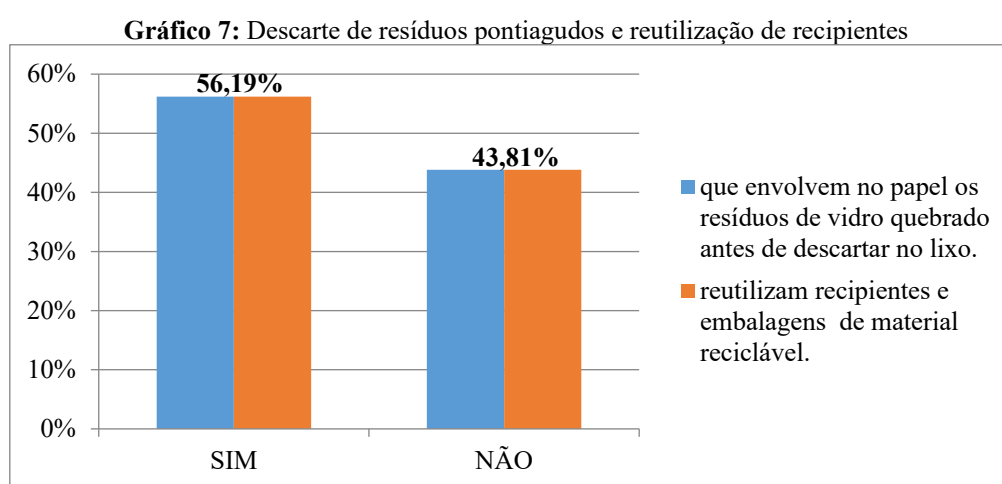
Fonte: Autoria própria (2019)

Observa-se que o percentual de pessoas que dão destinação adequada ao óleo usado é próximo ao percentual de entrevistados que descartam de forma ambientalmente inadequada. Apenas uma pequena parcela não marcou o item referente à pergunta, portanto, pressupõe-se que estas pessoas também dão um destino que não seja favorável ao meio ambiente, visto que a possibilidade mais adequada foi citada na entrevista (armazenar o óleo para reutilizar na fabricação de sabão, ou entregar em algum posto de coleta adequado). Observou-se, ainda, que nenhum dos entrevistados tinha conhecimento de um local específico para descartar o óleo de cozinha usado.

Durante as pesquisas feitas para obtenção de informações sobre projetos existentes na cidade, foi identificada em Senador Canedo uma pessoa que trabalha como coletor autorizado, representando uma empresa de coleta de óleo queimado. Ele vai até a residência da pessoa e paga R\$ 0,40 centavos por litro de óleo usado. A única dificuldade é o fato de que a coleta só é realizada a partir de 200 litros, o que significa que a pessoa teria que ficar um tempo considerável com os recipientes de óleo armazenados em casa até ter a quantidade suficiente

para coleta, mas, ainda assim, é uma opção válida. Essa informação foi passada aos entrevistados, ressaltando sempre a importância de se buscar soluções mais sustentáveis para que o meio ambiente seja preservado.

O Gráfico 7 explicita a percepção de entrevistados frente às duas práticas que envolvem, respectivamente, consciência em relação à proteção da integridade física dos profissionais da limpeza pública e consciência nos padrões de consumo. Foi perguntado aos entrevistados se eles envolvem papel em resíduos pontiagudos antes de jogar no saco de lixo e se têm o costume de reaproveitar materiais recicláveis, tais como frascos e embalagens de plástico, vidro, alumínio.




Fonte: Autoria própria (2019)

Percebe-se no Gráfico 7 que as respostas positivas e negativas para ambas as práticas abordadas foram as mesmas. Nesses quesitos, vale ressaltar que a percepção tida em relação às práticas está relacionada apenas à conscientização ambiental, alguns tem, outros não. Contudo, enfatizou-se aos entrevistados a importância de se proteger cacos de vidro e qualquer resíduo perfurocortante com o intuito de preservar a integridade física dos profissionais que manuseiam esses materiais. É essencial proteger esses objetos e identificar o saco que os armazena, para evitar que sejam mal manejados e perfurem e/ou rasguem os sacos de lixo.

Em relação ao reaproveitamento, foi ressaltada aos entrevistados a importância da conscientização de cada cidadão nesses pequenos hábitos, que além de contribuir para a redução do volume de resíduos nos aterros, traz benefícios financeiros para as pessoas que podem economizar na compra de utensílios domésticos ao reutilizar embalagens recicláveis.

Outra opção é a venda de materiais recicláveis, que também contribui com a redução do volume de material nos aterros e traz ganhos econômicos. Para essa prática, 13 pessoas



responderam “sim” e 92 responderam “não”. Assim, 12,38% dos entrevistados vendem materiais recicláveis e 87,62% não realizam a venda.

Observou-se que existe grande resistência das pessoas em relação a este quesito, percebeu-se que há o sentimento de vergonha na possibilidade de se dirigir a alguma recicladora para vender materiais recicláveis. A ideia de conscientizá-los esteve sempre presente durante a entrevista, foi-lhes afirmado que a separação e comercialização dos resíduos são vantajosas, e mesmo não havendo intenção de comercializar esses resíduos, é importante que a separação seja feita em suas casas. É um processo prático, que pode ser incorporado facilmente à rotina de cada um e contribui para o trabalho de quem se dedica integralmente à reciclagem. Nesse momento da entrevista, foi apresentado novamente o projeto “Projeto Recitroca”.


Para finalizar a entrevista, a pergunta realizada foi em relação ao interesse de cada um em receber mensagens informativas via WhatsApp, verificou-se que 20% dos entrevistados manifestaram interesse e 80% não se interessaram. Às 21 pessoas que manifestaram interesse nas mensagens informativas, foram enviadas quinzenalmente mensagens com teor educativo, de junho de 2019 ao final de 2020, e atualmente parte deste grupo ainda continua ativo. O objetivo foi contribuir para a educação ambiental e mudança de mentalidade das pessoas acerca das questões ambientais.

CONCLUSÃO

O estudo proposto assumiu o compromisso de desenvolver ações com objetivo maior de promover educação ambiental, compartilhamento de informações e conscientização nas questões relativas ao meio ambiente, priorizando o manejo e gerenciamento correto dos resíduos sólidos domésticos nas residências familiares, com foco na diminuição, reaproveitamento e reciclagem dos resíduos gerados. O balanço que se pode fazer do estudo em geral é bastante positivo.

As entrevistas alcançaram todos os quesitos propostos em relação ao perfil dos entrevistados e todos os itens do questionário tiveram respostas. Boa parte da população que foi entrevistada se mostrou interessada nas informações que estavam sendo transmitidas e 20% do total manifestaram interesse em continuar recebendo informações via mensagem.

Pode-se afirmar que este estudo teve seus objetivos alcançados, pois foi possível entender como tem sido a coparticipação das pessoas nos processos de gerenciamento dos resíduos domésticos e identificar os desafios que mais as impedem de serem ativas. Verificou-



se que a maior problemática está relacionada à falta de informação, atitude e motivação das pessoas. Percebe-se que o município de Senador Canedo possui bons projetos ambientais relacionados aos cuidados com os resíduos urbanos, o que falta é intensificar a prática desses projetos e integrar a sociedade no seu desenvolvimento, informando e conscientizando.

Diante disso, pode-se afirmar que o maior desafio está justamente em integrar o indivíduo no desenvolvimento desses projetos, informando e o tornando conhecedor sobre as práticas sustentáveis. É essencial envolver a sociedade nessas questões e motivá-la a participar, visto que a população é bastante impactada com as consequências da má disposição dos mesmos. Para essa integração, sugere-se a realização de campanhas de divulgação dos projetos em mídias de amplo alcance (televisão, jornal, redes sociais oficiais da prefeitura) e em eventos públicos em praças e escolas, por exemplo.

O presente estudo contribuiu com o compartilhamento de informações e continuará contribuindo com a educação ambiental das pessoas, pois o senso crítico daqueles que foram entrevistados em relação à suas atitudes ambientais foi instigado.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2020.

ALMEIDA, E. C.; SILVA, E. C. da; WUST, E.; CASAGRANDA, Y. G. PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA POPULAÇÃO DE NAVIRAÍ/MS SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS (RSU). **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 385-401, mai. 2021.

ARAÚJO, E. C. S.; SILVA, M. M. P. da; SOBRINHO, J. B. S.; SOUSA, M. U.; SILVA, A. V. da; COSTA, M. P.; GOMES, R. B.; SANTOS, B. D. dos. Estratégias em educação ambiental aplicadas em escala piloto para gestão integrada de resíduos sólidos no âmbito municipal. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p.64726-64746, set. 2020.

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. Brasília: Diário Oficial da União, 2010.

COSTA, E. R. **Uma visão comentada sobre a lei da PNRS**. Disponível em: <<http://www.revistapetrus.com.br/uma-visao-comentada-sobre-a-lei-da-pnrs/>>. Acesso em: 27 de julho de 2021.

COSTA, M. O.; MAFRA, R. C.; CECCATO, D. A. ESTUDO SOBRE O DESCARTE DE MEDICAMENTOS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE PRUDENTE –SP. **Colloquium Exactarum**, v. 9, n.3, p.88–101, Jul-Set. 2017.

EIGENHEER, E. M. **Lixo: A Limpeza Urbana Através dos Tempos**. Campus Elsevier. Porto Alegre, RS, julho de 2009.

GIL, A. C. **Como Classificar As Pesquisas?** Disponível em: <https://sociocratico.files.wordpress.com/2018/05/como_classificar_as_pesquisas_cientc3adficas_gil.pdf>. Acesso em: 27 de julho de 2021.

GOOGLE MAPS. **Mapa de Localização – Senador Canedo**. 2019. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/Sen.+Canedo+-+GO,+75250-000/@-16.679946,-49.2477175,9.75z/data=!4m5!3m4!1s0x935ee882f226a62b:0x3545bdfa40ecc00!8m2!3d-16.7088037!4d-49.0918446>>. Acesso em: 27 de julho de 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/go/senador-canedo.html>>. Acesso em: 27 de julho de 2021.

JULIATTO, D. L.; CALVO, M. J.; CARDOSO, T. E. Gestão Integrada De Resíduos Sólidos Para Instituições Públicas De Ensino Superior. **Revista Gestão Universitária na América Latina**, Florianópolis, v. 4, n. 3, p.170-193, set/dez. 2011.

PEIXOTO, R. A. O. **Sustentabilidade ambiental urbana: avaliação da percepção dos moradores atendidos pelo programa de coleta seletiva na cidade de Uberlândia – MG**. 2º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Foz do Iguaçu, 2019.

PEREIRA, M. L. O. V. C.; FRAGEL-MADEIRA, L.; SANTOS, R. F. dos; SOUZA, T. V. A.; ALVES, G. H. V. S. A percepção pública como instrumento de educação ambiental: Um estudo sobre microplásticos. **Research, Society and Development**, v. 10, n.7, 2021.

SANTOS, A. A. **Educação Ambiental e o Gerenciamento Dos Resíduos Sólidos Do Refeitório Do Iftm-Ituiutaba**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro – Campus Uberaba, 2016.

SENADOR CANEDO. **Meio Ambiente**. 2017. Disponível em: <<https://senadorcanedo.go.gov.br/meio-ambiente-2/>>. Acesso em: 27 de julho de 2021.

SENADOR CANEDO. **Lei nº 2.147, de 24 de agosto de 2018**. Aprova o Plano Municipal de Coleta Seletiva e dá outras providências. Senador Canedo: Prefeitura Municipal de Senador Canedo, 2018.

SENADOR CANEDO. **Aspectos Geográficos**. Disponível em: <<https://www.senadorcanedo.go.gov.br/a-cidade/aspectos-geograficos/>>. Acesso em: 27 de julho de 2021.

SEVERO, F. E.; MATOS, M. C. P.; MOSCHIN, A. Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRs: um estudo sobre logística reversa, agrotóxicos e desenvolvimento sustentável em municípios do Vale do Ribeira/SP. **Brazilian Applied Science Review**, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 112-117 jan/fev 2020.



CAPÍTULO 5

DOI: 10.47402/ed.ep.c202211515486

DESENVOLVIMENTO ECOLÓGICO COMO ALTERNATIVA PARA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Dandara Duarte Maciel, Graduanda do 10º período no curso de Engenharia Civil, FUCAPI
Abel de Oliveira Costa, Docente, Departamento de Ensino de Engenharia Civil, MSc,
Engenharia Civil, FUCAPI, Manaus – AM – Brasil


RESUMO

O presente estudo busca melhorar nos processos construtivos, minimizando custos e reduzindo os impactos ambientais, projetando assim uma forma sustentável de se edificar. Ao redor do mundo, nas regiões mais desenvolvidas a propagação de edifícios sustentáveis é um fator levado em conta por construtores e consumidores como um investimento e como redução de custos operacionais a longo prazo. Nesse sentido, o objetivo geral deste presente artigo, busca demonstrar o desenvolvimento ecológico como alternativa para a sustentabilidade na construção civil, os objetivos específicos estão constituídos em três pilares, o primeiro visa comparar as práticas da construção civil convencional com a construção civil ecológica, o segundo objetivo tem como aspecto, aprimorar as metodologias na gestão de recursos naturais e por fim exemplificar projetos integrados na área da construção civil. A metodologia utilizada é de caráter descritivo e explicativo, possuindo abordagem qualitativa, através de pesquisa bibliográfica, havendo a contribuição de autores como Simas (2012), Oliveira (2019), Yudelson (2013) e Sirkis (2010). Foi pensado sobre a inovação, novas técnicas e integração de profissionais da área de construção, fornecedores, e fabricantes de materiais e os desafios a serem percorridos para a adoção de uma nova visão do processo construtivo como um todo, tal análise foi feita com o plano de ação 5W2H, com a finalidade de levar assim o setor da construção a um novo nível, se tornando um meio de ensino, aprendizagem e compartilhamento de informações.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Construção sustentável, Projeto integrado, Construção Civil.

INTRODUÇÃO

Desde a Eco-92 – Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, propagou-se uma real preocupação e responsabilidade com o futuro em escala mundial de dimensões sociais e econômicas, dado que o com o avanço industrial e a modernidade trouxe as civilizações. Atualmente esse conceito de sustentabilidade vêm entrando no dia-a-dia das pessoas de não somente classe econômica alta, mas também das médias e baixas direta e indiretamente, sustentando a ideia de que a criação



ou adaptação de casas trará economia, deixando claros seus benefícios além de uma ótima tentativa de ficar bem com o meio ambiente.


As edificações, até pouco tempo eram construídas com somente intuito de moradia e conforto, porém, com o mundo voltado à tecnologia e futuras formas de se obter mais segurança e praticidade, e com tal avanço também se entra em questão a forma como essas fontes naturais seriam tratadas, água, ar, energia elétrica, dentre outras fontes de energia limitadas levam as construções civis e instalações industriais a um patamar mais sustentável e socioambiental devido ao aquecimento global e os desastres que desencadeou.

Atualmente tem-se descoberto cada vez novas formas de construir ou tornar os processos e atividades ecológicos e até sustentáveis. A ecologia neste artigo é tratada como economia dos recursos naturais e entrando em acordo com as edificações e demais projetos civis, serão planejados ainda no momento de construção e durante o inventário desses materiais necessários, para que após as edificações, e conhecendo o custo delas, possamos buscar alternativas econômicas, benéficas, da forma que, o usuário torne-se mais consciente perante os impactos no ambiente que podem afetar às futuras gerações.

No passado, não foram tomadas providências sobre atitudes que poderiam favorecer a relação entre a humanidade e o planeta, estabelecendo equilíbrio entre o indivíduo e o meio em que habita, destinação e descarte, por esta razão hoje a sustentabilidade e ecologia dentro da indústria de construção civil, envolvendo tanto edifícios unifamiliares como multifamiliares, e chega a estabelecer um ideal de casa ecológica, projetada como deveria ter sido construída desde o início da evolução do pensamento verde. Partindo do local onde será edificada e com quais materiais e métodos de forma viável ecologicamente e economicamente.

A partir da análise e pesquisa do consumo das fontes mais comuns de energia nas residências, este presente trabalho tem a intenção de mostrar outras formas de adoção de pequenos reservatórios de água para uso comum, recebendo tratamento de água ou indo além da visão dos gastos e desperdícios em uma construção civil residencial ou para manufatura, onde o consumo sanitário de água e o desperdício de energia elétrica diário pode ser enorme.

Evidenciando com objetivo geral demonstrar o desenvolvimento ecológico como alternativa para a sustentabilidade aplicados à construção civil, foram delimitados os seguintes objetivos específicos que serão respondidos ao longo deste artigo o primeiro visa comparar as práticas da construção civil convencional com a construção civil ecológica, o segundo objetiva,



aprimorar as metodologias na gestão de recursos naturais e por fim exemplificar projetos integrados na área da construção civil..

Portanto, o presente artigo busca responder como o desenvolvimento ecológico pode influenciar na construção de casas verdes utilizando-se de um formato sustentável na construção, levando em consideração a mensuração dos dados comparativos através de indicadores de energia elétrica e consumo de água em âmbito residencial.

REFERENCIAL TEÓRICO


ECOLOGIA

Em um mundo onde a evolução humana às vezes se sobrepõe a natureza, adotando uma visão ecológica em que as cidades não podem ser separadas e vistas como parte afastada ou um passado da própria natureza, devem ser encaradas como uma natureza transformada, e adaptada para os benefícios de uma sociedade viável e moderna (SIRKIS, 2010). A Ecologia é o estudo das relações entre os indivíduos, além do meio na qual eles se relacionam, neste artigo, vamos dar preferência a visão de Cruz, 2015, que trata a ecologia como a economia da natureza, onde possamos por em consonância o tratamento das relações humanas e da natureza de forma a viabilizar os recursos além da harmonia entre seus indivíduos.

A palavra ecologia foi utilizada pela primeira vez em 1866 pelo biólogo alemão E. Haeckel na sua obra *Generelle Morphologie der Organismen*. Ecologia se origina de duas palavras gregas, Oikós que significa casa, e Logos que quer dizer estudo. Nos tempos modernos em que a Ecologia é tratada com mais seriedade, pesquisadores se dedicam a exploração, técnicas, e metodologias para por em discussão sobre a evolução a partir do conceito dos seres orgânicos e inorgânicos que este tema aborda.

Há mais de uma estrutura para definição dos níveis de ecologia, se tratando desde os mais baixos níveis, como os organismos que são definidos como seres que entram em contato com o meio abiótico e em contato com outros seres.

O nível de população, definido como seres iguais, tanto em suas características quanto em suas formas de vida, afinal, estes vivem no mesmo ambiente. Há também o nível de comunidade, iniciando as relações entre as espécies, assim como a dinâmica entre presas e predadores, ou seja, uma relação mutualista. Estendendo-se até os níveis globais de ecologia, atingindo a Biosfera.



O artigo em questão vai manter o foco na ecologia como reflexão da sociedade em suas práticas para atingir mudanças globais, conforme os impactos causados. Ainda assim, devemos considerar que cada espécie suporta uma determinada variação de temperatura, sem comprometer o seu bem-estar global.

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Atualmente o setor da construção civil, passa por enormes transformações a níveis de sustentabilidade, o que conglomeram a segurança e saúde dos operários, cuidados com a vizinhança e com o bairro, ações menos predatórias ao meio ambiente, controle de poluição derivada da obra e gestão de resíduos.


De acordo com Nascimento (2012, p.35) "Desenvolvimento Sustentável como sendo aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de atender às necessidades das gerações futuras".

Na Engenharia Civil, o incentivo às práticas sustentáveis se tornou um dos focos principais nos estudos, tanto, que sempre antes de desenvolver qualquer projeto, são feitas pesquisas sobre os impactos ambientais e desenvolvidos métodos para tornar os processos menos agressivos à natureza.

A criação de limites e a forma de estruturação mais efetiva na hora da construção, alavancou a preocupação para o futuro crescimento das áreas urbanas, havendo o levantamento da utilização de recursos naturais, devendo haver harmonização entre a exploração e transformação dos recursos, evolução tecnológica e orientação na direção dos investimentos (IPEA, 2010).

Segundo Aquino et.al (2015, p.102) "Sustentabilidade é a capacidade de se auto sustentar, de se auto manter. Uma atividade sustentável é aquela que pode ser mantida por um longo período de tempo".

A constituição de sistemas e segregada em sete tipos de sistemas, possuindo o sistema político que engloba a participação de todos da sociedade na tomada de decisão, o sistema econômico visa buscar saber de forma constante e confiável, o sistema social, são causadas pelo desequilíbrio de resolver tensões, o sistema de produção visa preservar o desenvolvimento ecológico que seja preservado, sistema tecnológico que busque sempre inovação e solução



contínua, o sistema internacional que definam padrões comércio financeiro e sustentável, o sistema administrativo que vise corrigir tais eventualidades (NASCIMENTO, 2012).

CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL


As construções convencionais atuam de forma a apenas mudanças em personalização interna ou com modificações em áreas de lazer, mas a construção, a partir do recolhimento de materiais, bem como suas operações em suas edificações, agem de forma padronizada (YUDELSON, 2013) variando apenas para infra estruturas informais ou particulares, que já adotam uma parte em conhecimento empírico.

Apesar de ainda existente e muito aplicada, oferece resistência às mudanças climáticas e comodidade. As construções convencionais vêm apresentando fatores que não se tornam mais uma justificativa viável para manter esses métodos tradicionais aos meios urbanos sem fazer uso de outras práticas.

As perdas nas obras de construção civil tradicionais tendem a ser cada vez maiores, pois tendo como alicerce os dados de economia e controle de custos posteriores, tinha-se a informação de que o entulho das construções (obra), seriam em torno de 2% do custo total das edificações e reformas, mas ninguém percebia o entulho agregado, resultado de construções de alvenaria assentadas em concreto, o contrapesos para nivelamento de lajes e até mesmo nas espessuras a mais de concreto, esses levantamentos extras contabilizaram 5 a 10% da obra, desconsiderando ainda o desperdício agregado e a mão de obra que podem chegar a 30% do custo total da obra (MOHAMAD; MACHADO; JANTSCH, 2018).

Lembramos que o custo total da obra é a soma de todos os custos diretos e indiretos. Dentre os custos, durante a obra e posteriores, temos os custos fixos e as variáveis. Quando se usa os custos em prol de materiais, mão de obra, maquinário e até mesmo equipamentos, são denominados custos fixos. Já os outros tratando-se da administração da obra e as administrações centrais, são denominados custos indiretos, além de possíveis retrabalhos ou falhas nas operações por erro de formulação estrutural nas obras civis. Dentre os itens de orçamento mais comuns para as construções e edificações, estão os materiais, mão de obra, equipamentos, despesas administrativas, despesas comerciais, despesas financeiras, despesas tributáveis, mão de obra técnica, segurança no trabalho, entre outros.

Os processos de montagem, diferentemente do processo de construção convencional, também se adequaram às construções civis, além de introduzirem um ritmo melhor na obra com



maior produtividade, transformando-o em um avanço positivo, dentre as várias tecnologias disponíveis para construção civil (MOHAMAD; MACHADO; JANTSCH, 2018).

FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Ao estudar um conjunto de atividades correlacionadas que agreguem valor ao final do processo, que articulam soluções de problemas, é necessário organizar as formas dessas ações serem tomadas e concluídas com o máximo de eficiência, isso deve ser dado inicialmente com o auxílio de ferramentas da qualidade, estas que permitem controlar o resultado final com um planejamento efetivo e ainda promover o melhoramento contínuo.

As ferramentas da qualidade se dividem em sete e podem ser traduzidas por metodologias criadas com o intuito de melhoramento contínuo de processos e serviços e são ricamente utilizadas pelas empresas de todo o mundo e em todos os níveis de gestão, porém somente duas delas foram aplicadas no presente artigo, a fim de simplificar o exemplo proposto conferindo maior exatidão e atenção aos dados inseridos.

5W2H

Dentro das sete ferramentas da qualidade está inserido o plano de ação 5W2H, muito empregado na etapa de melhoria contínua no processo de implantação de gestão da qualidade, e ele trata de responder às seguintes perguntas: O quê, Quem, Onde, Por quê, Quando, Como e Quanto. Seu nome deriva de 5 palavras em inglês que se iniciam com W e 2 com H que se traduzem nas perguntas as quais precisam ser respondidas para que as análises sejam feitas e as melhorias a serem adotadas quando necessárias.

Para Martinelli (2009), a fase de melhorias de processo é uma das mais importantes por nela serem feitas as mudanças para que o processo possa alcançar os objetivos previstos. Nesse caso o 5W2H não somente propôs melhoria bem como se inseriu no processo de planejamento de uma casa de forma ecológica para 3 moradores, delimitando o que seria feito, direcionando quem seria o responsável por essa ação, indicando o local a ser aplicado, apontando a temática sustentável relacionada ao mercado de construção civil e descrevendo a sistematização das atividades a serem executadas, bem com apontando os recursos necessários respectivamente.

Tabela 1: Ferramenta 5W2H aplicada.

FERRAMENTA 5W2H						
O QUÊ?	QUEM?	ONDE?	POR QUÊ?	QUANDO?	COMO?	QUANTO?
Construir uma casa para 3 pessoas baseada nas metodologias construtivas e adaptativas apresentadas.	Engenheiro(a) civil e equipe especializada.	No Território Nacional.	Para usufruir dos recursos naturais e minimizar gastos.	De 02 de jan. de 2021 – 02 de abr. de 2021.	Utilizando steel frame como método construtivo e fazendo uso de painéis solares, além de aplicar as formas de reuso de água.	Varia de acordo com a região.

Fonte: Elaborada pela autora com base na ferramenta 5W2H, 2021.

METODOLOGIAS CONSTRUTIVAS


A definição de metodologia construtiva pode ser expressa como o conjunto de práticas que se destinam a garantir o aprimoramento do emprego de todos os recursos disponíveis acessíveis utilizados nas etapas de qualquer projeto que envolva construção civil, (ALMEIDA, 2017) afirma que metodologia pode ser deliberada como uma subsequência de diretrizes às quais devem ser executadas com o intuito de produzir conhecimento.

Dentro deste contexto, pode-se afirmar que existem conjuntos de regras detalhadas que delimitam os materiais a serem usados em uma obra, a forma como serão adotados e até mesmo a maneira de aplicação circundando para que possa ser controlável a forma final do referido projeto, determinando e avaliando com base na construção até mesmo o tempo útil de duração da edificação a ser elevada e principalmente de forma percentual consegue avaliar a quantidade e em qual parte haverá possível desperdício, principalmente dos insumos aplicados.

À medida que se desenvolvem modelos construtivos mais enxutos, pode-se mesclar a metodologia construtiva integrando e aprofundando a eficiência na elevação daquela edificação elevando ganhos em tempo e enxugando orçamentos.

STEEL FRAME

Consoante (RODRIGUES; CALDAS, 2016) o sistema Steel Frame possui um conceito unificado baseado em duas afirmações, considera que o esqueleto estrutural projetado é constituído por componentes leves e ainda se define pelo processo ao qual se unem e vinculam



esses elementos. Partindo desse pressuposto, pode-se traduzir em uma estrutura de material leve que se integra como um todo.

Determinados aspectos são considerados no planejamento deste tipo construtivo, inicialmente o esquema é desenvolvido com objetivo de eficiência e eficácia, almejando rapidez na execução e ainda, a construção enxuta, que correlaciona ao assunto tema de ecologia e sustentabilidade, trazendo um modelo de projeto limpo ao qual se torna exemplo e referência para as continuidades nos avanços do setor de engenharia civil.

Geralmente os materiais escolhidos para a integração desse sistema são materiais de equivalente rapidez de uso e instalação, como por exemplo o fechamento dos vãos que é feito com placas cimentícias nas extremidades e internamente há uma gama de escolhas, como gesso acartonado, entre outros. A cobertura pode ser feita com telhas padronizadas em cada região, complementando juntamente com os outros insumos e planejamento integrados, entregando ao que é proposto desse método: rapidez, limpeza e eficiência no uso e trabalho.


Para que a organização sistemática cumpra com as funções às quais foi projetada e construída se faz impreterível que os subsistemas estejam corretamente correlacionados e que os materiais empregados sejam compatíveis e ajustados. Dessa forma, a escolha dos insumos e mão-de-obra são essenciais pois influenciam diretamente na velocidade de construção e no desempenho do sistema, complementa a ideia de (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

O projeto de Steel Frame deriva do planejamento do que será construído e do local também, a isso deve-se a preocupação sobre os elementos pré-fabricados utilizados na elevação para que sejam fabricados e dada a necessidade, cortados de antemão à entrega no canteiro de obras para que posteriormente possa ser montado, como a infra estrutura e superestrutura do edifício, no caso, os perfis metálicos e estacas pré-moldadas, estes que podem ser entregues nas medidas referenciam o sistema tratado, e que trazem a agilidade construtiva e até mesmo de capacidade industrial que é proposta.

Em deliberação às opiniões colocadas, entende-se que este modelo pode ser caracterizado como modelo ecológico por gerir os materiais e execução empregados na construção de forma a delimitar e restringir o desperdício, visto que faz uso de estrutura contabilizada a não produzir sobras, integrando equilíbrio no uso dos espaços.

GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS

A maneira como se gerencia recursos naturais na sociedade, pode acarretar em esquecer e impactos negativos para gerações futura, ou seja, possui a necessidade de inicia-se a



utilização de criação de políticas sustentáveis que busquem a preservação e educação de todos envolvidos, sendo possível através da a educação sustentável perante a conscientização da utilização dos recursos naturais, sendo eles conforme Aquino et.al (2012, p.102) “ Os recursos naturais como o ar, a água, o solo e a vida vegetal e animal dos quais a vida (da sociedade) depende.”

Ter uma gestão preocupada em preservar os recursos, pensando no futuro, oferece uma estrutura do projeto mais sólida consciente com a maneira que está sendo manejada a matéria prima, a construção civil, sendo indispensável a organização, padronização e inovação dos métodos utilizados para uma construção mais sustentável, benéfica e com menos recursos utilizados.

Visto que a sustentabilidade se tornou imprescindível na continuação do desenvolvimento da sociedade atual, proporcionando qualidade e condições de vida melhores e reatando beneficemente a humanidade e a natureza.


Ou seja, deve utilizar os recursos de forma mais efetiva, através do aproveitamento de recursos naturais, como a água da chuva, ventos, luz solar dentre outros gozando da biodiversidade com consciência. Ipea (2010, p.297) “Deve se compatibilizar esse aspecto valorativo com a ética biocêntrica – a qual se refere à justiça biótica, em que todos os seres vivos são importantes na formação do todo planetário”.

RECURSOS ENERGÉTICOS

O sol sendo a fonte de energia natural ilimitada, fornecedor de luz e fonte de vida, por outro lado o sol pode ser transformado em fonte de energia para ser utilizada pelos os seres vivos, gerando a oportunidade de fornecer energia limpa e renovável, para Aquino et.al (2012, p.17) “Como uma fonte energética capaz de gerar eletricidade provocando um impacto mínimo ao meio ambiente”.

Podendo ainda, gerar economia na forma que se utiliza a energia solar em casas, edifícios, que pode usufruir de forma significativa a luz solar, proporcionando uma fonte de energia luminosa e um custo benefício a longo prazo, de acordo com Cruz (2015, p.76) “A energia pode ser transformada de um tipo em outro, mas não pode ser criada nem destruída”.

Os gastos desprovidos para tais práticas visam dispor de um retorno futuro, ao utilizar práticas e equipamentos que disponibilizam maneiras de redução econômica e ganho



sustentável, para Nascimento (2012, p.128) “A redução pode ser obtida através da utilização de equipamentos mais eficientes em termos energéticos, aproveitamento da iluminação natural, utilização de exaustão eólica”.

A viabilização de alguns métodos, como as placas para obtenção de energia solar, ainda tem um alto custo, mas, sempre é possível desenvolvê-los, como um sistema de calhas com um tanque como reservatório de águas pluviais, inovando com materiais acessíveis e assim chegar ao objetivo de ter uma casa modelo. Afirma Ipea (2010, p.28) “Diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias que possibilitem o uso de fontes energéticas renováveis”.


Aquino et.al (2015, p.19) “Balanço energético consolidado que mostra as inter-relações entre oferta, transformação e uso final da energia”. A maneira como utiliza-se as fontes e recursos energéticos para fins produtivos, afetam a sua transformação, sua oferta no mercado e a forma de uso final, devendo haver a sinergia entre as três partes.

Nascimento (2012, p.38) “Acredita diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias que admitem o uso de fontes energéticas renováveis”. Portanto, estas práticas possibilitam o avanço tecnológico em prol do ecossistema, viabilizando novas formas de construir ou reformar e criar um ambiente receptivo e conservado para as gerações futuras.

ADAPTAÇÕES DE RECURSOS NATURAIS

Os recursos naturais mais utilizados e conhecidos pela população em geral são a água e a luz solar, estes que podem ser obtidos livremente no meio ambiente, tornaram-se indispensáveis no cotidiano devido seus principais usos, a água, usada como fonte de vida para todo ser vivo no planeta também tem a capacidade de gerar energia que move grande parte do que nos rodeia assim como a energia que é produzida com a luz solar.

A gestão desses recursos precisa ser feita de modo a torná-los duradouros, de forma que se conservem, em vista disso, se faz sustentável, como estabelece (BARRETO, 2004), indicando que deve haver, portanto, uma espécie de equilíbrio do uso desses atributos naturais já que a água é um recurso finito e tão indispensável à sobrevivência do ser humano tanto no presente com às gerações futuras.



(SIMAS, 2012), argumenta acerca da construção de uma casa ecológica com o pressuposto de um modelo construtivo que viabilize a não degradação do meio ambiente. Envolvendo esse pensamento serão expostos dois tipos de métodos de adaptação a serem implantados para reuso de água e energia solar em uma amostra de domicílio residencial com 3 moradores, em um contexto de adensamento urbano, procurando soluções para moradores dos grandes centros urbanos, impossibilitados de aplicar certas tecnologias sustentáveis eficientes.


Considerando primeiramente os recursos hídricos que podem ser reaproveitados em uma residência pode-se ser encontrado de forma direta através da água que é direcionada pela concessionária de águas, que é usada todos os dias ao lavar as mãos ao sair do banheiro. Baseado nesse exemplo, foi desenvolvido um projeto de adequação para que essa água, que tem possibilidade de ser reutilizada, possa ser de fato.

O projeto pode ser planejado por um engenheiro utilizando materiais já existentes e facilmente encontrados em lojas de materiais de construção como uma pia, a parte hidráulica, e todos podem ser adaptados ao vaso sanitário contido numa casa padrão. A pia será colocada e instalada sob a caixa acoplada com a intenção de direcionar a água descartada pela lavagem das mãos, ao reservatório de água com destinação à descarga.

A cada descarga pode-se fazer uso de 12 a 30 litros de água limpa, identificando essa problemática, é necessário destacar a grande economia desse recurso hídrico a curto, médio e longo prazo, dado que a quantidade média de descargas por pessoa por dia é de 5 descargas, aplicado à amostra de 3 pessoas nessa residência, são 15 descargas, totalizando em uma média de 180 litros diários que devido a este simples projeto, serão reaproveitados.

Outro projeto que utilizou de objetivo a necessidade de poupar recursos hídricos é o de coleta para reuso de água pluvial, como da mesma maneira que o projeto anterior, esta, possa ser usada de forma não potável e que seja capaz de substituir a água utilizada para alguma atividade, como a empregada para lavagem de calçadas, carros, varandas e até mesmo para descarga e lavagem de roupas se melhorada e tratada minimamente com um filtro de separação de resíduos sólidos e adição de cloro manualmente.

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais denominados pela sigla SAAPs, são frequentemente moldados para qualquer tipo de edificação, podendo ser implantados desde a elaboração inicial dos projetos ou até mesmo depois da elevação das edificações (BAPTISTA; NASCIMENTO; BARRAUD, 2015).



Da mesma maneira que a proposta anterior, esta pode ser elaborada com o auxílio de um engenheiro e executada facilmente por qualquer indivíduo com mínimos conhecimentos em instalações hidráulicas, pela necessidade de ter informações acerca da estrutura necessária à captação e limpeza dessa água.

Os insumos cruciais à perfeita instalação estão entre aparatos hidráulicos, como tubos e conexões de PVC para fazer a captação e a distribuição desta, caso seja imperioso como em certas circunstâncias, o reservatório onde será abrigada essa água, o filtro a ser utilizados, como por exemplo uma rede de malha fina para separação de sedimentos graúdos e algum filtro de carvão com cloro para uma limpeza aprimorada caso este recurso se destine ao lavatório de roupas.

Dependendo das dimensões do reservatório de águas pluviais e da destinação é possível contar com a economia de até 288 litros por semana, visto que em média as máquinas de lavar convencionais de abertura superior empregam de 98 até 144 litros de água por lavagem, e isso somente analisando a situação de a água ser empregada à lavagem, sem estimar os outros possíveis usos para este recurso.

De concordância com o ideal colocado por Nascimento (2012, p.128), acerca da diminuição do uso demasiado dos recursos energéticos, em especial, o emprego da luz solar, surge a alternativa de implantação de tecnologias capazes de gerar energia limpa em escala crescente e que senão agora, terá retorno à médio e longo prazo. O emprego de painéis solares é grandemente utilizado pois tem capacidade de promover enorme quantidade de energia, esta que transformada e armazenada, chega a representar amplo benefício para economia geral de um domicílio unifamiliar como o usado como amostra.

A intenção da aquisição deste tipo de aparelho é exatamente a geração de energia, em muitos casos, produzida em excesso em comparação ao consumo da habitação. Nessa situação a energia processada passa a servir a rede da concessionária, já que se produz mais do que se pode armazenar. Conforme Aquino et.al (2015, p.19), essa redistribuição da energia influencia a sua obtenção, a lei de oferta no mercado e a forma de uso final.

Este tipo de projeto apresenta maior complexidade de planejamento, elaboração e execução sendo assim, feito por engenheiro e equipe especializada na instalação e possui materiais e ferramentas necessárias comprados em lojas especializadas para confecção assegurada. Na grande maioria dos casos o projeto é feito e entregue completamente por uma empresa conhecedora e experiente.

CONSUMO DE ÁGUA E ENERGIA INCONSCIENTE NO BRASIL

No início da década de 2000 a 2010, quando os temas que abordavam o consumo consciente de água e energia entraram em vigor a nível global, e conforme se teve mais liberdade para expor ideias práticas para o consumo destas fontes limitadas, o território brasileiro começou a sofrer pelas consequências do uso desenfreado de eletricidade, um dos exemplos foram o início de falta total de energia elétrica por horas, chegando a completar quase um dia sem energia. Dado os ocorridos, o país após sentir as consequências da crise energética começou a impor formas de buscar as fontes de energia, o que deu origem às futuras implantações de matriz energética para gerar energia elétrica mare motriz, energia eólica, e até mesmo fotovoltaica.

Considerando que boa parte das capturas de energia Brasileiras vem de fontes hidroelétricas, o que para construir e manter uma usina já altera a própria natureza, os próprios usuários finais da energia, ou seja, as pessoas no mundo urbano, desconhecem a dificuldade para conseguir energia elétrica. Um dos fatores que contribuem para o consumo de energia elétrica se dá ao posicionamento de equipamentos de iluminação para atender a visão dos usuários domiciliares, e também a falta de adaptações às práticas conscientes do consumo de energia (MMA, 2014).

Para entrarmos na questão dos recursos hídricos, ou seja, o consumo de água além de abordar sobre a quantidade de água e suas reservas de forma quantitativa, precisaremos abordar sobre a distribuição dela no Brasil. Considerando as informações em que (GAITÁN; TEIXEIRA, 2020) cerca de $\frac{2}{3}$ do planeta é coberto de água, e estimando-se que 2,5% seja de água doce, podemos entender a gravidade a muito tempo existente da falta dos recursos já limitados a população. podemos ver como mais uma dificuldade a falta de consciência humana de que essa porcentagem de água potável já deve ser consideravelmente menor após o início do século XXI.

Podemos encarar esta realidade como decorrência da convivência das pessoas no hipercentro, o fato de que o que não é visto com frequência não é desperdiçado. Para se adaptar às novas práticas e equipamentos de conscientização e também optar por novas reservas de água, tanto no subsolo quanto acima dos apartamentos e residências a estrutura para o adequamento de um reservatório de água das chuvas ou qualquer outro meio sustentável se torna inviável devido ao custo de reformas não planejadas.




MÉTODOS DE CONSTRUIR

As casas ecológicas pensam, com a ajuda de pesquisas científicas já feitas e comprovadas, nos impactos que poderiam evitar em vários aspectos onde serão construídas, com que materiais, e de que forma esses materiais poderiam diminuir as necessidades do uso de subsídios ou aparelhos que podem, em algum momento ser de influência negativa para o meio ambiente, além disso, são estudadas formas de minimizar a utilização de energia elétrica e/ou até mesmo substituir total ou parcial as formas de obtenção dessa energia, da mesma forma são pensadas formas de, se possível, extinguir o uso da água encanada por outras formas de obtenção desta, como por exemplo a reutilização da água pluvial.

A viabilização de certos métodos, como os painéis para obtenção de energia solar, ainda tem um alto custo, mas, sempre é possível desenvolvê-los. Um sistema de calhas com um tanque como reservatório de águas pluviais, inovando com materiais acessíveis e assim chegar ao objetivo de ter uma casa modelo. Alguns conceitos têm se popularizado e ganhado maior importância, então mesmo que não seja uma possibilidade erguer em todos os detalhes um lar ecológico é altamente proveitoso procurar meios de exterminar impactos à natureza e além de ser bom para o planeta acaba sendo de grande ajuda na hora de pagar as contas de água e energia, pois reutilizando recursos naturais, reduzem-se as taxas de uso desses recursos básicos diretamente ligados ao custo de vida atual.

Se pensarmos nos motivos para que fossem desenvolvidos conceitos sobre ecologia e equilíbrio entre a natureza e nossa influência no que ela nos propõe direcionado a vida diária, teríamos que analisar nossas ações. Um primeiro exemplo seria, será que pensamos na quantidade de recursos hídricos que utilizamos para lavar louça ou lavar roupa, a maneira como ao escovamos os dentes e deixamos a torneira despejando água, ou ao tomar banho, atividades cotidianas que nem percebemos, por estarmos concentrados nelas, que poderiam ser feitas de outras maneiras, ou melhor ainda, com água derivada da chuva que é limpa e pode ser obtida através de um toldo simples e até mesmo feito com materiais reciclados, o destino da água reutilizada da chuva depois de ser usada para lavar louças e roupas, pode ser o de ‘dar descarga’, ou limpar o pátio, além da economia na hora do banho ou da escovação. Seja como for, são ideias que podem afetar brilhantemente o dia-a-dia do planeta e de nossas vidas se usadas sempre e por mais de uma família, afinal, cada indivíduo deve fazer sua parte, além de



proporcionar um benefício duplo, de redução de custos e de ajuda a sobrecarga de uso das fontes naturais que provém das concessionárias de água como inclusive apontam várias pesquisas.

METODOLOGIA


Este estudo foi elaborado com metodologia científica que, de acordo com (ALMEIDA, 2017), pode ser definido como um seguimento de regras às quais devem ser executadas com o intuito de produzir conhecimento. Com base na análise de pesquisas bibliográficas, buscando respostas aos questionamentos feitos após a delimitação do objetivo geral que procura demonstrar o desenvolvimento ecológico como alternativa para a sustentabilidade no setor da construção civil. Os objetivos específicos e de caráter explicativo foram delimitados em comparar as práticas da construção civil convencional com a ecológica, aprimorar metodologias na gestão dos recursos naturais nesse setor e colocar em exposição os benefícios dessa metodologia.

A pesquisa foi feita utilizando coleta de dados bibliográficos possuindo a contribuição, Simas, Farias, Mota-Roth, dentre outros autores, de temas semelhantes adequando e aprofundando, correlacionando-os e com a finalidade de responder a essas questões, por meio de abordagem qualitativa.

A metodologia descreve os sistemas de coleta, maneiras, métodos, e análise dos dados e os materiais que levam ao alcance dos resultados (MOTA-ROTH; HENDGES, 2010) assim, em busca das informações a respeito de assuntos relacionados aos objetivos geral e específicos, análise de cenários comparativos este artigo apresentará evidências e respostas aos questionamentos respectivos além de uma previsão positiva sobre as reações que essas atitudes terão se tomadas no presente.

Logo após a delimitação das problemáticas, a partir do uso de uma das ferramentas da qualidade, o 5W2H apresentou-se os argumentos respondendo às questões, o que é, para que serve, quem poderia planejar e executar, bem como a forma e materiais que generalizadamente tem necessidade de serem usados, se adequando a cada necessidade conforme a situação.

O presente artigo científico foi embasado nos conceitos descritos por pesquisadores embaixadores da ideia de ecologia envolvendo o setor da construção civil e correlacionando-os pelo vínculo criado pelos projetos integrados existentes visando descrever e aprimorar o desenvolvimento destes e ferramentas já normatizadas e aplicadas.



O assunto delimitado aborda questões atuais de interesse global que contribuem para uma melhor visão das melhorias que podem e devem ser aplicadas, desenvolvendo, portanto, um adicional à bibliografia de temas relacionados a conscientização, ecologia, sustentabilidade e o futuro do planeta, bem como o equilíbrio entre o indivíduo e o meio em que habita.

RESULTADOS E DISCUSSÃO


Tendo em consideração o estudo dos fenômenos naturais registrados desde que se tornou enfoque mundial, tiveram ao longo dos anos a influência da humanidade, é importante buscar sempre novas formas de adquirir hábitos menos impactantes ao meio ambiente, incluindo na vida diária adaptações construtivas e métodos mais respeitosos para com a natureza construindo ou modificando edificações pré-existentes.

Relembrando o pensamento de (NASCIMENTO, 2012) acerca da sustentabilidade, é indiscutível que se tornou imprescindível na sequência do desenvolvimento da sociedade atual, a demanda constante de investigação científica com o objetivo de proporcionar qualidade e condições de vida melhores com visão na presente e futuras gerações, reatando benéficamente a humanidade e a natureza.

Não obstante, a busca por novidades de materiais, adaptações e métodos construtivos influenciam esse setor que não deixou de lado os anseios da sociedade que por meio de um movimento cultural e globalizado, busca cada vez mais tecnologias e informações direcionadas ao consumo de recursos energéticos de maneira sustentável, englobando bens, materiais e serviços, movimentando o mercado e tornando a vivência nas habitações confortáveis sem perder o foco nos benefícios futuros apresentando durabilidade e minimizando gastos durante a vida útil da edificação.

Há com isso, um intenso investimento da indústria de materiais de construção por meio dessas inovações tecnológicas, cada vez mais acessíveis às classes. Essas tecnologias inseridas como forma de adaptação conseguem transcender as expectativas, aflorando o interesse e popularizando os temas de ecologia e sustentabilidade empregadas na construção.

Indagações científicas, consultas a profissionais da área e ao mercado consumidor, para a elaboração de novos produtos com enfoque mais sustentável e de forma ecológica, que gerem menos impactos ao meio em que vivemos, que recicle ou reduza o desperdício de materiais aplicando mão de obra especializada em sua composição, reaproveitando recursos naturais.




Os profissionais da área de construção civil estão se qualificando em novos cursos a níveis gerenciais, de gestão integrada e ambientais, visando se adaptarem a um novo mercado consumidor mais exigente e consciente, como também as construtoras que procuram atingir novos parâmetros e modernização, atualizar e seguir os conceitos do tripé da sustentabilidade que consiste em preocupações com os aspectos econômicos, sociais e ambientais que englobam a construção e adaptação. Trazendo inúmeros benefícios ao setor construtivo dada a maior competitividade, auferindo confiabilidade, implantando novos hábitos que se tornaram referência de comprometimento e estabilidade, características que dão peso aos que possuem.

Um dos aspectos que definiu a importância deste tema, é a forma como a aplicabilidade do método construtivo e/ou de adequação afetam positivamente, minorando gastos com água encanada e energia elétrica. Pequenas atitudes e possíveis projetos procuram se integrar e são inspiradas no pensamento ecológico, com o uso equilibrado de recursos como, por exemplo, painéis solares e a ideia de iluminar ambientes com luz natural, sejam com a colocação de janelas ou com o uso de telhas translúcidas e ainda outros que serão destacados mais à frente, evidenciando-se pelo custo benefício ao indivíduo e ao meio ambiente.

A análise das problemáticas envolvendo alto consumo dos recursos energéticos e naturais se inicia identificando a carência destes. É necessário conciliar o uso destes com as reais necessidades de utilização, como exemplo de acordo com algumas pesquisas apontam que muitos dos eletrônicos continuam consumindo eletricidade da tomada mesmo depois de apertado o botão off. Essa é a chamada energia fantasma, desperdiçada em funções que seguem ativas mesmo quando você não está usando o aparelho. Ainda podemos desenvolver hábitos como desligar as luzes ao sairmos de um cômodo, e mesmo em uma manhã ensolarada se houver a necessidade de mais luminosidade pode-se abrir as janelas, que além de clarear o ambiente também serve como uma corrente de ar dando frescor e ventilação à mesma.

(SIMAS, 2012), realça os pensamentos expostos anteriormente tendo essas características como foco, os desenvolvedores de uma casa ecológica procuram com afinco materiais integrados na necessidade de não comprometer mais o meio ambiente e no real reuso do mesmo, utilizando de materiais que podem ser reciclados pelo próprio indivíduo enquanto sociedade para o bem futuro do ambiente de convívio com o meio.

Outra opinião que confirma os proveitos das casas construídas pensando no meio ambiente é que a construção do zero de uma residência com os termos apresentados no presente artigo, embasada no pensamento ecológico e sustentável, ainda pode ter um alto custo



atualmente, porém o retorno virá a curto, médio e longo prazo como afirmado anteriormente, pois, os materiais indicados para este tipo de obra são mais duráveis e reduzem a necessidade de manutenção na habitação. Afirmam ainda, (MOHAMAD, MACHADO E JANTSCH, 2018). Que se gasta apenas 5% a mais neste tipo de construção do que nas obras comuns e seu retorno pode traduzir-se em uma economia de aproximadamente 30% diariamente.

Segundo (GAITÁN; TEIXEIRA 2020), em experimento de um sistema de aproveitamento de águas pluviais (SAAP) para uso não potável aplicado, comprovam a redução no consumo de recurso hídricos da fornecedora de água em até 70% de aproveitamento e ainda com ganhos de eficiência no abastecimento de água do local, evidenciando uma enorme vantagem na implantação deste subsídio, acentuando ainda mais a veracidade dos resultados de implantação.

CONCLUSÃO

A elaboração de projetos voltados à construção limpa, se correlacionam aos ideais sustentáveis e integrados à metodologias construtivas viabilizam uma melhor qualidade de vida para os seres humanos, além de beneficiar a redução de custos com gastos desnecessários de recursos energéticos finitos mas como também com o uso de ferramentas que propiciam a geração de energia limpa, de forma a não produzir resíduos e ainda assim fornecer bastante quantidade do que se usa muito, de maneira menos onerosa.

A comparação da ideia dos autores no que diz respeito à construção convencional versus a ecológica contribuiu para que fosse embasado e justificado a importância dos esforços no desenvolvimento verde integrado à construção civil ao mesmo tempo que com as inovações tecnológicas nos temas de ecologia proporcionam ao cenário atual e futuro um panorama cheio de novas aplicações e métodos, como uma ciclo contínuo, tornando cada vez mais acessíveis e realizáveis, abrangendo cada vez mais uma maior parcela da sociedade.

Para planejar e organizar a possível aplicação de práticas ecológicas na construção civil foi pensado como ferramenta de apoio o 5W2H, uma ferramenta administrativa da qual, respondendo estas questões, estruturando a forma como será executada a ação, podemos observar a viabilidade ecológica, o tempo de duração da obra, os custos e o impacto da mesma.

Com o devido respaldo das ideias apresentadas e explicadas, entende-se que o proposto artigo respondeu às problemáticas devidamente traçadas, explanando sobre o desenvolvimento ecológico, comparando métodos construtivos, apresentando informações com a assistência de

uma das ferramentas da qualidade de forma a demonstrar os grandiosos benefícios do pensamento verde aplicado como uma nova e atual realidade.

REFERÊNCIAS

AQUINO, AFONSO R. de et al. **SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**. 2015. Disponível em: <[sustentabilidade_ambiental.pdf \(uerj.br\)](#)>. Acesso em: 06 de junho 2021.

GAITÁN, Maria e TEIXEIRA, Bernardo. **APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL E SUA RELAÇÃO COM AÇÕES DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA**: estudo de caso em hospital universitário, São Carlos (SP). Link: <<https://doi.org/10.1590/s1413-41522020189032>>. Artigo Científico. 2020.

IPEA. **SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO BRASIL**: biodiversidade, economia e bem-estar humano / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. – Brasília: Ipea, 2010. Disponível em: <[ipea.gov.br](#)>. Acesso em: 06 de junho 2021.

NASCIMENTO, Luis Felipe. **GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; Brasília: CAPES: UAB, 2012. Disponível em: <[Livrotexto_Gestao_Ambiental_Sustentabilidade2.pdf \(ufjf.br\)](#)>. Acesso em 06 de junho de 2021.

PEREIRA, Adriana Soares, et al. **METODOLOGIA DA PESQUISA CIENTÍFICA** [recurso eletrônico]. 1. ed. – Santa Maria, RS: UFSM, NTE, 2018.

RODRIGUES, Francisco Carlos e CALDAS, Rodrigo. **STEEL FRAMING: ENGENHARIA**. Rio de Janeiro: Aço Brasil /CBCA, 2016. Disponível em: <http://www.skylightestruturas.com.br/downloads/101497_manual_lsf_engenharia_2016.pdf>. Acesso em 08 de junho de 2021.

SANTIAGO, Alexandre; FREITAS, Arlene; CRASTO, Renata. **STEEL FRAMING: ARQUITETURA**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/ CBCA, 2012. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/137824997-Steel-framing-arquitetura.html>>. Acessado em 08 de junho de 2021.

SIMAS, Leonardo Santa Luzia. **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL**: Uma nova modalidade para administrar os recursos naturais para a construção de uma casa ecológica. Fundação Visconde de Cairu. 2012.

MARTINELLI, Fernando. **GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL**. Fundação Getulio Vargas (FGV). 2009.





CAPÍTULO 6

ENERGIA EÓLICA E IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS: PERCEPÇÃO DOS MORADORES DE BEBERIBE, CEARÁ

Maria Eleni Gomes Lima, Geógrafa, UECE
Leidiane Priscilla de Paiva Batista, Doutoranda em Ciências Marinhas Tropicais, UFC
Edson Oliveira de Paula, Doutorando em Geografia, UFC

RESUMO

Esse artigo apresenta os impactos ambientais e socioeconômicos sobre a instalação de uma usina eólica na localidade de Uberaba, Beberibe-CE, com base nas percepções da população local. Os principais problemas, na percepção dos moradores, foram: alagamentos, no período de chuva; poeira no período seco, provocados pelas vias de acesso inacabadas; produção de ruídos; descaracterização da paisagem natural; e limitação para o acesso às áreas do parque, que se localiza em terreno público. Os moradores foram beneficiados pela demanda de atividades voltadas à construção civil no período inicial de instalação do empreendimento. No entanto, as ocupações temporárias não refletiram em desenvolvimento da comunidade. Concluiu-se que é necessário o estabelecimento de um diálogo entre Estado, iniciativa privada e sociedade civil organizada (associação de moradores) com o objetivo de criar benefícios econômicos, que possam minimizar os impactos do parque eólico para os habitantes da localidade.

PALAVRAS-CHAVE: Usina Eólica. Percepção Ambiental. Conflitos socioambientais.

INTRODUÇÃO

É cada vez mais clara a necessidade de matrizes energéticas limpas. Organizações governamentais e não governamentais em todo o mundo buscam substituir combustíveis fósseis por fontes menos poluentes para reduzir a emissão de gases poluentes e, com isso, melhorar a qualidade do ar, proteger a saúde e minimizar os efeitos climáticos. O uso de fontes de energia renováveis tem sido estimulado fortemente nas últimas décadas.

Energias renováveis são aquelas que podem ser aproveitadas ao longo do tempo sem possibilidade de esgotamento. Exemplos deste tipo de fontes renováveis: energia eólica (vento), energia solar (sol), energia hídrica (água), energia geotérmica (interior da Terra), biomassa (matéria orgânica), entre outras.



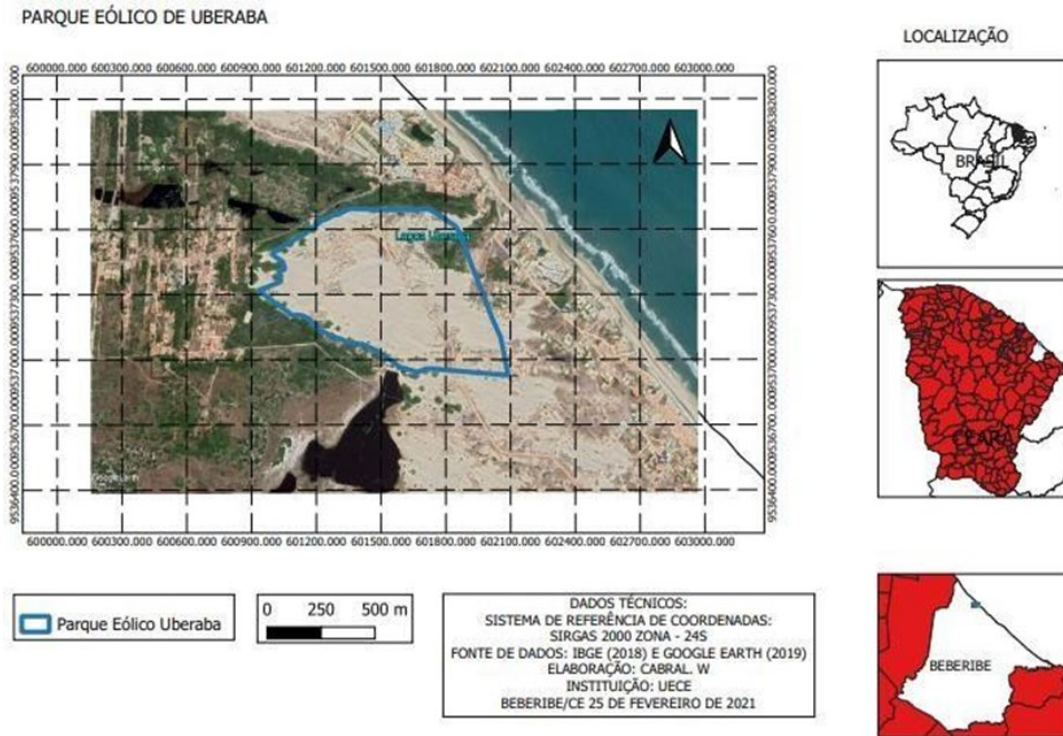
A energia eólica é considerada como fonte de energia limpa, pois, não lança gases poluentes na atmosfera, não deixa resíduos radioativos, não inunda áreas imensas, desalojando cidades inteiras, etc. Desta forma, é apontada como capaz de atender aos requisitos necessários referentes aos custos econômicos e à sustentabilidade ambiental (MARTINS; GUARNIERI; PEREIRA, 2008; JABER, 2013).

É importante notar que quando se fala em “energia limpa”, não se trata de um tipo de geração de energia que não cause impacto ambiental, pois, até o momento, não existem fontes de energia que não interfiram direta ou indiretamente no conjunto de fluxos de matéria e energia. No Ceará, os parques eólicos estão sendo instalados em áreas de instabilidade ambiental acentuada, como complexos litorâneos com campos de dunas móveis, estuários, faixas de praia etc. (VASCONCELOS et.al, 2005).

Entende-se que o estudo da percepção ambiental é de suma importância para que se possa compreender as inter-relações homem/natureza. Nestes termos, o trabalho objetivou verificar os principais conflitos socioeconômicos e ambientais ocasionados pela instalação de um parque eólico na localidade de Uberaba, em Beberibe-CE, a partir da percepção dos moradores da comunidade. Descreveu-se diferentes percepções dos moradores com relação a instalação da usina nas dinâmicas cotidianas, com relatos de impactos ambientais, sociais e econômicos.

O recorte analisado neste estudo compreende a cidade de Beberibe, que se caracteriza geoambientalmente como área de planície litorânea com praias e dunas móveis e semi-fixas (fig. 1). Parte dessas áreas de zona costeira são transformadas pelo uso e pela ocupação dos seus espaços pela população.

Figura 1: Mapa de localização da localidade de Uberaba, Beberibe, Ceará.



Fonte: IBGE, 2018. Elaborado por: CABRAL, 2021.


A ocupação humana através de residências e empreendimentos próximos a costa, acabam interferindo nos processos naturais, de modo que as áreas afetadas sofrem com a descaracterização de feições e ambientes naturais, mudanças nos fluxos de matéria e energia e alterações nas dinâmicas cotidianas da comunidade local. A instalação do parque eólico na localidade de Uberaba-Beberibe-CE é um exemplo dessa situação.

A lagoa costeira, de águas escuras, entre dunas móveis, formando uma paisagem viva, onde a comunidade utiliza como forma de lazer e pesca. Esse espaço de socialização dos moradores foi ocupado pelo parque eólico.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Holzer (1996), a fenomenologia na percepção ambiental, descreve as marcas e experiências humanas. Das vivências do cotidiano, das atividades de ocupação e da utilização do espaço.

Segundo Tuan (1980), a percepção ambiental é sentida de forma individual, cada indivíduo vê e entende a realidade de forma distinta, significando toda imaginação sobre o espaço vivido de acúmulos de consciência baseada em experiências pessoais, aprendizados,



pensamento, lembranças, fatos que tornam o mundo e o espaço geográfico idiossincrático a partir das percepções humanas sobre ele.

Lima (2008) avalia que o uso de áreas para a construção de empreendimentos de geração de energia eólica ameaça a preservação de campos de dunas móveis e fixadas por vegetação na zona costeira do Ceará. Com a transformação da paisagem, com a restrição ao acesso das áreas onde a usina está instalada são alguns dos conflitos socioambientais que surgem em decorrência da nova configuração do espaço. Alterando o modo de vida de seu povo, que de certo formo despertou expectativa com a chegada do empreendimento.

Para Traldi (2017), a etapa de construção civil de um empreendimento gera economia regional, porque as obras inicialmente envolvem a fase de terraplanagem, desmatamento do terreno, instalação das estruturas das fundações e pavimentação das rotas de acesso às torres, que requerem grande número de trabalhadores, gerando empregos localmente. No entanto, o desenvolvimento econômico e os benefícios não permaneceram na comunidade.

METODOLOGIA

A metodologia empregada se baseou em pesquisas bibliográficas e de campo, em busca de compreender fenômenos comportamentais, através da coleta de dados narrativos. Adotou-se caráter qualitativo e exploratório. Vieira e Zouain (2005) afirmam que a pesquisa qualitativa atribui importância fundamental aos depoimentos dos atores sociais envolvidos, aos discursos e aos significados transmitidos por eles.

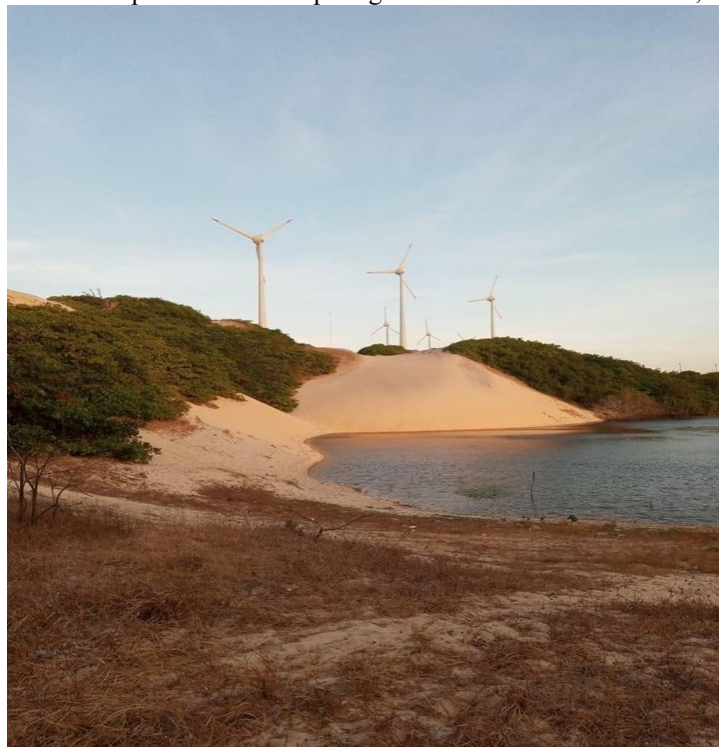
As pesquisas de campo ocorreram em novembro de 2020, período em que ocorria a Pandemia provocada pelo novo Coronavírus (COVID-19), com os devidos cuidados. Foram aplicados formulários impressos para identificar as diferentes percepções dos moradores a respeito das mudanças advindas da implantação do parque eólico.

Os entrevistados foram selecionados de forma aleatória e voluntária, de acordo com: disponibilidade, idade acima de dezoito anos e naturalidade da localidade. O formulário foi composto por quinze perguntas abertas e fechadas, relacionadas aos aspectos ambientais (alterações no meio físico) e socioeconômicos (geração de emprego, atratividade turística e transformações no cotidiano) gerados pela instalação e operação do parque eólico.

PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS MORADORES DE UBERABA

A soma de outros elementos introduzidos no cenário local vem causando desconforto há algumas famílias, que nasceram e cresceram na comunidade, uma vez que elas vivenciaram a realidade local sem a presença da usina (Fig. 2). O grupo de moradores divide opiniões com relação às modificações do espaço. Esse comportamento representa a percepção de cada habitante, pois diante das alterações, nenhuma paisagem é obtida somente “por aquilo que está à frente dos nossos olhos, mas também por aquilo que se esconde em nossas mentes” (MEINIG, 2002, p.35). Os valores construídos ao longo do tempo no espaço vivido são o somatório de todas as lembranças sentidas através dos mecanismos corporais, a visão, audição, paladar, olfato e tato. São eles que dão sentido, afeto e valores ao lugar.

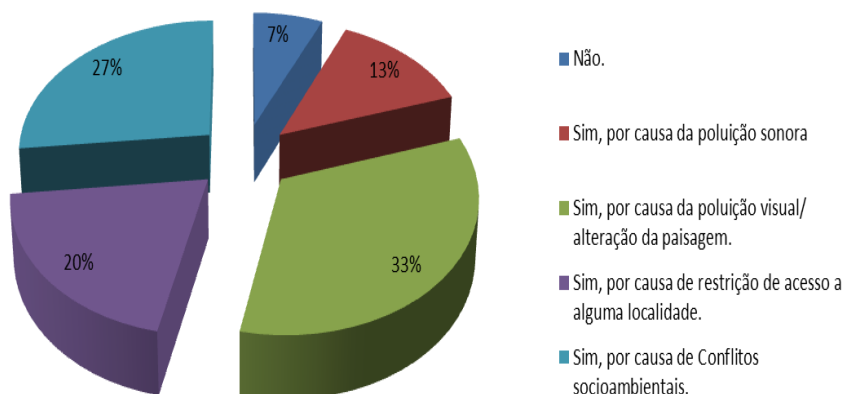
Figura 2: Os elementos que constituem a paisagem da localidade de Uberaba, Beberibe, Ceará.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Diversos problemas ambientais na percepção dos moradores foram apontados (Fig.3). Cerca de 40% dos entrevistados apontou a degradação dos campos de dunas. Esses moradores responderam que com a chegada da usina, “o morro diminuiu de tamanho”. Alegaram ainda prejuízo com as restrições de acesso às áreas de duna, impostas pelos administradores da usina, onde estão implantadas as estruturas do parque eólico.

Figura 3: Percentual da percepção dos moradores sobre problemas ambientais causados pela instalação da usina.



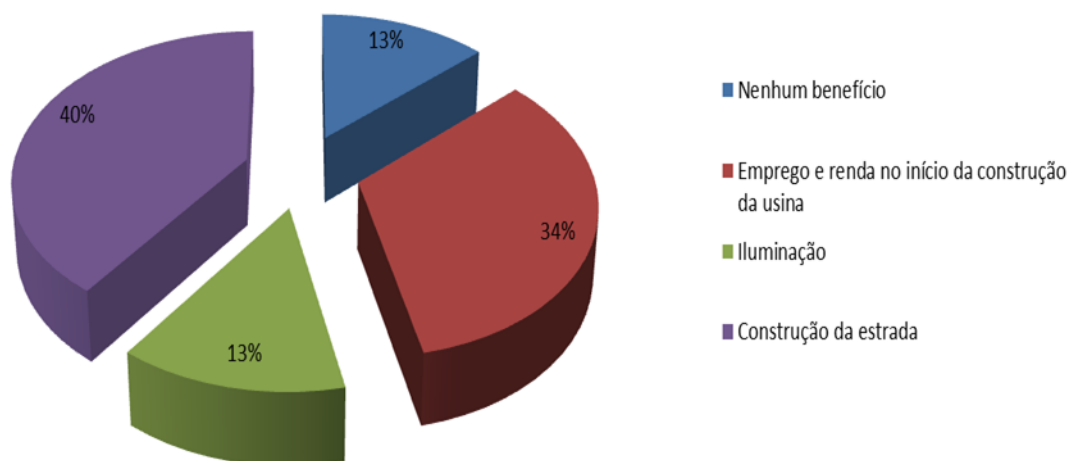
Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Os moradores também foram questionados a respeito de outros elementos. O percentual de 33% perceberam alterações na vegetação depois da implantação do parque. Segundo os mesmos, a retirada da vegetação foi realizada para ampliar a estrada e para construir as bases das estruturas para as hélices. Com relação aos ruídos, 13% das pessoas relataram incômodo. As construções mais próximas à usina sofrem mais diretamente com os ruídos dos aerogeradores.

PERCEPÇÃO SOCIOECONÔMICA DOS MORADORES DE UBERABA

A população ainda informou que a paisagem local foi transformada pela introdução desse empreendimento de grande porte, que gerou, a princípio, a expectativa de que a comunidade seria beneficiada economicamente e em termos de infraestrutura. Por um lado, quando questionados acerca dos benefícios que a usina eólica trouxe (Fig.4), os moradores de Uberaba indicaram a construção da estrada (40% dos entrevistados) como a principal melhoria na qualidade de vida, facilitando o acesso à localidade.

Figura 4: Resultados da percepção dos moradores de Uberaba relacionados aos benefícios com a implantação da usina.



Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

Por outro lado, a população que mora no entorno, relatou desconforto com a estrada carroçável, que devido à passagem de automóveis, gera muita poeira para as residências. Segundo a agente de saúde da comunidade, a população adquiriu alergias e doenças respiratórias, principalmente as crianças e os idosos.

Embora o problema com a poeira diminua no período chuvoso, a estrada alaga as moradias, pois as residências da rua principal têm nível mais baixo que a estrada. Foi preciso que os próprios moradores fizessem reparos, com a construção de muretas, na tentativa de solucionar o problema.

A via foi construída com o objetivo de proporcionar o transporte de estruturas pesadas para a montagem das torres. Como o tráfego de veículos pesados, os moradores relataram o aparecimento de rachaduras nas paredes das casas. Esse prejuízo não foi reparado pela empresa responsável pelo empreendimento. Por pertencer a terrenos públicos, a via é de responsabilidade do poder público.

A comunidade continua à espera de reparos na melhoria da estrada. Porém, a determinação das últimas gestões municipais consistiu em priorizar obras em outras localidades. Em Morro Branco e Praia das Fontes, onde a atividade principal é o turismo, há vias pavimentadas e sinalizadas, o que reforça a noção de descaso com a comunidade de Uberaba.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para solucionar impactos socioambientais ocorridos por conta da implantação e do funcionamento da usina eólica, faz-se necessário que os órgãos governamentais, iniciativa privada e a sociedade civil organizada unam esforços para desenvolver projetos que possam minimizar os conflitos e prejuízos. Mostra-se como passo fundamental a construção de um diálogo permanente com os moradores, para conhecer suas demandas e seus anseios e conservar os meio ambiente e a identidade da comunidade.

Torna-se essencial o acompanhamento e o monitoramento do processo de uso e ocupação do solo, minimizando as interferências das atividades humanas sobre o ambiente em suas diversas feições, em busca de recuperar ou restabelecer condições naturais que respeitem as dinâmicas e fluxos *in loco*. Almeja-se, portanto, a conservação das dunas e dos sistemas e recursos naturais do entorno.

REFERÊNCIAS

- HOLZER, W. A geografia humanista: uma revisão. **Espaço e cultura**, n. 3, p. 8- 19, 1996.
- JABER, S. Environmental Impactos of wind Energy. **Journal of Clean Energy Technologies**, v. 1, n. 3, p. 251-254, 2013.
- LIMA, M. Pesca Artesanal, Carcinicultura e Geração de Energia Eólica na Zona Costeira do Ceará. **Revista Terra Livre**, v. 31, p. 01-16, 2008.
- 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.130 -1 1304-132008.
- MEINIG, D. W. O olho que observa: dez versões da mesma cena. **Revista Espaço e Cultura**, v.1, n.13, p. 35-46, 2002.
- VASCONCELOS, F. P. *et al.* Riscos naturais e antrópicos na zona costeira. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 57, 2005, Fortaleza. **Anais eletrônicos...** São Paulo: SBPC/UECE, 2005, p. 3358 – 3365.
- VIEIRA, M. M. F.; ZOUAIN, D. M. **Pesquisa qualitativa em administração: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2005.
- TRALDI, M.. Implantação de parques eólicos no semiárido brasileiro e a promessa da geração de empregos. **Bahia Análise & Dados**, v. 27, p. 175-202, 2017.
- TUAN, Y. F. **Topofilia: um estudo da percepção. Atitudes e valores do meio ambiente**. São Paulo: Difel, 198



CAPÍTULO 7

LICENCIAMENTO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DE UM LOTEAMENTO EM CACHOEIRA DOURADA/GO

Fernando Dias de Oliveira, Especialização em Gestão Ambiental
Giuliano Tostes Novais, Doutor em Geografia e docente da Universidade Estadual de Goiás

RESUMO

Este artigo tem por objetivo fazer um estudo descritivo de um loteamento pertencente a Imobiliária Paes Leme LTDA. situado no município de Cachoeira Dourada (GO) com 10,14 hectares, localizado na setor nordeste da zona urbana. Todo o estudo ambiental desta área é parte da documentação exigida pela Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado de Goiás (SEMARH). É acompanhado juntamente com esta documentação, o Relatório Ambiental Simplificado (RAS), o Memorial de Caracterização do Loteamento (MCL) e outros relatórios pertinentes ao estudo. Neste artigo foi apresentada uma breve discussão de como o Brasil tem se comportado com respeito ao crescimento urbano, como as leis tem se evoluído conforme a demanda e, também, todo levantamento físico e socioambiental, destacando os impactos ambientais: na fase de planejamento, instalação e operação. Neste estudo também foi elaborado um mapa, no qual foi mostrada a divisão das quadras, lotes, praças e ruas, sendo enquadradas, portanto, no traçado da malha urbana de Cachoeira Dourada (GO).


PALAVRAS CHAVES: Estudo Ambiental . Loteamento . Impactos Ambientais

1 – INTRODUÇÃO

Desde meados da década de 50 o Brasil vem passando por um processo de urbanização constante, intensificado com a política econômica do governo de Juscelino Kubsticheck. Neste período, ocorreu um grande fluxo de pessoas do campo para a cidade, denominado de êxodo rural, provocando um crescimento intenso e desordenado. Nas grandes cidades do Centro-Sul, além do êxodo rural, também foi notado as migrações interregionais, tendo maior fluxo para a região Sudeste.

Devido a esta situação, estes movimentos migratórios se deu por conta do alto desenvolvimento tecnológico ocorrido no campo e o aparecimento de grandes empresas multinacionais, fazendo com que as grandes cidades fossem exageradamente urbanizadas e na maioria das vezes sem nenhuma organização.

Este crescimento caótico da expansão urbana nas cidades brasileiras tem sido identificados como “falta de planejamento”, trazendo desequilíbrios socioeconômico e



ambientais, onde neste processo muitos perdem e pouquíssimos ganham, objetivando o que chamamos de desigualdades sociais.

Diante do expostos, vários são os procedimentos para tentar organizar o processo de avanço da zona urbana, devido o alto grau de migrações em determinadas regiões. As regras vão surgindo conforme as suas necessidades, democratizando, assim, o acesso à terra e à qualidade de vida.

Constitucionalmente, o uso e ocupação do solo urbano são atribuições dos municípios. A Lei 6.766/1979 tem como objetivo impedir ou disciplinar o parcelamento do solo em áreas inadequadas à ocupação humana, especialmente quando esse tipo de ocupação representar riscos para a segurança da população ou para a preservação ambiental, como, por exemplo, terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação e áreas de preservação (MEDEIROS e LUDKA, 2010).


Quanto aos equipamentos urbanos como abastecimento de água, serviços de esgotos, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado, ainda a Lei 6.766/1979, adverte que o Poder Público poderá exigir, nos loteamentos, a reserva de faixa *nonaedificandi* destinada a esses equipamentos. Isso deixa claro que é papel do Poder Público, seja ele Federal, Estadual ou Municipal para tais funções sociais.

Neste caso, o parcelamento do solo para fins urbanos comporta ônus a serem suportados pelo empreendedor, como arcar com as obras de infraestrutura (rede de abastecimento de água, energia, pavimentação, etc.) nos termos da lei municipal, a sujeição a servidões de áreas *nonedificandi* e a transferência ao Município de áreas destinadas a sistema viário, equipamento urbano e comunitário e espaços livres, dentre outros (PINTO, 2007).

Na Constituição Federal de 1988 nos capítulos 182 e 183 determinaram os princípios e diretrizes gerais que regulamentam e ordenam as funções sociais da cidade, determinando assim, os primeiros passos para uma política de planejamento urbano (MOURA, 2008).

Contudo, essas leis de uso e ocupação do solo começam a organizar o comportamento do parcelamento do solo no Brasil. E, sendo assim, alguns conceitos vão aparecendo. O Registro de Loteamento Urbanos: orientações básicas (2011) define alguns deles:

- **Gleba** –É a área que ainda não foi objeto de arruamento ou loteamento;
- **Lote** –É o terreno servido de infraestrutura básica cujas dimensões atendam aos índices urbanísticos definidos no plano diretor ou lei municipal para a zona em que se situe;

- 
- **Loteamento** – É a subdivisão de gleba em lotes, destinados à edificação, com abertura de novas vias de circulação, de logradouros públicos ou prolongamento, modificação ou ampliação das vias existentes;
 - **Loteamento pendente deregistro e/ou aprovação** – É o loteamento em processo de aprovação na Prefeitura Municipal e ainda não registrado no Cartório de Registro de Imóveis;
 - **Loteamento regular** - É o loteamento devidamente aprovado pelo Poder Público e registrado no Cartório de Registros de Imóveis (CRI);
 - **Loteamento irregular** – É aquele que possui aprovação do Poder Público, registrado ou não, mas que o loteador não providenciou sua execução ou a execução se deu em desconformidade com o ato de aprovação ou as normas aplicáveis;
 - **Loteamento clandestino** - É clandestino o loteamento quando não possui a aprovação do poder público e/ou o registro no Cartório de Registro de Imóveis (CRI) competente, resultando inviabilizada a matrícula e individualização dos respectivos lotes; e
 - **Desmembramento** - É a subdivisão de gleba em lotes destinados a edificação, com aproveitamento do sistema viário existente, desde que não implique a abertura de novas vias e logradouros públicos, nem prolongamento, modificação ou ampliação dos já existentes.

Em 10 de outubro de 2001 o Congresso Nacional aprovou a Lei nº 10.257, mais conhecida como **Estatuto da Cidade**. Esta lei ainda é muito nova, entretanto, os sinais são claros de que a lei veio para possibilitar a revisão de antigos comportamentos. A aplicação deste instrumento, procura-se facilitar os investimentos públicos realizados e punir o uso inadequado, fazendo com que a propriedade urbana cumpra a sua função social. Além disso, poderá ser ampliada a oferta de imóveis no mercado imobiliário e promovido o uso e a ocupação de imóveis em situação de abandono, especialmente aqueles localizados na área central das grandes cidades, que poderão abrigar, por exemplo, o uso habitacional como forma de revitalização do centro urbano.

E, quando falamos em parcelamento do solo urbano, recai-se no direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, ao desenvolvimento, à moradia e à dignidade da pessoa, dentre outros direitos humanos fundamentais (ALTHAUS e ALBERTO, 2010).

Ainda a Constituição Federal prevê que a propriedade deve cumprir sua função sócio ambiental, tanto que ao tratar da política urbana, em seu art. 182, estabelece que

a política de desenvolvimento urbano, executada pelo Poder Público municipal, conforme diretrizes gerais fixadas em lei, tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar de seus habitantes. (ALTHAUS e ALBERTO, p. 382)

Althaus e Alberto (2010) argumentam que o loteamento, se empreendido de maneira a atender as diretrizes legais e sociais, revela-se como meio apto a viabilizar o desenvolvimento pleno da sociedade e não o mero crescimento econômico.

Neste contexto, este artigo terá como objetivo fazer um memorial descritivo de um loteamento localizado no município de Cachoeira Dourada (GO) para fins residenciais, levantando todo os aspectos ambientais e sociais tendo como resultado um mapa planialtimétrico.

2 – CACHOEIRA DOURADA (GO): ASPECTOS GERAIS

Nosso estudo de caso está localizado no município de Cachoeira Dourada (GO) que tem uma área de 521,13 km² e altitude estimada de 459 metros. Está inserido nas coordenadas geográficas 18°29'30" latitude Sul e 49°28'30" longitude Oeste (Fig. 01).

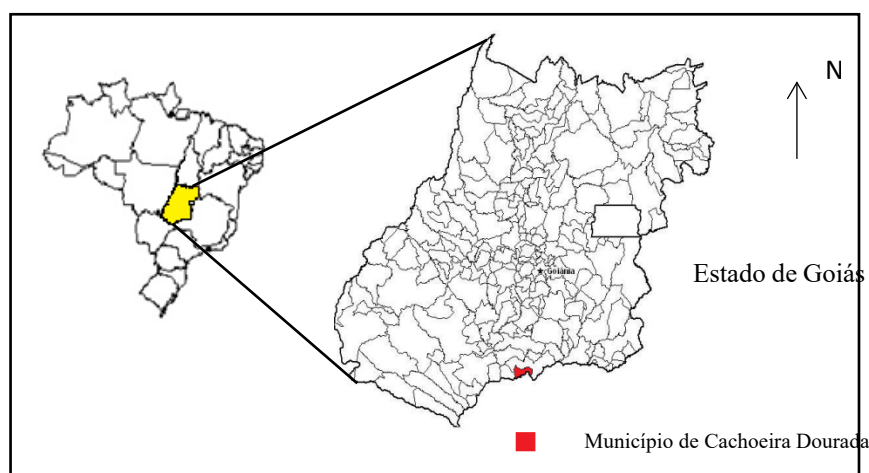


Fig. 01 – Mapa (sem escala) de localização do Município de Cachoeira Dourada (GO).
Adaptação: F. D. Oliveira, 2013.

O número de habitantes, segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), está em 8.254, sendo 5.357 na zona urbana e 2.897 na zona rural, dados de 2010. A distância da Capital Goiânia é de 234 km. O IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) – dados de 2000, segundo o SIEG (Sistema Estadual de Estatística e Informações Geográfica de Goiás) é de 0,759. Esse número é considerado pela ONU (Organização das Nações Unidas)

como índice de desenvolvimento médio. A área que será loteada para a construção de casas populares está localizada na zona urbana no setor nordeste, próximo a rodovia GO – 206, sob a coordenadas 28°29'18 75" latitude Sul e 49°28'15 63" longitude oeste (Fig. 02). Esta área é pertencente a Imobiliária Paes Leme LTDA de propriedade do Sr. Nelson Paes Leme.



Fig. 02 - Imagem de satélite a partir do Google Earth (sem escala). Verifica-se a malha urbana de Cachoeira Dourada (GO). Em vermelho destaca-se a área do empreendimento, no setor nordeste.

O distrito foi criado com a denominação de Cachoeira Dourada, pela Lei Municipal nº 386, de 27/09/1962, fazendo parte do Município de Itumbiara/GO. Emancipou-se como Município Sede em 01/02/1983.

Sobre a política Urbana, a Lei Orgânica do Município de Cachoeira Dourada – GO prevê no Art. 154 que

(...), a ser formulada no âmbito do processo de planejamento municipal, tem como objetivo o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental, em consonância com as políticas sociais e econômicas do município e com as diretrizes estabelecidas pela Lei Federal nº 10.257, de 10 de junho de 2001 – Estatuto da Cidade. (LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DOURADA - GO, 2011. p. 51)

O artigo 184 da Lei Orgânica de Cachoeira Dourada – GO ainda descreve que

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público, e à coletividade, o dever de defendê-lo, recuperá-lo e preservá-lo.

Parágrafo único - Para assegurar a efetividade desse direito, cabe ao Poder Público:

I - preservar a diversidade biológica de espécies e ecossistemas existentes no Município;

II - conservar e recuperar o patrimônio geológico, cultural e paisagístico;

III - inserir a educação ambiental em todos os estabelecimentos de ensino do Município, ou

com ele conveniados, promover a conscientização pública para a preservação do meio ambiente e estimular práticas conservacionistas;

IV - assegurar o direito à informação verídica e atualizada em tudo o que disser respeito à

qualidade do meio ambiente;

V - controlar e fiscalizar a produção, comercialização, transporte, estocagem e uso de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida e o meio ambiente.

VI - elaborar e executar o Programa Anual de Defesa do Meio Ambiente. (LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DOURADA - GO, 2011. p. 52)

A Constituição de 1988 obriga as cidades acima de 20 mil habitantes de se ter um Plano Diretor. No caso de Cahoeira Dourada – GO, existe pouco mais de 8 mil habitantes, não devendo, assim, a obrigatoriedade de se ter um Plano Diretor, como não tem. Mas de acordo com a Lei Orgânica, 2011, descreve que o Plano Diretor, deverá ser aprovado no prazo máximo de 02 anos, diante da a homologação desta lei, sendo instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.

No caso do loteamento serão construídas residências populares (Fig. 03) que de certa forma causarão impactos ao meio ambiente, então é de suma importância o estudo prévio de sua função, mesmo sendo considerada uma área pequena. Logo, há necessidade da divisão e as medições da área para o parcelamento (Tabela 01).

Tabela 01 – Áreas das Quadras

ORDE M	DISTRIBUIÇÃO	m²	%
10	1 – Quadra	8.070,4	7,93
11	2 – Quadra	8.084,7	7,94
12	3 – Quadra	4.746,9	4,66
13	4 – Quadra	5.307,6	5,21
14	5 – Quadra	3.218,0	3,16
15	6 – Quadra	3.318,8	3,36
19	7 – Quadra	4.734,4	4,65
20	8 – Quadra	4.734,4	4,65
21	9 – Quadra	5.554,5	5,45
22	10 - Quadra	3.897,2	3,83
23	11 – Quadra	5.341,0	5,24
24	12 – Quadra	2.844,0	2,79
28	13 – Quadra	4.908,5	4,80
31	14 – Quadra	2.772,7	2,72
Praça 01		420,67	0,41

Praça 02	657,37	0,64
Ruas	33.130,0	32,56
Área total da gleba	101.741,14 = 10,17 hectares	100,00

Fonte: Medidas coletadas em campo com estação total (Gowin) e organizadas no AutoCad 2009. (Nery, 2012)



Fig. 03 – Modelo de residência popular que será construída na área do empreendimento, com dois dormitórios, sala, banheiro e cozinha, contendo 53 m² (esquema para simples observação).

Para fazer a divisão dos lotes e o mapa planialtimétrico, as medições foram feitas em campo com o aparelho estação total da marca *Gowin* (Fig. 04) com leituras diretas de 1 segundo e precisão de 2". Para a construção das curvas altimétricas foram feitas em espessamento de 25 em 25 metros, para a coleta dos pontos. Logo após as medições, os dados foram inseridos no *AutoCad 2009*, onde se teve como o resultado o mapa planialtimétrico.



Fig. 04 – Aparelho estação total marca Gowin utilizada para a coleta dos dados para a confecção do mapa planialtimétrico. (Foto representativa, 2012 – Bruno Nery)

Os impactos ambientais referentes à construção de casas populares em Cachoeira Dourada (GO) estão detalhadamente descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Matriz de impactos da área – Loteamento “Amanhecer na Cachoeira”

Ações do Empreendimento Fatores Geradores de Impacto		Qualidade do ar	Níveis de Ruídos	Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos	Geomorfologia / Solos	Cobertura Vegetal	Uso do Solo	Interferências no Sistema Viário Local e Regional	Economia Regional	População e Qualidade de Vida
Fase de Planejamento	Divulgação do Empreendimento									X
	Contratação de mão de obra									X
Fase de Implantação	Instalação do canteiro de obra			X				X		
	Mobilização de máquinas e equipamentos			X				X		
	Limpeza do terreno e remoção da camada superficial do solo			X				X		X
	Abertura do sistema viário interno			X				X		X
	Movimentação de terra			X				X		X
	Instalação dos sistema de drenagem, de energia, telefonia e saneamento			X						
	Pavimentação do sistema viário interno									
	Interligação do sistema viário municipal							X		

	Desmobilização de mão de obra contratada									
Fase de Operação	Construção das edificações									X
	Geração de esgotos e resíduos de natureza doméstica			X						
	Geração de tráfego									
	Aumento da superfície impermeabilizada			X						


Fonte: Adaptação – EIA/RIMA: Loteamento Alphaville Jundiaí – Jundiaí/SP, 2008. p 17. Disponível em: http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Alphaville-Jundiai_02-06-08.pdf . Acesso em: 12/02/2013. Adaptação: F. D. Oliveira, 2012.

Podemos reparar, conforme a Tabela acima, que mesmo sendo utilizado para fins sociais (construção de casas populares) o impacto ambiental é bastante considerável. Entretanto, este impacto considera-se positivo, pois trará para o município novas gerações de emprego, valorização imobiliária, crescimento da demanda por serviços, aumento do IPTU sobre os terrenos próximos, valorização imobiliária e o crescimento da atividade econômica. Mas também podemos observar fatores negativos, como por exemplo fatores que causam desequilíbrios nos mananciais superficiais e subsuperficiais (impermeabilização do solo, compactação do solo, excesso de águas superficiais, carreamento de sedimentos para as partes mais baixas, causando assoreamento e outros). Devido a todos esses problemas impactantes, é de extrema importância fazer um estudo da área, elaborando propostas viáveis que minimizam a degradação do solo, da água e do ar.

O estudo ambiental também é de exigência da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SEMARH – GO) para tal regularização perante ao órgão. Contudo, será exigido a elaboração do Relatório Ambiental Simplificado - RAS, indispensável ao processo de Licenciamento Ambiental de loteamentos no Estado de Goiás em observância a Lei Nº 6.766/79, Resoluções CONAMA 412/2009 e 237/97.

No RAS os estudos terão que contemplar a identificação epreendendor, caracterização do empreendimento, caracterização do projeto urbanístico, obras de infraestrutura, diagnóstico ambiental da área, identificação dos impactos ambientais, medidas de controle, mitigação e compensação dos impactos e apresentar cronograma físico de implantação de obras. Este relatório será exigidos para para áreas de até 100 hectares. Sendo assim, observa-se então a área do loteamento em estudo de 10,14 hectares, fazendo-se necessário este relatório.

O Memorial de Caracterização do Loteamento (MCL) também será exigido pela SEMARH, como parte integrante do licenciamento. Neste memorial serão levantado todas as



medidas das quadras e dos lotes e toda a parte estrutural e física do empreendimento e do seu entorno.

3 - INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO

3.1 – SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

A empresa que cuida do saneamento básico do município de Cachoeira Dourada - GO é a Saneago (Saneamento de Goiás – S.A.). A cidade conta com 1.932 domicílios com ligações de água (dados de 2010 – SIEG), garantindo assim água potável para os mais de cinco mil habitantes da zona urbana.

A água que chega até as torneiras da população vem de uma captação do Rio Paranaíba e dali é bombeada para uma ETA (Estação de Tratamento de Água) que fica próxima à cidade.


Na área que será construída as residências populares, o ligamento à rede de água potável será de imediato, garantindo assim o saneamento básico à futura população do lugar.

3.2 – SISTEMA DE ESGOTO SANITÁRIO

A cidade tem 1.384 domicílios com ligações em rede de esgoto, com uma extensão de 24.152 metros (dados do SIEG - Sistema Estadual de Estatística e de Informações Geográficas de Goiás – 2010) com prioridade para alcançar 30.000 metros, segundo as estatísticas observadas no site do SIEG. Com toda essa extensão (24.152 metros de rede de esgoto), não contempla uma minoria da população, obrigando-a a construir fossas sépticas.

No tocante à área de construção das residências populares, terá que ser apresentado junto com o Memorial Descritivo do Loteamento (MCL) e o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) , um projeto hidrossanitário, que cita a construção da fossa séptica e do sumidouro segundo normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e da SEMARH (Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Goiás). Essa fossa séptica será construída a 4 (quatro) metros à frente de cada casa construída, no mesmo alinhamento do banheiro e da cozinha, lugares de descarte de efluentes. A matéria orgânica produzida dentro da fossa séptica será coletada por um caminhão da prefeitura que passará anualmente.

O sistema de fossa séptica e sumidouro das residências populares ficarão à espera de um futuro ligamento à rede de esgoto a ser feito pelos administradores de Cachoeira Dourada



– GO e Saneago. A localização da fossa séptica e sumidouro facilitará esse ligamento, por estar à frente do terreno, no mesmo alinhamento do passeio.

3.3 – ÁREA DE INTERESSE PAISAGÍSTICO

As áreas de interesse paisagístico, locados no mapa planialtimétrico cadastral como Praça 01 e Praça 02, terão uma área de 420,67 m² e 657,37 m² respectivamente, somando 1.078,04 m². Em razão de a área ser um projeto antigo, década de 1950, conforme escritura do empreendimento, o loteamento segue todo um projeto urbanístico da cidade de Cachoeira Dourada-GO, não havendo, portanto, a necessidade de ter um espaço livre, bastando, porém, as duas praças já citadas no projeto.

4 – INFORMAÇÕES SOBRE O ASPECTO FÍSICO DO EMPREENDIMENTO

4.1 – SOLOS

A área de implantação do empreendimento (Construção de residências populares) está localizada na zona urbana de Cachoeira Dourada – GO – Setor Nordeste. O solo desta área é classificado como Latossolo Roxo Argiloso, caracterizado pela sua aparência vermelho-roxeada inconfundível, devido à presença de minerais de ferro. Esse tipo de solo é resultado de milhões de anos de decomposição de rochas basálticas. Geologicamente, essas rochas basálticas pertencem à Formação Serra Geral do Grupo São Bento.

Segundo o ensaio *in situ* de percolação da água no solo, com o aparelho de *Guelph*, realizado na área do empreendimento, verificou-se uma velocidade de $4,5 \times 10^{-5}$ cm³/s, facilitando a construção das fossas sépticas e sumidouro, não tendo a contaminação do lençol freático. Com essa velocidade, o processo de oxigenação da água que infiltra no solo será maior, gerando o mínimo de contaminação possível do lençol freático (Fig. 05).



Fig. 05 – Em primeiro plano verifica-se o aparelho de Guelph para medição da água no solo (teste de percolação) e ao fundo o Latossolo Roxo (F. D. Oliveira, 01/2012).

4.2 – VEGETAÇÃO

A vegetação natural encontrada na área do empreendimento é de Floresta Estacional Semidecidual (Mata Atlântica) (Fig. 06). Atualmente, essa vegetação quase não existe no entorno e na área, pois foi substituída por pastagens, com exceção das partes mais baixas do terreno, onde ainda podemos encontrar uma vegetação mais arbórea, respeitando as margens dos cursos d'água. Hoje, com o crescimento da cidade, essa área onde será construída as casas populares está passando por um processo de urbanização (casas, ruas, praças...).

Mediante o exposto, a área, já consolidada e pertencente ao mesmo proprietário desde a década de 50, seguirá todas as normas pertinentes ao meio ambiente, que no caso, destinará 15% de sua área a locais verdes, o que trará mais qualidade de vida para os futuros usuários da área.

Fig. 06 – Verifica-se pastagem e ao fundo pequenas manchas de floresta estacional semidecidual (F. D. Oliveira, 01/2012).



4.3 – CLIMA


O clima da região é classificado, segundo a classificação de Köppen, como Cwa, ou seja, quente e úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno com temperatura média anual que oscila entre 22° C e 24° C, e temperatura máxima podendo ultrapassar 35° C. (CABRAL,2006).

A precipitação média anual está entre 1200 e 1600 mm, concentrando-se de outubro a abril (estação chuvosa). As médias mensais nesse período variam entre 100 a 350 mm, enquanto na estação seca, que ocorre de abril a setembro, o índice pluviométrico varia de 0 a 100 mm, o que caracteriza um período de deficiência hídrica e um período mais frio (CABRAL, 2006).

4.3 – RECURSOS HÍDRICOS

O município de Cachoeira Dourada – GO é banhado pelas águas do Rio Paranaíba e seu afluente da margem direita, o Rio Meia Ponte.

O curso d'água que percorre a oeste da zona urbana do município é denominado córrego Cantagalo, afluente da margem direita do Rio Paranaíba.



Atualmente, o reservatório da Usina Hidrelétrica de Cachoeira Dourada – GO (Fig. 03) cobre praticamente toda extensão do perímetro urbano da cidade, atração turística do município. No caso da extensão de terra destinada à construção das casas populares, objetivo do nosso estudo, se localiza aproximadamente a 1000 (mil) metros do reservatório, no setor nordeste, seguindo assim, as normas de proteção ambiental das margens do reservatório.

A água subterrânea do perímetro urbano da cidade aflora a mais ou menos 10 metros de profundidade no período de seca (maio a setembro). No período chuvoso, o lençol d'água se localiza a mais ou menos 07 (sete) metros de profundidade.

4.4 – TOPOGRAFIA

Topograficamente, Cachoeira Dourada - GO constitui uma região bem plana, pertencente a planície aluvial do Rio Paranaíba, que não ultrapassa 5% de declividade. Sua altitude varia entre 400 a 460 m. Quanto à área de construção das casas populares, os terrenos ocupam uma extensão que varia de plano a sub plano, com declividades que raramente ultrapassam a 3%.

5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento da zona urbana no Brasil se dá a partir da década de 50 e depois ganhou força com o presidente Juscelino Kubsticheck. Com um ideário extremamente desenvolvimentista, o Brasil foi colocado na rota das grandes multinacionais, principalmente as empresas automobilísticas.

Contudo, as migrações interregionais e o êxodo rural trouxeram o aumento de pessoas para estas cidades industrializadas e em seguida moradias em locais impróprios para o homem, trazendo impactos socioambientais, sendo um problema para os administradores brasileiros.

Conforme a demanda aumenta, as “regras do jogo” vai se transformando, isto é, leis mais severas para o uso e ocupação do solo, moralizando e organizando o processo do avanço da zona urbana.

O nosso estudo de caso se passa em um município com mais de 8 (oito) mil pessoas, Cachoeira Dourada (GO), que para a legislação (Lei nº 10.257/01) não é obrigatório o Plano Diretor, documento elaborado pelos municípios para organizar o uso e ocupação do solo. Mas

mesmo assim, na lei orgânica do município, o Plano Diretor será elaborado depois de 02 (dois) anos, mediante a publicação da Lei Orgânica que foi definida em 2011.

Todos os estudos ambientais é de exigência da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH). Nestes estudos consta o RAS (Relatório Ambiental Simplificado) e o Memorial de Caracterização do Loteamento (MCL), juntamente com o mapa planialtimétrico da área.

REFERÊNCIAS

ALTHAUS, Ingrid Giachini e ALBERTO, Tiago Gagliano Pinto. Meio ambiente e desenvolvimento: análise do caso de parcelamento irregular do solo na perspectiva dos direitos humanos. **Revista Direito Econômico Socioambiental**. Curitiba, v. 1, n. 2, p. 367-394, jul./dez. 2010.

BENEVOLO, Leonardo. **A história da cidade**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2011.

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

CABRAL, João Batista Pereira. Análise da sedimentação e aplicação de métodos de previsão para tomada de medidas mitigadoras quanto ao processo de assoreamento no Reservatório de Cachoeira Dourada (GO/MG). **Tese de Doutorado**, 2006. 194 p. Disponível em: dspace.c3sl.ufpr.br. Acesso em 04/02/2013.

EIA/RIMA: **Loteamento Alphaville Jundiaí** – Jundiaí/SP, 2008. p 17. Disponível em: http://www.comitepcj.sp.gov.br/download/Alphaville-Jundiai_02-06-08.pdf . Acesso em: 12/02/2013.

ESTATUTO DA CIDADE: **guia para implementação pelos municípios e cidadãos**: Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes gerais da política urbana. – 2. Ed. – Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2001 – 273 p.


<http://www.semarhtemplate.go.gov.br/>. Acesso em: 04/02/2013.

<http://www.sieg.go.gov.br/>. Acesso em: 04/02/2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/>>. Acessado em: 03/01/2013.

LEI DO PARCELAMENTO DO SOLO URBANO. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências. Disponível em: <http://planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm>. Acesso em: 15/04/2012.

LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO DE CACHOEIRA DOURADA – GO. Disponível em: http://camaradecachoeiradourada.go.gov.br/portal/lei_organica.pdf. Acesso em: 04/02/2013.



MEDEIROS, Dyego Rafaelly Medeiros de e LUDKA, Vanessa Maria. **Uso e Ocupação do Solo da Nova Sede do Município de Campo Magro – PR**, 2010. Disponível em: www.anppas.org.br/cd/artigos/GT--837-20100903190110.PDF. Acesso em: 03/01/2013.

CABRAL, Érico de Pina e MENDONÇA, Jales Guedes Coelho (Org). **Registro de Loteamentos Urbanos: orientações básicas**. Centro de apoio operacional do meio ambiente e consumidor. Goiânia, 2011.

MOREIRA, Ruy. O espaço e o contra-espaço: as dimensões territoriais da sociedade civil e do Estado, do privado e do público na ordem espacial burguesa. In: SANTOS, Milton. et al. **Território, territórios: ensaios sobre ordenamento territorial**. 3. ed. Rio de Janeiro: Lamparina. 2007.

MOURA, Rosa. **Políticas públicas urbanas: ausências e impactos**. In: MENDONÇA, Francisco. **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: Ed. UFPR, 2004.

PINTO, V. C. Ocupação irregular do solo e infra-estrutura urbana: o caso da energia elétrica. In: FREITAS, J. C. (Coord.). **Temas de direito urbanístico 5**. São Paulo: IMESP, 2007. p. 111-112.

RESOLUÇÃO CONAMA n. 237, de 19 de dezembro de 1997. Publicada no DOU n. 247, de 22 /12/1997, Seção 1, páginas 30841-30843. **Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>. Acesso em: 03/01/2013.

RESOLUÇÃO n. 412, de 13 de maio de 2009. Publicado no DOU nº 90, de 14/05/2009, p. 75-76. **Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de novos empreendimentos destinados à construção de habitações de Interesse Social**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=605>. Acesso em: 03/01/2013.

CAPÍTULO 8

TINTA ECOLÓGICA COMO FATOR DE INTEGRAÇÃO SOLIDÁRIA, SOCIAL E AMBIENTAL EM COMUNIDADES RURAIS E URBANAS

Antônio Olavo de Souza, Mestre em Educação e Especialista em Educação Ambiental. Professor de Gestão e Cooperativismo, IFRN

Geovana Rodrigues do Nascimento, estudante do 3º período do Curso Técnico em Controle Ambiental, IFRN

Giovanna Karolina da Silva Monteiro, estudante do 3º período do Curso Técnico em Controle Ambiental, IFRN

RESUMO

O projeto socioambiental no IFRN é uma prática de políticas públicas da área de Extensão, que realiza visitas semanais as escolas públicas ou comunidades organizadas, para orientar através de palestras e oficinas ambientais voltadas a coleta e a separação de resíduos sólidos e líquidos, além de desenvolver oficinas com óleos residuais e outras práticas de conservação da natureza. Uma das experiências mais exitosas desse projeto, tem sido a formação de mutirões na ação socioambiental de pintar e colorir todas as casas e ambientes degradados em cada comunidade de prática em que atuamos, através do uso da tinta da terra (barro, água, goma e um pigmento natural) uma ação de solidariedade que tem envolvido a união com participação e a integração das famílias e tem como objetivo melhorar a aparência das residências e gerar autoestima nos moradores dessas comunidades, através do uso de um produto ecológico, sustentável e de baixo custo, que tem gerado satisfação através da melhoria da higiene, da limpeza e da salubridade dos ambientes e como resultados, deixar todas as comunidades visitadas envolvidas com um propósito comum (o embelezamento e a recuperação do design da sua comunidade, bem como, a conscientização quanto ao uso racional dos recursos naturais da terra, que são finitos, em consonância com os princípios da Permacultura). Após separarmos os produtos e explicarmos as utilidades de cada um deles e sua aplicabilidade, os participantes passam a aprender a misturar os produtos de acordo com as diversas formulações, quantidades e padrões das cores das tintas da terra, e posteriormente seguimos com a parte prática, passando a demonstrar a tinta em muros escolares e residências, para que melhor entendam a proposta da Permacultura, de que é possível mudar os ambientes degradados através da criatividade e da educação artística no interior das escolas e outros ambientes coletivos como as comunidades rurais isoladas, eliminando as tintas químicas que poluem a natureza. As tintas ecológicas são tintas formuladas com matérias-primas naturais, sem componentes sintéticos. Já foram realizadas de forma participativa nos últimos 10 anos, 104 eventos utilizando a tinta, seja em residências, escolas e comunidades, onde as famílias doam o barro e a mão de obra e o IFRN os demais materiais, além da orientação e do acompanhamento técnico. A satisfação com os resultados expressos nos rostos dos beneficiados após vivenciarem as mudanças que embelezam as suas residências, nos animam cada vez mais a continuar espalhando solidariedade, amor e zelo pela sustentabilidade e pela ecologia, através de conhecimentos e informações sobre as ideias e princípios que caracterizam a Permacultura. A ACAPORD, uma Associação de Pessoas com Deficiências, desenvolve a sociabilidade e a psicomotricidade dos seus alunos especiais, colocando-os para pintar ambientes degradados na cidade.


PALAVRAS-CHAVE: Tinta da Terra; Permacultura; Sustentabilidade; Solidariedade; Vulnerabilidade Social.




INTRODUÇÃO

Os princípios da Permacultura foram idealizados pelos cientistas australianos Bill Mollison e David Holmgren na década de 1970 e por se tratar de um tema relevante, ganhou notoriedade e o conceito foi difundido, chegando rapidamente na América do Norte e Europa, e surgindo posteriormente na América Latina e no Brasil. O significado da palavra “permacultura” vem da Língua Inglesa Permanent Culture, ou seja, “cultura permanente”. A permacultura, segundo Bill Mollison (1999), consiste na “elaboração, implantação e manutenção de ecossistemas produtivos que mantenham a diversidade, a resiliência, e a estabilidade dos ecossistemas naturais, promovendo energia, moradia e alimentação humana de forma harmoniosa com o ambiente”. Fundamentada nos sistemas naturais, como modelos, ela trabalha com a natureza para projetar ambientes sustentáveis que possam prover as necessidades humanas básicas, bem como as infraestruturas que as apoiam. Os princípios éticos da Permacultura, se estruturam em “cuidar da terra, cuidar das pessoas, compartilhar excedentes, desenvolver soluções naturais, ecológicas e sustentáveis”. A sua proposta afirma que é possível melhorar os ambientes coletivos sem utilizar tintas químicas, que poluem a natureza, ou adotando a compostagem como forma de aproveitamento das sobras de alimentos para produzir adubos orgânicos e recuperar fertilizando os solos empobrecidos, além do reaproveitamento das cascas de frutas ricas em vitaminas no preparo de novos alimentos, o que acontece também no desenvolvimento da cultura orgânica, que é baseada em sistemas sustentáveis livres de pesticidas que são prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Em virtude disso, foi formulado o conceito da Tinta Ecológica, “que são tintas formuladas com matérias-primas naturais, sem componentes sintéticos ou insumos derivados do petróleo”, na visão de Bill Mollison (1999). Um fato interessante é que existem normas internacionais para as pinturas ecológicas que determinam, por exemplo, que as quantidades de compostos orgânicos voláteis (COVs), que são substâncias derivadas do petróleo, não excedam 0,1% do volume total.

O processamento da Tinta Ecológica faz parte do projeto desenvolvido pelos alunos do IFRN- Campus João Câmara e Natal Central, e tem como um dos locais de realização das oficinas de tintas, o bosque arborizado da Instituição, para onde os alunos que visitam semanalmente o Museu de Minérios do RN, são encaminhados, e tem a oportunidade de conhecer o processo da compostagem e de produção de mudas, além da oficina de tintas propriamente dita, cujos componentes são: barro, água, goma e um pigmento. Sendo uma ação social que perpassa o ambiente da Instituição ao também visitar escolas públicas e comunidades organizadas, envolvendo a integração e a colaboração dos participantes com o objetivo de



promover o embelezamento e a recuperação estética dessas escolas e comunidades, sendo uma alternativa apresentada como um produto de durabilidade semelhante as tintas sintéticas, reconhecida dentro da cadeia de valor da sustentabilidade, como um produto capaz de causar impacto social e ambiental, tanto pelo apelo ecológico e também, por ser de baixo custo, ideal para uso em ações comunitárias em ambientes de maior vulnerabilidade social e promover a auto estima dos beneficiados. Dessa forma, motivamos esses grupos organizados para a ação socioambiental de pintar e colorir todas as casas e ambientes degradados em cada comunidade ou escolas, em que o projeto interage e promove ações educativas e ambientais, sendo experiências construtivas e inspiradoras para cada participante. De forma participativa e solidária, já foram realizados 104 eventos utilizando a tinta, seja em residências, escolas e comunidades, onde as famílias doam o barro e a sua mão de obra de forma cooperada e o IFRN os demais materiais, além da orientação e do acompanhamento técnico. O manuseio simples dos materiais e as explicações necessárias fazem com que essas oficinas proporcionem uma contribuição de caráter ambiental e social, além de estimular as pessoas a tornarem-se partes conscientes de soluções frente aos inúmeros problemas ambientais enfrentados pela sociedade, em escala regional e global. Pretendemos também com essas oficinas, capacitar pais de família e jovens empreendedores ambientais no ofício da pintura, para trabalhar com a tinta, oferecendo essa prática como um serviço remunerado e gerador de trabalho e renda, considerando as oportunidades em que as famílias gostam de pintar suas casas anualmente por ocasião do Natal, sendo ainda, portanto, uma ótima oportunidade de eliminar o Óxido de Cálcio do ato de cair, substituindo-o pelos elementos naturais e sustentáveis, além de multiplicar a filosofia da Permacultura, que incentiva as famílias a reduzirem os desperdícios e a adotarem uma vida com o máximo de simplicidade e o aproveitamento da produção orgânica e sustentável. Holmgren 2002, um dos pais da Permacultura, estabeleceu em seus estudos dois diagramas, que ele chamou de princípios da Permacultura: O primeiro deles e o mais importante, ele chamou de Princípios Éticos, entre os quais destacamos a preocupação com a Partilha Justa, que se aproxima dos princípios e fundamentos da Dádiva; da Cooperação; da Solidariedade e da Participação. E também estabeleceu os Princípios do Design, em número de 12 elementos à saber: 1- Observe e Interaja; 2 – Capte e armazene Energia; 3 – Obtenha rendimento; 4 – Pratique a auto regulação e aceite o Feed Back; 5 – Use e valorize Serviços e Recursos Renováveis; 6 – Não produza Desperdícios; 7 – Design, projete e planeje partindo de padrões para chegar aos detalhes; 8 – Integrar ao invés de Segregar; 9 – Use soluções pequenas e lentas; 10 – Use e valorize a Diversidade; 11 – Use as bordas e valorize os elementos marginais; 12 – Use a Criatividade e responda as Mudanças. Lamentavelmente, a sociedade atual e as




Instituições de ensino, ignoram esses princípios e ensinamentos, num século pautado pelo egoísmo exacerbado, pelo distanciamento da ética, do caráter cidadão e da despreocupação com a conduta ilibada, onde o Ter, sempre está muito distante da sua necessária relação simbiótica com o Ser, através da falta de partilha, da solidariedade, da dádiva e da cooperação, na busca de promover a redução das desigualdades regionais e mundiais, com mais educação e oportunidades de trabalho, maior preocupação com o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Diante dessa realidade ambiental perversa e que preocupa a humanidade como um todo e com o aprofundamento desses problemas como fatores agravantes a sobrevivência do planeta, estamos formulando os seguintes questionamentos e hipóteses, para os quais não conseguimos respostas objetivas, consistentes e adequadas até hoje.

- A) Porque mesmo com a lei Federal 12.305/10 em vigor e que responsabiliza a Sociedade, as Escolas e as Autoridades Públicas de cada Município para que de forma tripartite assumam as responsabilidades pela destinação dos Resíduos Sólidos e a implantação da Reciclagem, além da implantação de Aterros Sanitários em seus Municípios e mesmo decorridos 10 anos da referida lei, apenas, 25% dos 5.570 Municípios tem Aterros Sanitários em operações hoje, muitos em situações precárias de funcionamento, mesmo havendo recursos subsidiados para esses Projetos pela Caixa?
- B) Porque os 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2.030, subdivididos em 169 metas pactuadas e assinadas pelos 163 Países integrantes do Conselho de Segurança da ONU seguem sendo desrespeitados, com metas mínimas cumpridas, seja por países ricos ou pobres, aumentando dessa forma as desigualdades, a pobreza, os desperdícios, além da falta de oportunidades de empregos para a maioria da sociedade marginalizada pelo pouco nível de escolaridade e incapazes de fazer frente as novas tecnologias impostas pela Indústria 4.0? Mesmo sendo o lema da Agenda 2.030 englobada por todos esses países, que propagam, que o objetivo fundamental da Agenda é chegar em 2.030 “sem deixar ninguém para trás” trata-se de um contrassenso, diante da triste realidade social, ambiental e educacional vigente no mundo atual, tornando-se apenas um sonho ainda distante, acalentado por educadores, ambientalistas e pequena parte da sociedade.

METODOLOGIA



A metodologia desenvolvida é a sócio interacionista, ou crítica dos conteúdos, onde buscamos colocar os participantes no centro das ações, como membros ativos e participativos, contribuindo assim, para o envolvimento coletivo da população, que se mobiliza pela oportunidade da ocorrência do aprendizado, por meio das trocas de informações e experiências com essas comunidades de práticas que apoiamos. A referida prática envolve ainda: conhecimentos sobre a realidade ambiental vigente e, como os presentes podem contribuir para uma mudança de comportamento coletivo, voltado a uma conservação maior do meio ambiente, assim como a disseminação dos princípios sustentáveis da Permacultura e da Tinta Ecológica.

A realização do Projeto desenvolve os seguintes percursos instrucionais:

1 – Divulgação do projeto entre as escolas que visitam o Museu de Minérios do IFRN – Quando as diversas escolas públicas marcam visitas semanais ao Museu, somos informados e fazemos a oferta da continuidade da visita, via oficinas diversificadas.


2 – Aceito o convite e definido pelos visitantes as oficinas do seu interesse, que podem ser: de Sabão Ecológico; desinfetante ou detergente, entre outras, todas elas utilizando óleos residuais, além da Tinta Ecológica, da Compostagem Orgânica, do Plantio de Mudas, ou para assistirem a uma Palestra Ambiental, entre outras atividades práticas.

3 – As Oficinas da Tinta Ecológica, iniciam - se por meio de dinâmicas sobre educação ambiental e a sustentabilidade econômica e social, como também através de palestras sobre Empreendedorismo, Economia Circular ou Negócios Sociais, para despertar o interesse e a participação coletiva dos presentes.

4 – As Tintas Ecológicas são produzidas com matérias-primas naturais, e os participantes aprendem a preparar, ao misturar quatro ingredientes diversificados como: a água, o barro, a goma e um pigmento em cores, ou usando as cores naturais do próprio barro, que caracteriza a tinta da terra, passando a utilizá-las em murais, paredes ou em cartazes, como bens da natureza.

5 – O processo envolve a mistura dos aglutinantes que unem as partículas, fazendo a tinta aderir as superfícies; como a goma de tapioca; a gema de ovo, o alho, o cerume das árvores ou a cola branca, e os solventes, como a água, que permite o estado líquido, mantendo o pigmento e o aglutinante juntos e em suspensão, até serem aplicados.

6 – Recomendações para uma melhor qualidade da Tinta: Como o barro pesa mais do que a água e geralmente se acumula no fundo do balde, assim como a cola, para uma boa



pintura, faz-se necessário levar o pincel ao fundo do balde e agitar a massa para obtermos a homogeneidade e uma boa mistura entre os três ingredientes.

7 – Recomendações para uma melhor qualidade da Tinta: Para pintar ambientes internos, o aglutinante deve ser a goma de tapioca ou a gema de ovo, alho. Para ambientes externos, devemos utilizar a cola branca de madeira, que tem maior durabilidade e resistência ao tempo.

8 – Recomendações para uma melhor qualidade da Tinta: Como toda pintura, para obtermos uma boa fixação, faz-se necessário, raspar a tinta antiga e criar aderências para a nova Tinta.

Assim, cada participante, poderá compreender melhor a proposta da Permacultura, e melhor entender que é mais viável usufruir de meios ecológicos sem ter que usar tintas químicas para pintar ambientes coletivos, onde a sociedade colabora de maneira mais consciente com a natureza, além do baixo custo da tinta, do fácil aprendizado para a sua aplicação, uso da variedade de cores, tornando os ambientes mais bonitos e coloridos, além de ser um processo sustentável e que não agride e nem polui o meio ambiente.

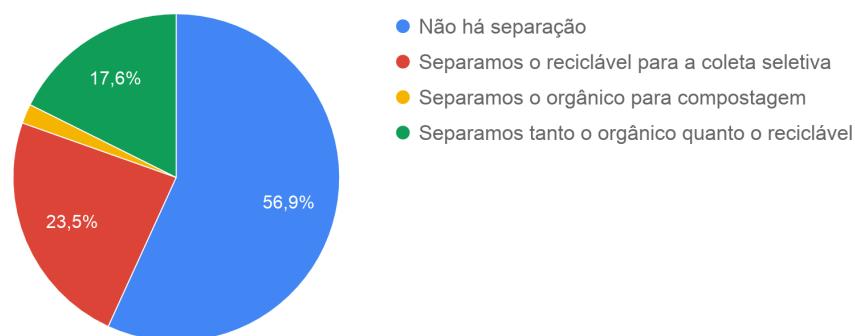
RESULTADOS OBTIDOS

O presente estudo demonstrou que a partir da matéria-prima obtida das diversas Cores da Terra, é possível preparar tintas diversificadas que, por sua vez, podem ser utilizadas em paredes, muros, telas, desenho de figuras e outras configurações, para melhor embelezar os espaços. Os resultados revelaram que a tinta obtida, apresenta características similares as observadas nas tintas industrializadas, contando com a mesma capacidade de cobertura, fixação da cor, sem emissão de odores, com a secagem relativamente rápida, resistente ao tempo e, ainda, apresenta ótima aderência às paredes internas e externas. Outro fator que pode ser considerado exitoso aqui são os resultados econômicos, sendo muito mais barato utilizar a Tinta Ecológica inclusive, do que pintar com Cal, haja vista que, as principais matérias primas são originárias da natureza. Também pela possibilidade das pessoas se tornarem empreendedoras nesse segmento, oferecendo seus serviços como pintores, nas comunidades em que residem ou comercialmente em outros ambientes coletivos, inclusive com a agregação de mais pessoas as equipes. A falta da disciplina de Educação Ambiental nas Escolas Públicas e Particulares e as realidades elencadas abaixo, tem levado os Cientistas e Ambientalistas do mundo inteiro a se preocupar hodiernamente com as equações provocadas pelo crescimento desordenado da

população mundial X excesso de consumo X desperdícios dos recursos naturais, além dos danos provocados pelo efeito estufa à natureza, entre outras degradações ambientais. Uma pequena amostra dessa desinformação e desconhecimento para com a realidade ambiental, poderão ser verificados no resumo de pesquisa ambiental abaixo. Esta pesquisa - ação vem sendo realizada continuamente no IFRN e também em todas as Escolas e Comunidades em que atuamos e visa coletar dados sobre o nível de informações das pessoas acerca do conhecimento sobre a realidade ambiental de suas cidades; Diante do baixo nível de escolaridade da maioria dos participantes e da falta de políticas públicas pontuais na conscientização e orientação da sociedade, que ficam aqui bem caracterizadas nas respostas obtidas, e se relacionam com a desinformação e o desconhecimento em boa parte das respostas da nossa sociedade, formada por comunitários e escolares.

Por uma questão de espaço, estamos anexando a este artigo, apenas as respostas mais importantes e representativas entre as onze que constituem o bloco da Pesquisa.

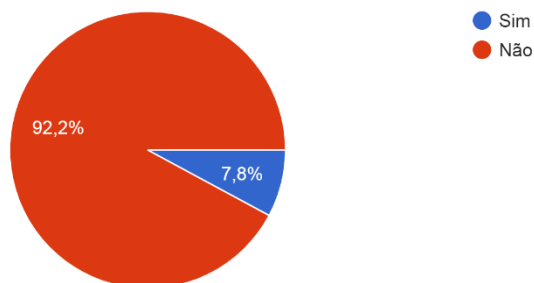
1. O que você faz com seu lixo doméstico?



Fonte: Autor de trabalho.

Comentários: Praticamente fica provado acima, que a maior parte dos resíduos de uma cidade segue para os lixões (57%), por falta de coleta na origem ou por desconhecimento ou desinteresse da sociedade, onde todos perdem; catadores, sociedade e o meio ambiente.

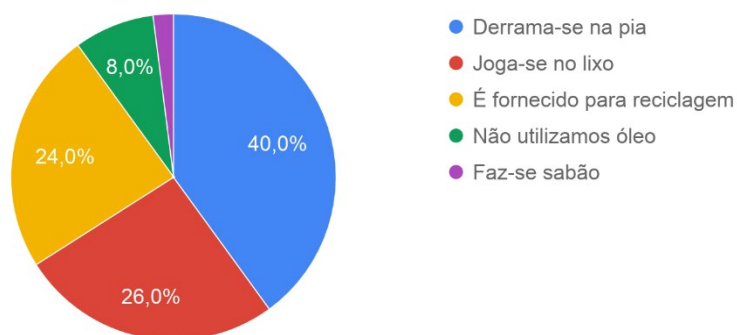
2. Você sabia que cada cidadão consome/desperdiça 6 litros de óleos residuais com suas frituras por ano, mas as cidades só reciclam apenas 30% desses óleos, vendendo-os para fabricantes de Tintas, Biodiesel e o restante são descartados como desperdícios?



Fonte: Autor de trabalho.

Comentários: A situação do óleo é pior do que a do lixo em termos da falta de informações e do desconhecimento sobre os malefícios causados a natureza por esse resíduo, conforme registra 92,2% da população entrevistada. Destes, apenas 7,8% informaram saber sobre os malefícios e o que é óleo residual, mas, desconhecem a sua utilidade ou possibilidades de reaproveitamento, como gerador de renda e de inclusão para a sociedade mais carente.

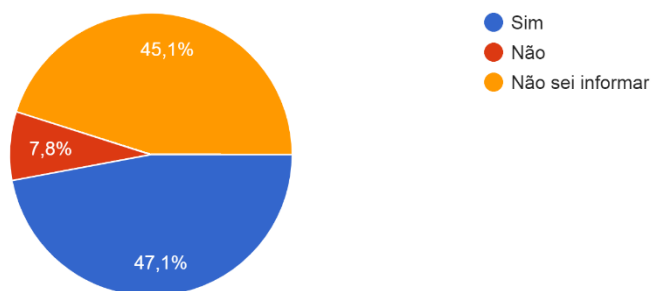
3. Sua Escola, Cidade ou trabalho, desenvolve alguma ação de coleta ambiental.



Fonte: Autor de trabalho.

Comentários: É incrível que em plena Era da Informação e do Conhecimento, 66% dos entrevistados confirmem que não dão um destino ecológico aos óleos usados em suas residências. Por outro lado, 24% confirmam o seu encaminhamento para a reciclagem.

4. Na sua casa, o que se faz com os óleos residuais utilizados nas frituras do dia a dia?



Fonte: Autor de trabalho.

Comentários: Praticamente empatam os índices entre os que se interessam em registrar e ter conhecimento da existência de ações ambientais efetivas e os que preferem ignorar ou não querem saber. Como a LDB nunca colocou a Educação Ambiental nos currículos escolares, a falta de Informações é muito grande para a maioria desses alunos, quanto ao mínimo de conhecimentos Ambientais nas nossas Escolas. O pouco que é realizado, são iniciativas de poucos abnegados e voluntários, que as vezes, nem formação específica na área tem.

Figura 1 e 2: Alunos da ACAPORD pitando um muro.



Fonte: Autor do trabalho.

Figura 3 e 4: Alunos da Escola Técnica Estadual de Ceará Mirim preparando e aplicando a Tinta.



Fonte: Autor de trabalho.

Figura 5: Apresentação da oficina da tinta da 8ª Feira Brasileira de Colégios de Aplicação e Escolas Técnicas.



Fonte: Autor de trabalho.

Figura 6: Muro do IFRN – Campus Natal Central pintado com a Tinta Ecológica em uma das oficinas.




Fonte: Autor de trabalho.

Figura 7: As diversas cores da terra.



Fonte: Manual do Mundo.

Figura 8: Receita da Tinta Ecológica. Observação: para que todos possam copiar, preparar e utilizar a Tinta Ecológica.



Projeto Geotinta

O Projeto geotinta resgata e aperfeiçoa o uso tradicional do barro e outras técnicas para produzir tintas para pintura de residências. As tintas com as Cores da Terra podem ser preparadas com cola branca pura (cola de madeira). As tintas de cola branca podem ser aplicadas tanto dentro de casa (interiores) quanto fora de casa (exteriores). O objetivo do projeto Geotinta é desenvolver a educação ambiental e ao mesmo tempo, atender as necessidades das pessoas mais carentes dos municípios, viabilizando a ação social nas cidades do Mato Grande.

Antes **Depois**

A Geotinta tem como princípio a Permacultura [cultura permanente], um método holístico, cuja a ênfase está na aplicação criativa dos princípios básicos da "Natureza", integrando: plantas, animais, construções, e pessoas, em um ambiente produtivo, com estética e harmonia, que podem ser usados para projetar, criar, gerir e melhorar todos os esforços realizados por indivíduos, famílias e comunidades, no sentido de um futuro mais sustentável. Participe! colabore! Organize uma oficina no seu Bairro! Venha aprender a produzir a tinta! Fale com seu Prefeito desse Projeto! Professor Antônio Olavo

Para fazer um litro e meio de tinta é necessário:

- 1 litro de água
- 700 Gramas de Barro
- 100 gramas de Goma ou Cola Branca
- (caso não tenha balança, utilizar um frasco de 150 ml de Goma ou Cola Branca).

5 Litros de Geotinta:

- 3,8 litros de água
- 2,5 kg de Barro
- 380 gramas de Goma ou Cola Branca
- (caso não tenha balança, utilizar um frasco de 370 ml de Goma ou Cola Branca).

10 litros Geotinta:

- 7,5 de Água
- 5,2 de Barro
- 780 gramas de Goma ou de Cola Branca
- (caso não tenha balança, utilizar um frasco de 1100 ml de Goma ou Cola Branca).

Caros Colegas e amigos Ambientalistas:

Em comemoração ao "Dia da Terra", estamos lançando o projeto "OFICINA DE GEO TINTA CORES DA TERRA", uma forma simples e sustentável de melhorar a aparência dos ambientes internos e externos de residências e muros das nossas cidades e comunidades rurais do Mato Grande, desenvolvendo assim também, a Educação Ambiental e o combate aos Desperdícios, viabilizando Ação Social e Comunitária nas Cidades.


A Geo Tinta, utiliza em sua composição, apenas; ÁGUA; BARRO OU ARGILA e COLA OU GOMA DE TAPIOCA, é durável, simples de preparar e aplicar, possibilita a mistura de várias cores, além de ser econômica financeiramente, e sustentável socialmente, já que, qualquer pessoa necessitada de trabalho e renda, pode participar das Oficinas e passar a oferecer esses serviços nas cidades onde residem.

Participe! Colabore! Organize uma Oficina no seu bairro! Venha aprender a produzir a tinta! Fale para seu Prefeito desse Projeto!
Professor Antônio Olavo

Fonte: Autor de trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa prática com a Tinta Ecológica e outras Oficinas Ambientais, vem sendo disseminada em escolas públicas, associações, comunidades urbanas e rurais, na intenção de divulgar: a solidariedade, o cooperativismo, a preocupação com a conservação do meio ambiente e com o reaproveitamento de resíduos, juntamente com oficinas empreendedoras de sabão e vassouras ecológicas, detergentes, desinfetantes e água sanitária, entre outros. A satisfação com os resultados expressos nos rostos dos beneficiados após vivenciarem as mudanças no design das suas residências, nos animam cada vez mais a continuar espalhando solidariedade, amor e zelo pela sustentabilidade e pela ecologia. Como bem sabemos, é perceptível também a ausência de políticas públicas e de recursos, voltadas as ações socioambientais em sociedade ou comunidades carentes, como apresentamos mais atrás. Por exemplo; muitas vezes chegamos a uma escola estadual ou municipal e recuperamos um muro interno ou externo degradado. A escola manifesta o desejo de pintar toda a escola, mas, esbarra na falta de caixa escolar ou de verbas pontuais, fato que só colabora para provocar desânimos



e desistências. Da mesma maneira, vem acontecendo com a pintura programada sob a forma de mutirões em algumas comunidades. Dos 104 eventos já realizados e que incluem: casas pintadas; recuperação de ambientes degradados nas escolas, residências em comunidades dos Municípios de João Câmara e Natal – RN, só aconteceram porque em algumas delas residiam alunos do Curso Técnico de Cooperativismo e por esse motivo, o Campus todo se sensibilizou, arrecadou recursos e foi possível concluirmos com êxito, o referido Projeto de Extensão em 2017, que orientou o Relatório da Prática Profissional final da maioria dos alunos do Curso, mas, na prática, nem sempre acontece dessa forma, temos que recorrer aos recursos da Instituição, para promover novas oficinas sempre. Mas, a satisfação das famílias em verem casas e os ambientes em que convivem mudados, supera os esforços realizados por nós, para fazermos todas essas conquistas e realizações acontecerem. Temos tido muito sucesso também, incluindo nas palestras a temática relacionada aos Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, compartilhando com cada comunidade, suas dificuldades, sonhos, objetivos de futuro, principalmente quando abordamos os objetivos que mais impactam a realidade de todas essas pessoas, como: Os ODS: 01, 02, 04, 05, 06, 08, 10, e 16, entre outros também fundamentais a sobrevivência, a convivência, a tolerância, o direito a educação, emprego legal, a saúde, a vida, respeito pelo outro, a justiça, o direito à vida, a sustentabilidade, a partilha, a igualdade de gênero e o combate as desigualdades sociais, que são negados a maioria da população em situações de vulnerabilidades sociais e pobreza.


REFERÊNCIAS

BARBIERI, José Carlos. Desenvolvimento Sustentável, das origens à Agenda 2.030/ Ed: Vozes, 2.020: Petrópolis – RJ.

CJ, Claudio. Conceitos da permacultura. Ipoema, 2010. Disponível em: <http://ipoema.org.br/conceitos-da-permacultura>. Acesso em: 20 jan. 2021.

FRANCO, José. Como integrar os 12 princípios da permacultura para um projeto realmente sustentável. Archdaily, 2016. Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/793829/como-integrar-os-12-principios-da-permacultura-para-um-projeto-realmente-sustentavel>. Acesso em: 20 jan. 2021.

GOMES DA SILVA, Fernando Antônio. Oficina de Geotinta. Disponível em: externalfile:dmboannefpncccgfdikhmhpmdnddgoe%3A~%252FMyFiles%252FDownloads%252FArquivos%20do%20Projeto%252FFOTOS_e_APOSTILA_GEOTINTA_-_ATIV%252E_DO_IFRN_NO_CEPAM_SEMAM-PMJP_-_09-03-2012%252Ezip%3Ab2d6a53f58e35271dd6d2b86cbcf730c2964c0c/GEOTINTA%20IFPB.pdf. Acesso em: 20 jan. 2021.



HOLMGREN, David. Permacultura: princípios e caminhos além da sustentabilidade. David Holmgren; tradução Luzia Araújo. – Porto Alegre: Via Sapiens, 2013. 416p.

MOLLISON, B. C. Permaculture. Tyalgum, Australia: Tagari Publications. 1988.

MÔNICA, Carapeços. Tinta ecológica. Vida sustentável, 2010. Disponível em: <https://vidasustentavel.wordpress.com/2010/10/26/tinta-ecologica/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

MORROW, R. Earth user's guide to teaching permaculture. 2. ed. Hampshire: Permanent Publications, 2014.

PINTE SUA PAREDE COM TINTA DA TERRA. Manual do Mundo – Uol, 2015. Disponível em: <https://manualdomundo.uol.com.br/experiencias-e-experimentos/como-fazer-tinta-de-terra/>. Acesso em: 31 de jul. de 2021.

SINGER, P.; Souza, A. R. A economia solidária no Brasil. São Paulo: Ed: Contexto, 2000.

SOUZA, Antônio Olavo. Como o Cooperativismo e a Responsabilidade Socioambiental podem caminhar juntos: um relato de experiências em comunidades rurais do Mato Grande/RN. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISADORES EM COOPERATIVISMO DO RIO GRANDE DO SUL, 2. Rio Grande do Sul, 2012.

VIEIRA, Itamar. O que é permacultura. Setelombas, 2010. Disponível em: <https://www.setelombas.com.br/permacultura/o-que-e-permacultura/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

CAPÍTULO 9

PERCEPÇÃO DE ALUNOS SOBRE OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DA CAATINGA NO MUNICÍPIO DE ESPERANÇA – PB

Jean Oliveira Campos, Mestrando em Geografia, UFPB
Antônio Marques Carneiro, Bacharel em Ciências Biológicas, UEPB
Nathália Rocha Morais, Doutoranda em Geografia, UFPB

RESUMO


Tendo em vista a dependência do ser humano em relação aos serviços prestados pelos diversos ecossistemas, bem como a necessidade de um adequado manejo de seus recursos, torna-se oportuno que os denominados serviços ecossistêmicos sejam abordados durante as aulas de Geografia, sempre que possível tratando das questões locais como uma maneira de apropriação do conhecimento e identidade de lugar por parte dos estudantes. O presente estudo busca analisar a percepção dos alunos da Educação de Jovens e Adultos de uma escola pública da zona rural do município de Esperança – PB acerca dos serviços ecossistêmicos e ameaças à Caatinga, ecossistema no qual se insere a realidade pesquisada. Para tanto, foram aplicados questionários semiestruturados nas turmas buscando levantar as informações. Os serviços citados pelos alunos foram classificados por meio da *Common International Classification of Ecosystem Services – CICES*. Os resultados mostraram que os alunos têm percepção sobre a oferta de 05 serviços ecossistêmicos de provisão, ao mesmo tempo que não foram verificadas citações para serviços de regulação e manutenção, ou culturais. Foi também apontada a existência de 08 ameaças aos ecossistemas da Caatinga, relacionadas ao uso demasiado dos recursos naturais. Verificou-se assim, que os alunos possuem maior conhecimento sobre os serviços usufruídos de forma direta e as ameaças que se processam a partir da prestação dos mesmos aos moradores locais.

PALAVRAS-CHAVE: Serviços Ecossistêmicos; Caatinga; Educação de Jovens e Adultos.

INTRODUÇÃO

Os serviços ecossistêmicos são os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir dos ecossistemas. Dentre eles pode-se citar a provisão de alimentos, a regulação climática, a formação do solo, a purificação da água, dentre outros (COSTANZA *et al.*, 1997; DAILY, 1997; GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002). A compreensão do funcionamento dos ecossistemas, e das áreas de oferta de serviços ecossistêmicos, é de fundamental importância para se pensar as formas de uso e ocupação do solo em uma perspectiva voltada à implementação de práticas sustentáveis direcionadas à manutenção das funções ecossistêmicas.

No bioma Caatinga, os serviços ecossistêmicos prestados ainda são pouco estudados, mas são de fundamental importância para a compreensão das funções desempenhadas por seus ecossistemas. Possuindo acentuada heterogeneidade, a Caatinga está entre os ecossistemas brasileiros mais ameaçados, sendo marcada pela desertificação resultante das atividades



humanas, o que ressalta a necessidade do entendimento dessas atividades para compreensão da, nem sempre harmoniosa, relação homem/natureza.

Considerando a relevância da temática em tela temos no espaço escolar um local em potencial para a discussão acerca da importância do adequado manejo dos denominados serviços ecossistêmicos. Dessa maneira, temos um tema transversal que se insere dentro do contexto de abordagem da Educação Ambiental por tratar de questões inerentes ao meio ambiente que é o “conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem química, física e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas [...] o meio ambiente é um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido tendo em vista seu uso coletivo” (BRASIL, 1981, Art. 2º).

Entre as disciplinas escolares a Geografia apresenta-se como a que trata de forma direta das relações estabelecidas entre o ser humano e a natureza, proporcionando ricas discussões e interpretações que contribuem diretamente com o processo de conscientização dos estudantes no tocante ao uso dos recursos naturais.

Nessa perspectiva, na Geografia Escolar a abordagem acerca dos serviços ecossistêmicos deve se desenvolver no sentido de realçar a importância dos biomas para os seres vivos, considerando que o tema fornece aos docentes um leque de possibilidades que podem ser exploradas com vistas à Educação Ambiental e conscientização dos educandos. Nesse sentido, o conhecimento prévio dos alunos sobre a dinâmica dos ecossistemas é o ponto de partida para uma abordagem mais significativa e voltada à promoção de uma postura crítica e reflexiva frente aos quadros de degradação ambiental observados ao longo da história da humanidade, e que têm se intensificado progressivamente.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo analisar a percepção dos alunos da Educação de Jovens e Adultos da Escola Municipal de Ensino Fundamental Joventino Batista Monteiro, localizada na zona rural do município de Esperança-PB, acerca dos serviços ecossistêmicos prestados pela Caatinga naquela localidade, bem como, levantar o conhecimento dos estudantes sobre as ameaças a esse ecossistema.

O QUE SÃO E QUAL A IMPORTÂNCIA DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS?

O bem-estar humano e o sistema econômico estão diretamente ligados ao fluxo de bens e serviços que resultam da dinâmica dos ecossistemas (PARRON; GARCIA, 2015). De forma contraditória, os impactos oriundos das ações antrópicas têm comprometido o funcionamento dos ecossistemas terrestres, aquáticos, e conseqüentemente a capacidade destes de prestar serviços ecossistêmicos. De acordo com Andrade e Romeiro (2009), a degradação dos ecossistemas, a alteração no fluxo dos serviços podem representar um obstáculo ao desenvolvimento das sociedades, tendo em vista a perseguição de objetivos como a redução da pobreza, combate à fome e aumento do bem-estar humano.


Os serviços ecossistêmicos correspondem aos benefícios que as populações humanas obtêm direta ou indiretamente da natureza através dos ecossistemas (COSTANZA *et al.*, 1997; GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002; MEA, 2005). De acordo com Odum (1988, p. 9) o sistema ecológico ou ecossistema pode ser definido como:

[...] qualquer unidade (biosistema) que abranja todos os organismos que funcionam em conjunto (a comunidade biótica) numa dada área, interagindo com o ambiente físico de tal forma que um fluxo de energia produza estruturas bióticas claramente definidas e uma ciclagem de nutrientes entre as partes vivas e não-vivas.

Desse modo, mudanças no uso e cobertura do solo decorrentes da apropriação humana sobre os recursos naturais podem comprometer a dinâmica dos ecossistemas terrestres e aquáticos, ocasionando prejuízos aos organismos e às interações com o meio abiótico, tendo assim, conseqüências diretas e indiretas sobre a qualidade de vida humana.

Segundo Groot, Wilson e Boumans (2002), para a contínua manutenção das funções ecossistêmicas, a utilização dos bens e serviços associados deve ocorrer de forma sustentável, possibilitando, assim, condições necessárias para resiliência integridade e resistência dos ecossistemas. Depreende-se, então, que a gestão e o manejo sustentável dos recursos naturais são pontos chave se tratando da manutenção das condicionantes ambientais responsáveis pela prestação de benefícios à sociedade.

De acordo com a *Millennium Ecosystem Assessment* – MEA (MEA, 2005), os serviços ecossistêmicos podem ser classificados em quatro categorias: provisão; regulação; culturais; e suporte. Os serviços de provisão compreendem os produtos que obtidos de forma direta dos ecossistemas, a exemplo de alimentos, madeira, fibras naturais, produtos químicos, água doce e material genético.



Os serviços de regulação englobam os benefícios obtidos a partir da regulação dos processos ecossistêmicos, como a regulação climática, controle de erosão, manutenção da qualidade do ar, purificação de água, polinização e controle de pragas. Os serviços culturais representam os benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas, relacionados à cultura, possibilitados pela diversidade dos ecossistemas. Contribuem para o bem-estar das populações e estão ligados ao comportamento e valores humanos, são exemplos: ecoturismo, recreação, valores religiosos, educacionais e estéticos.

Os serviços de suporte são aqueles que propiciam as condições necessárias para o fornecimento dos demais serviços. Os benefícios se dão em sua maioria de forma indireta e se manifestam em longo prazo, como a formação do solo, produção de oxigênio, ciclagem de água, ciclagem de nutrientes e a produção primária. A diversidade biológica desempenha papel fundamental no fornecimento destes serviços, pois constitui o suporte ao funcionamento dos ecossistemas.

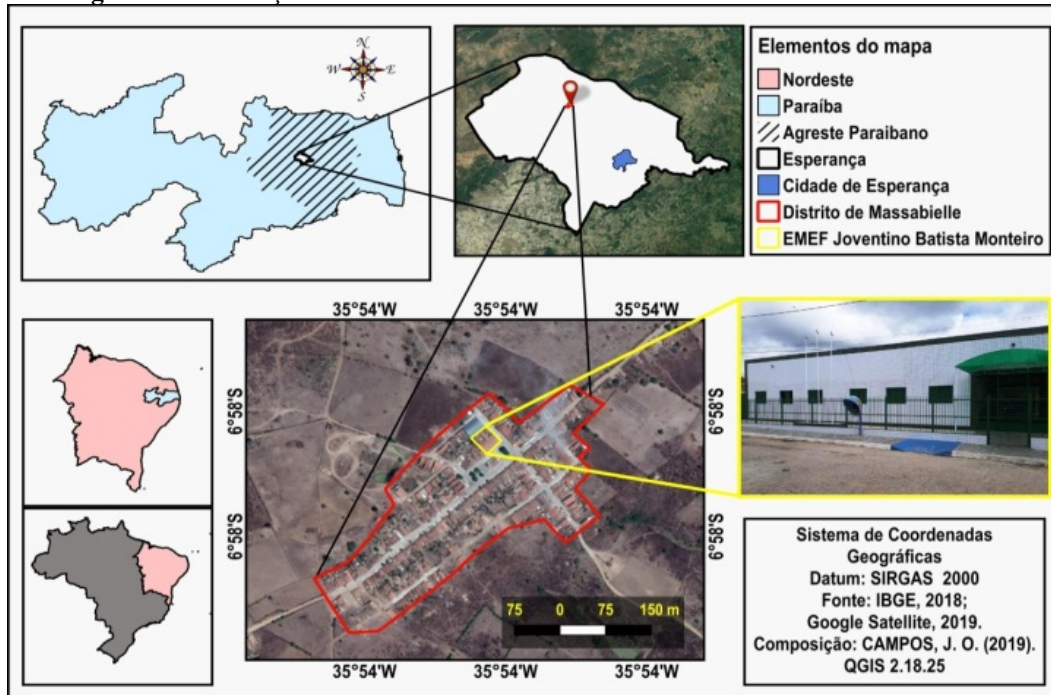
A *Common International Classification of Ecosystem Services – CICES*, por sua vez, possibilita o enquadramento dos serviços ecossistêmicos em três categorias: regulação e manutenção, provisão e cultural, em uma estrutura hierárquica com cinco níveis apresentada através de: tabela, a saber, seção, divisão, grupo, classe e tipo de classe (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2013). Como apresenta desde abordagens mais amplas até as mais específicas, cada nível é progressivamente mais detalhado.

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Esperança está localizado na microrregião de Esperança e na mesorregião do Agreste Paraibano. Possui uma área territorial de 159.663 km² e uma população estimada em 33.199 habitantes (IBGE, 2020). A estrutura escolar é composta por 29 escolas municipais, dentre as quais 03 são creches e 26 são escolas de Ensino Fundamental I e II. A Escola Municipal de Ensino Fundamental Joventino Batista Monteiro, objeto deste estudo está localizada na zona rural do município, no Distrito de Massabielle (Fig. 1).

Figura 1- Localização da EMEF Joventino Batista Monteiro no Distrito de Massabielle



Fonte: Elaboração dos autores (2020).

Como a unidade escolar está situada no bioma, a maior parte dos alunos teve contato com a biota terrestre e com os elementos abióticos desde a infância. Isto é, já possui um conhecimento prévio sobre a dinâmica natural do bioma, seus recursos naturais e as ameaças enfrentadas. Logo, estão postas as principais características naturais do espaço de pesquisa de modo a dar sustentação e subsídios para a efetivação da proposta junto ao público-alvo escolhido.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A referida instituição escolar atende alunos dos seguintes segmentos: Educação Infantil e Ensino Fundamental I e II, e Educação de Jovens e Adultos – EJA. As aulas são ministradas nos três turnos: manhã, tarde e noite. O público deste estudo é composto por 35 alunos da EJA, que frequentam a escola no turno noturno. A maior parte dos alunos reside no Distrito de Massabielle, sendo os demais residentes nas áreas circunvizinhas e transportados para a instituição por meio de ônibus escolar. Os alunos da EJA possuem idade variando entre 16 e 66 anos, e estão distribuídos nas seguintes séries: 5ª; 6ª; 7ª e 8ª, e possuem 03 aulas semanais da disciplina de Geografia.

Nas respectivas turmas foram aplicados questionários semiestruturados, este instrumento de coleta de dados foi utilizado com os objetivos de: 1) Identificar a percepção dos

alunos sobre os serviços ecossistêmicos prestados pela caatinga no município; 2) Refletir sobre o nível de conscientização com relação à preservação do bioma em estudo.

Os serviços ecossistêmicos citados pelos alunos foram classificados por meio da tabela disponibilizada pela *Common International Classification of Ecosystem Services – CICES*, que permite desde abordagens amplas até mais específicas no que diz respeito à identificação e classificação de serviços ecossistêmicos (HAINES-YOUNG; POTSCHEIN, 2013). De forma complementar, os dados obtidos com os questionários foram utilizados para a construção dos gráficos e tabelas que compõem a seção dos resultados deste artigo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os questionários auxiliaram a compreensão do conhecimento geral dos alunos sobre os serviços ecossistêmicos. As respostas obtidas através desse instrumento mostram que os alunos indicaram apenas a existência de serviços ecossistêmicos de provisão para a Caatinga, sendo citados serviços para todas as categorias dos serviços de provisão: nutrição, materiais e energia (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação dos Serviços Ecossistêmicos de provisão citados pelos alunos

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	TIPO DE CLASSE	EXEMPLOS
PROVISÃO	NUTRIÇÃO	Biomassa	Plantas selvagens	Frutas	Umbú; Mandacarau; Facheiro; Ameixa.
			Criação de animais	Animais de subsistência	Caprinos; Suínos; Ovinos; Bovinos; Avicultura.
			Os animais selvagens	Caça e coleta	Mel de abelha; Lambú; Tatu-peba; Preá; Tacaca; Rolinha branca, Tejo; Camaleão.
	MATERIAIS	Biomassa	Fibras/materiais de plantas e animais para uso direto ou transformação	Recursos medicinais	Casca de mororó, aroeira, baraúna, barriguda, cumaru, umburana, umbú, catingueira, jurema preta e mulungu
ENERGIA	Fontes de energia à base de biomassa	Produção de lenha e carvão	Vegetação lenhosa	Catingueira; Marmeleiro; Jurema preta; Sucupira.	

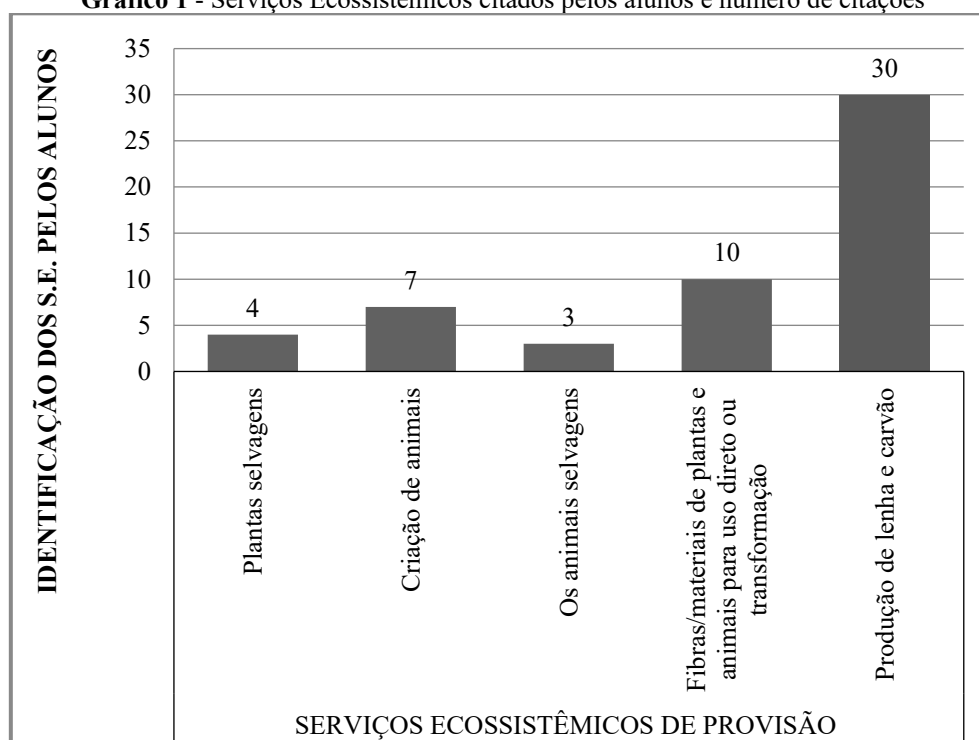
Fonte: Adaptado de Haines-Young e Potschin (2013).

Dentre os serviços citados pelos alunos não foi possível identificar serviços para as seções regulação e manutenção, e cultural demonstrando que na percepção dos alunos a Caatinga não fornece outros benefícios para o homem além dos enquadrados na seção provisão. Tal contexto, em que os alunos não identificam a prestação de outros serviços pode aumentar o risco de degradação da fauna e flora local, tendo em vista o desconhecimento de sua importância na prestação de inúmeros outros serviços.

Os serviços ecossistêmicos citados pelos alunos, divididos por classe, foram os seguintes:


Plantas selvagens: refere-se aos alimentos utilizados na alimentação providos pelas plantas selvagens, são exemplos os frutos do umbuzeiro, ameixeira, facheiro e mandacaru. Desse modo, trata-se de um serviço ofertado sazonalmente, uma vez que depende diretamente do regime de chuvas na região e do desenvolvimento dos frutos. O número de citações de cada serviço por parte dos alunos é apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Serviços Ecossistêmicos citados pelos alunos e número de citações



Fonte: autores (2020).

Criação de animais: trata-se aqui do potencial da cobertura vegetal da Caatinga em prover plantas forrageiras que funcionam como base para a alimentação de animais que são criados em condição de subsistência. A criação de animais tem por objetivo produção de carne, leite e ovos. As criações mais citadas pelos alunos foram ovinos e caprinos, indicando que na



percepção dos alunos ocorre a predominância da criação de ovelhas e cabras no bioma. As outras criações citadas foram: ovinos, bovinos e avicultura.


Os animais selvagens: abrange a alimentação de base animal oriundos da fauna selvagem do bioma. Os alimentos de base animal, ao contrário dos frutos, são ofertados durante a maior parte do ano, estando também relacionados à estação chuvosa. Estes serviços são usufruídos por meio da caça e da coleta, são exemplos dos alimentos providos pelos animais selvagens: mel de abelha e carne de lambú, tatu-peba e preá.

Fibras/materiais de plantas e animais para uso direto ou transformação: estes serviços referem-se aos recursos medicinais obtidos a partir da cobertura vegetal do bioma, utilizados no preparo de remédios naturais para uso em diferentes situações e enfermidades. Parte dos serviços desta classe são ofertados apenas durante a floração das árvores, ou durante o ano todo quando se trata do uso da casca e das raízes, nesses casos, a oferta depende da disponibilidade e quantidade dos indivíduos. São exemplos dos serviços: cascas de mororó, aroeira, baraúna, barriguda, cumarú, inburana, umbú e catingueira.

Produção de lenha e carvão: Trata-se da extração da vegetação lenhosa da Caatinga para a produção de lenha e carvão. A lenha é utilizada para acender fogões de barro, encontra uso também na fabricação de utensílios domésticos como estacas para cerca e mobília. Já o carvão é utilizado para queima no uso doméstico e, também, para o comércio com moradores locais. São exemplos de árvores utilizadas na produção de lenha e carvão: catingueira, marmeleiro, jurema preta e sucupira.

Em contexto semelhante, Silva Filho et al. (2019), levantando serviços de provisão, identificaram o uso da vegetação lenhosa para produção lenha em uma comunidade na região do Seridó, estado do Rio Grande do Norte, identificaram também o uso medicinal do cumaru e da catingueira, dentre outras espécies arbóreas e ervas da Caatinga por parte dos moradores. Roque e Loiola (2013), também no Rio Grande do Norte, identificaram o uso de 62 espécies vegetais da Caatinga para fins medicinais, onde destacou-se o número de citações do uso do cumaru e da jurema preta. Tais espécies também foram citadas como recursos medicinais para produção de remédios naturais pelos alunos da Educação de Jovens e Adultos da presente pesquisa.

Ainda nessa área de pesquisa, Monteiro Júnior et al. (2019) em estudo sobre os serviços ecossistêmicos de provisão no entorno da Estação Ecológica do Seridó, município de Serra Negra do Norte, estado do Rio Grande do Norte, verificaram não só o uso de plantas da Caatinga



para fins medicinais, como também o uso de animais, a exemplo do preá e da juruti. Em relação às plantas utilizadas, são exemplos o juazeiro, cumaru, aroeira, umburana, catingueira, mulungu e ameixa.

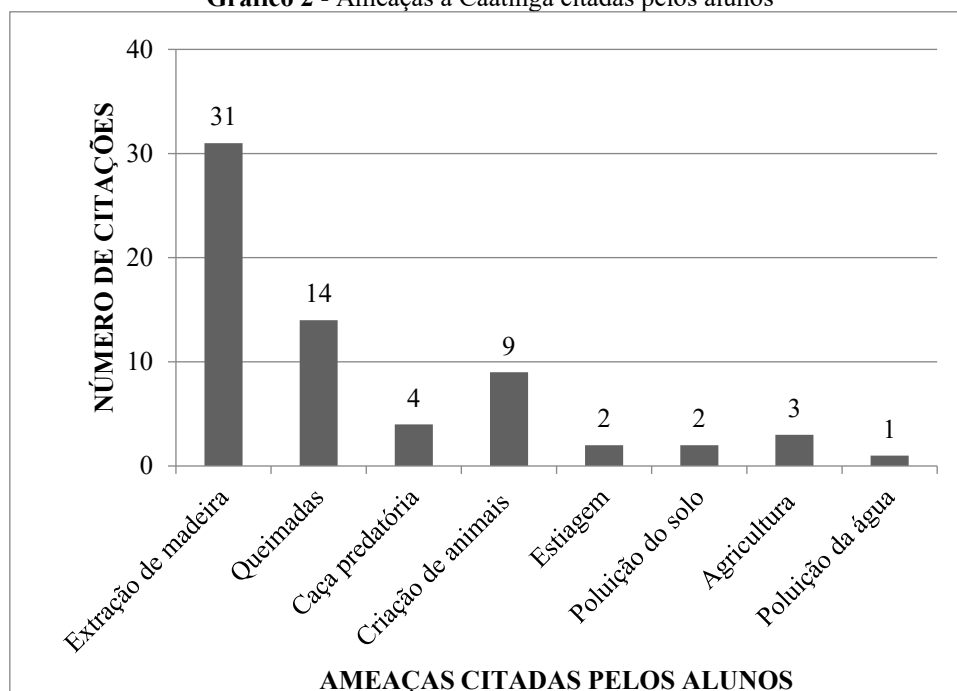
Por meio dos exemplos foi possível identificar que tais plantas também foram citadas pelos alunos da EJA, participantes desta pesquisa, como fonte de recursos medicinais. Constatase nesse sentido, que o uso da biota da Caatinga para produção de remédios naturais deve ser comum por todo o bioma, ocorrendo apenas uma variação dos conhecimentos acerca dos usos e manejos da mesma.

Como é visto na percepção dos alunos, a cobertura vegetal se evidencia como a principal prestadora dos serviços ecossistêmicos de provisão, as realidades verificadas por Roque e Loiola (2013) e Silva Filho et al. (2019) corroboram o potencial da vegetação na prestação destes serviços aos moradores dos ambientes de Caatinga. Tal cenário indica a cobertura vegetal como a principal prestadora dos serviços ecossistêmicos de provisão nestas áreas.

Embora a maior parte dos alunos resida no território do bioma há mais de 20 anos, estes não apontaram a existência de serviços de regulação e manutenção, ou culturais. Esse cenário, onde ocorre maior percepção sobre os serviços de provisão é explicado, em parte, por esses serviços serem obtidos de forma direta, através da caça, coleta, extração, entre outras técnicas, gerando assim, maior conhecimento aos alunos sobre os meios de prestação desses serviços. Por outro lado, os serviços de regulação e manutenção, e culturais são obtidos usufruídos de forma indireta, o que pode gerar desconhecimento sobre a existência e prestação dos mesmos, como o sequestro de carbono, a polinização, regulação da temperatura e a beleza cênica da paisagem. Esse contexto evidencia a necessidade de divulgação desses serviços, haja vista que isso pode reduzir a degradação dos ecossistemas que ocorrem na localidade, mediante o conhecimento de sua importância e benefícios prestados, e altera a percepção dos alunos.

Em se tratando das ameaças ao bioma, os alunos apontaram oito principais, sendo elas: extração de madeira, queimadas, caça predatória, estiagem, poluição do solo, agricultura e poluição da água. O número de citações para cada ameaça está quantificado no Gráfico 2. Extração de madeira, queimadas e criação de animais receberam o maior número de citações, indicando assim serem as práticas mais presentes na área de residência dos alunos.

Gráfico 2 - Ameaças à Caatinga citadas pelos alunos




Fonte: Organização dos autores (2020).

Verifica-se aqui que os alunos estabelecem conexão entre as ameaças à Caatinga e os serviços ecossistêmicos de provisão, pois a extração de madeira e a criação de animais configuram-se como serviços das categorias nutrição e energia, ao mesmo tempo em que se configuram como práticas degradantes dos ecossistemas do bioma. Roque e Loiola (2013) também verificaram uma consciência por parte dos moradores no que diz respeito ao uso indiscriminado da vegetação e sua escassez, o que indica que mesmo conhecendo os riscos de desaparecimento de determinadas espécies, continuam a explorar em demasia.

Observa-se, desse modo, que mesmo tendo conhecimento dos impactos decorrentes das atividades humanas e exploração dos recursos ecossistêmicos, não há esforços com vista a um manejo sustentável. Essa realidade se perpetua em função da necessidade dos alunos/moradores em se utilizar do ecossistema para subsistência familiar ou desenvolvimento de atividades comerciais que desempenham a função de obter recursos financeiros para manutenção doméstica na localidade.

Nesse sentido, a percepção do público não ocorre apenas sobre os serviços de provisão, como também, sobre ameaças aos ecossistemas da Caatinga. Esse conhecimento por si só não é capaz de alterar o quadro pronunciado, pois, também há a demanda dos meios e alternativas para tal, baseadas na realidade experimentada. Diante disso, a Geografia Escolar, abordando o espaço vivido, pode atuar na promoção da Educação Ambiental, visando à conscientização



sobre manejo sustentável dos recursos ecossistêmicos e desdobrando reflexões acerca dos meios e alternativas que o possibilitem ao educando intervir criticamente em sua realidade.

CONSIDERAÇÕES

A partir desta pesquisa foi possível verificar que os alunos possuem percepção sobre a oferta de 05 serviços ecossistêmicos prestados pela Caatinga na zona rural do município de Esperança. Os serviços indicados pelos alunos enquadraram-se em todas as categorias da seção de provisão da CICES: nutrição, materiais e energia.

Constou-se que os alunos não demonstram percepção sobre a oferta de serviços ecossistêmicos para as demais seções: regulação e manutenção e cultural. Embora exista a oferta de serviços para seções na localidade, os educandos não expressaram consciência sobre a existência destes. Além disso, verificou-se que os alunos possuem percepção sobre ameaças ao bioma Caatinga, parte delas manifestadas a partir da exploração demasiada dos serviços de provisão de forma demasiada. Tal realidade aponta para a necessidade de reflexões os meios e alternativas para alterar o cenário expressado, com o intuito de promover práticas sustentáveis.

Nesse contexto, abordagem acerca dos serviços ecossistêmicos na Educação de Jovens e Adultos fornece um leque de possibilidades para a conscientização e Educação Ambiental, mostrando-se como um campo significativo para ser explorado na disciplina de Geografia, fundamental para a compreensão da forma como o homem tem se apropriado da natureza nas últimas décadas.

Ademais, pretende-se com este estudo estimular a utilização cada vez mais frequente do lugar de vivência como base para a aquisição de conhecimentos importantes, considerando que o espaço escolar e a disciplina de Geografia contribuem diretamente para a abordagem de assuntos significativos para o cotidiano, como é o caso do bioma Caatinga e dos serviços ecossistêmicos por ele prestados às populações.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **Texto para Discussão IE/UNICAMP**, v. 155, p. 45, 2009. Disponível em: [http://www.avesmarinhas.com.br/Serviços ecossistêmicos e sua importância econômica.pdf](http://www.avesmarinhas.com.br/Serviços%20ecossistêmicos%20e%20sua%20importância%20econômica.pdf). Acesso em: 5 mar. 2020.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio

Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 10 jan. 2020.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, v. 387, n. 6630, p. 253–260, 1997. Disponível em: <https://www-nature-com.ezproxy.royalroads.ca/articles/387253a0.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

DAILY, G. C. Introduction: What are ecosystem services? *In*: DAILY, G. C. (org.). **Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems**. Washington, DC: Island Press, 1997. p. 1–10.

GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, v. 41, n. 3, p. 393–408, 2002. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921800902000897>. Acesso em: 6 abr. 2020.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012**. United Kingdom: University of Nottingham, 2013.

IBGE. **Estimativas da população residente para os municípios e para as unidades da federação brasileiros com data de referência em 1º de julho de 2020: [notas metodológicas]**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

MEA. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005.

MONTEIRO JÚNIOR, I. R.; OLIVEIRA, P. J. L.; GUEDES, D. R. C.; COSTA, D. F. S. Serviços Ecosistêmicos de provisão prestados pelo entorno da Estação Ecológica do Seridó (Serra Negra do Norte-RN/NE, Brasil). *Revista GeoUECE (Online)*, v. 08, n. 14, p. 316–336, 2019. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1zwWt64tBH8QOF12Sivxo7gQ0DHLFRhvf>. Acesso em: 20 jan. 2020.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1988.

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R. Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica. *In*: PARRON, L. M.; GARCIA, J. R.; OLIVEIRA, E. B.; BROWN, G. G.; PRADO, R. B. (org.). **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília-DF: Embrapa, 2015. p. 29–35.

ROQUE, A. D. A.; LOIOLA, M. I. B. Potencial de uso dos recursos vegetais em uma comunidade rural no semiárido potiguar. *Revista Caatinga*, v. 26, n. 4, p. 88 – 98, 2013. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2583/pdf_74. Acesso em: 6 jan. 2020.

SILVA FILHO, C. R.; SANTOS, N. M.; GUEDES, J. C. F.; COSTA, D. F. S. Identificação dos serviços ecosistêmicos de provisão prestados pela Caatinga na microrregião do Seridó Ocidental, Rio Grande do Norte, Brasil. *Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)*, v. 21, n. 2, p. 477–490, 2019. Disponível em:



<http://www.uvanet.br/rcgs/index.php/RCGS/article/view/568>. Acesso em: 20 dez. 2019.

CAPÍTULO 10

A ARCA UBERLÂNDIA E A NECESSIDADE DO USO DE EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA PARA A SELEÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Josimar dos Reis de Souza, Doutor em Geografia, UFU e Professor CEFET-MG, Araxá
Cristiane Aparecida Silva Moura de Melo, Mestre em Geografia, UFG


RESUMO

No Brasil o processo de urbanização foi intensificado a partir da década de 1960, principalmente com a implantação de um parque industrial nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. Estas cidades eram consideradas “mais desenvolvidas” do Brasil, pois na primeira havia um grande acúmulo de capital de devido a plantação de café enquanto a segunda até esta década era a capital do país. Na cidade de Uberlândia (MG) esse processo de urbanização, com na maioria das cidades brasileiras, teve um crescimento após o ano de 1890, através da construção da estrada de ferro Mogiana que trouxe o crômico para o lugar que até então era um local de passagem de tropeiros que levavam mercadorias do estado de São Paulo para Goiás. Com o desenvolvimento das cidades os lugares próximos a área central das cidades passaram a ter um maior valor e com isso a maioria da população abastarda, que recebiam baixos salários, passaram a habitar as periferias, lugares mais afastados. Isso acarretou um processo de exclusão social, em que parcela dessa população periférica passou a “ganhar a vida”, através da coleta de materiais recicláveis. Em Uberlândia, para aumentar o ganho desses coletores, eles passaram a se organizar por meio de cooperativas. Atualmente, na cidade existem três associações de catadores a Associação dos Recicladores e Catadores Autônomos de Uberlândia (ARCA), a Cooperativa dos Recicladores de Uberlândia (CORU) e a Associação dos Coletores de Plásticos, Pets, PVC e outros materiais recicláveis, as quais suas sedes funcionam em galpões doados pela Prefeitura Municipal de Uberlândia. Partindo dessa configuração existente na cidade de Uberlândia, o presente capítulo visou analisar e divulgar a importância da implementação e uso de equipamentos de segurança por parte dos catadores, com destaque para a ARCA. Esta associação possui uma relevância social, porque além de realizar o trabalho de separação de RSU, também desenvolve um projeto que reaproveita parte dos resíduos para a confecção de artesanato. Através do levantamento das informações existentes, das normas de segurança, da obtenção de equipamentos através de doações e de realização de cursos, foi possível implementar parcialmente a utilização desses equipamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos. Reciclagem. ARCA Uberlândia.

INTRODUÇÃO

No Brasil o processo de urbanização foi intensificado a partir da década de 1960, principalmente com a implantação de um parque industrial nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. Estas cidades eram consideradas “mais desenvolvidas” do Brasil, pois na primeira havia um grande acúmulo de capital de devido a plantação de café enquanto a segunda até esta




década era a capital do país. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população urbana na década de 1960 era de 45,5%, na década seguinte (1970) esse número já era 55,9%, enquanto no ano 2010 esse número subiu para 84%.

Na cidade de Uberlândia (MG) seu processo de urbanização, com na maioria das cidades brasileiras, teve um crescimento após o ano de 1890 com a construção da estrada de ferro Mogiana que trouxe o crômico para o lugar que até então era um local de passagem de tropeiros que levavam mercadorias do estado de São Paulo para Goiás. Com o avanço trazido pela estrada de ferro foram surgindo indústrias e comércios de vários ramos na cidade de Uberlândia. Isso propiciou uma expansão horizontal da cidade e modificações na paisagem. Segundo Santos (2008) “Cada lugar é teatro de combinações pouco duráveis, cujo fator de mudança é esse dado global. Cada lugar é, assim, a cada instante, objeto de um processo de desvalorização e revalorização, onde as exigências de natureza global têm um papel fundamental” (SANTOS, 2008, p.58).

Com o desenvolvimento das cidades os lugares próximos a área central das cidades passaram a ter um maior valor e com isso a maioria da população abastarda, que recebiam baixos salários, passaram a habitar as periferias, lugares mais afastados. Isso acarretou em um processo de exclusão social, e essa parcela da população que vivem distantes dos centros urbanos, passam a coletar materiais recicláveis. É a partir da necessidade da sua reprodução que as pessoas sem emprego, buscam nos resíduos sólidos urbanos (RSU) a renda mínima para sobreviver, estas passam a serem denominadas como catadores e deixam de serem vistas pela sociedade como um cidadão, pois sempre andam sujos, além de um grande agravante que é o não uso de equipamentos de segurança, o que lhes daria uma melhor condição a qual reduziria a possibilidade de contrair diversas doenças.

Para reconhecer mais material reciclado e aumentar o ganho dos coletores, estes passam a organizarem em cooperativas. Assim, ocorre o aumento no seu ganho mensal, passam então a se organizar compondo as associações de catadores, nas quais todos trabalham em benefício de todo o grupo, que retiram o RSU os seus proventos. Assim a cidade de Uberlândia (MG), que segundo o último censo realizado pelo IBGE no ano de 2010 conta com 604.013 mil habitantes, produz segundo dados da LIMPEBRAS 609 mil toneladas de lixo por ano, os quais possuem em grande parte destino ao aterro sanitário que segundo dados da Prefeitura Municipal de Uberlândia localizado na rua bairro Industrial foi criado no ano de 1995, com licença de operação em setembro de 1997. E outra parte desse lixo é destinada a coleta seletiva, catadores de recicláveis e associações de catadores.



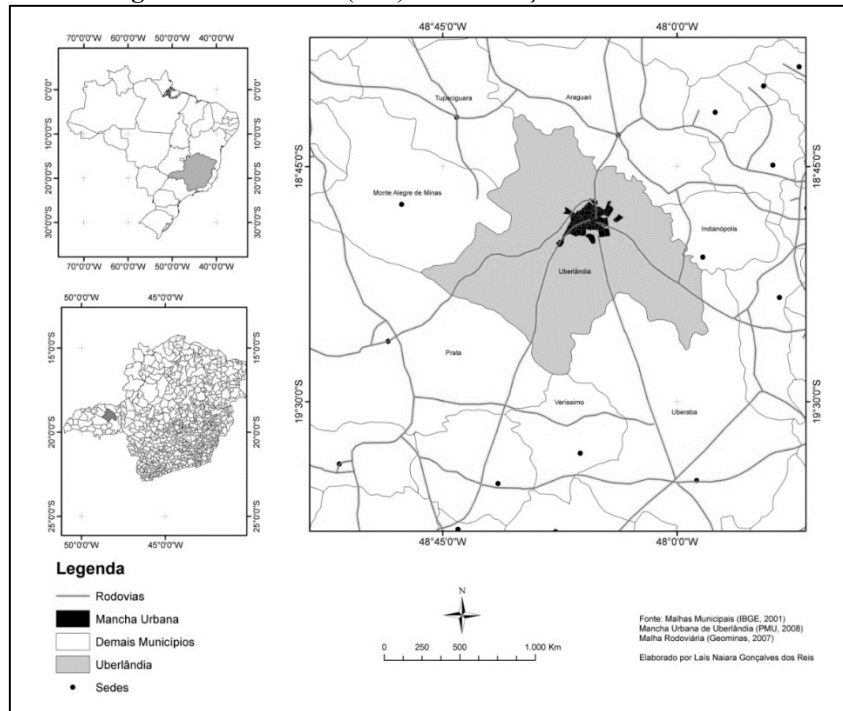
Na cidade há 3 associações de catadores a Associação dos Recicladores e Catadores Autônomos de Uberlândia (Arca) e a cooperativa dos Recicladores de Uberlândia (CORU) e a associação dos Coletores de Plásticos, Pets, PVC e outros materiais recicláveis (Acopppmar), as quais suas sedes funcionam em galpões doados pela Prefeitura Municipal de Uberlândia devido elas não possuírem sede própria.

Dessa forma este estudo irá tratar da importância do uso dos equipamentos de segurança pelos associados da Arca. Esta associação possui uma relevância social, porque além de realizar o trabalho de separação de RSU, também desenvolve um projeto que reaproveita parte dos resíduos para a confecção de artesanato.

SOBRE A ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada na cidade de Uberlândia (MG), que segundo a última estimativa realizada pelo IBGE (2020), a cidade conta com cerca de 700 mil habitantes, com a extensão territorial de 4.115,206 km² e densidade demográfica de 146,78 Hab./km² o que a configura a segunda maior cidade do estado de Minas Gerais. O município, no qual pertence à cidade, localiza-se entre as coordenadas geográficas de latitude 18° 30' e 19° 30' Sul e, 47° 50' a 48° 50' de longitude Oeste do meridiano de Greenwich, na microrregião do Triângulo Mineiro, no oeste do estado de Minas Gerais (LIMA, 1989). A figura 1 demonstra a localização da cidade de Uberlândia (MG).

Figura 1: Uberlândia (MG) - Localização da área de estudo



Fonte: Reis (2014).

Uberlândia interliga-se a outros centros pelas rodovias BR-365, BR-452, BR-050 e BR-497, que estas rodovias podem ser caracterizadas com acessíveis, por causa do alto fluxo de veículos e do bom estado de conservação. Limita-se ao Norte com os municípios de Araguari e Tupaciguara; ao Sul com Uberaba, Veríssimo e Prata; a oeste com Monte Alegre de Minas e a leste com Indianópolis.

Quanto à história da cidade, Uberlândia foi fundada a partir do desbravamento do Sertão da Farinha Podre, no século XIX, em terras do município de Uberaba, sendo elevada à categoria de município em 31 de agosto de 1888. A partir da metade do século passado, além das atividades agrícolas, a cidade consolidou suas bases nas atividades comerciais e industriais tornando-se um significativo centro polarizador da economia da região, capaz de atrair pessoas e investimentos externos.

Segundo o censo do IBGE realizado no ano de 2003 a cidade possuía um índice do Coeficiente de Gini (medida de desigualdade) de 0,38 o que demonstra que a desigualdade de renda não é grande e o PIB (Produto interno Bruto) per capita do município foi de R\$ 17.101,00, em 2006. Este índice expressivo crescimento urbano gerando o aumento do consumo de bens duráveis e não duráveis encontra-se em constante crescimento na produção de resíduos sólidos urbanos (RSU).

A ARCA E A SEGURANÇA NA SELEÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

No que tange os resíduos sólidos urbanos há a lei federal . nº 12.305 de 2 de agosto 2012 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências que diz há a necessidade dos municípios em realizar um plano de resíduos sólidos e a seção II fala sobre a responsabilidade compartilhada:

Art. 36. No âmbito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos, observado, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos: I - adotar procedimentos para reaproveitar os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos; II - estabelecer sistema de coleta seletiva; III - articular com os agentes econômicos e sociais medidas para viabilizar o retorno ao ciclo produtivo dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis oriundos dos serviços de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos; IV - realizar as atividades definidas por acordo setorial ou termo de compromisso na forma do § 7º do art. 33, mediante a devida remuneração pelo setor empresarial; V - implantar sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido; VI - dar disposição final ambientalmente adequada aos resíduos e rejeitos oriundos dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. § 1º Para o cumprimento do disposto nos incisos I a IV do caput, o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos priorizará a organização e o funcionamento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa renda, bem como sua contratação. (BRASIL, Lei Federal . nº 12.305 de agosto de 2005).

Partindo dessa premissa foi criada em 2007 a Associação de Recicladores e Catadores Autônomos (ARCA), uma entidade sem fins lucrativos que visa organizar e unificar os catadores de materiais recicláveis. Este grupo possui a maior parte de seus integrantes caracterizados como analfabetos, mas que buscam melhores condições de vida e trabalho. Por causa da baixa escolaridade e assim assumiram trabalhos informais e desprovidos de qualquer tipo de status, e com a perseverança do capitalismo vivem no que pode-se considerar como um submundo do trabalho, que é destituído de valor econômico agregado.

A sede da associação localiza-se no bairros Dona Zulmira na região Oeste da cidade de Uberlândia em um galpão cedido pela prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU), após o seu galpão ter sofrido um incêndio no ano de 2009. A PMU contribui com o local, energia elétrica, água, transporte de materiais até a associação e lanche (pão, leite e café) para os associados. Apesar disso a associação é bastante carente no que tange os aspectos de previdência social, cesta básica, vale transporte e demais direitos trabalhistas que os associados deveriam ter direito. A figura 2 demonstra precária a fachada da associação.

Figura 2: Uberlândia (MG) – fachada da ARCA



Fonte: MELO, 2014.

A associação contava com com 14 associados, 2 funcionários da limpeza cedidos pela PMU. Todo o material que recebe é proveniente de empresas parceiras como as Lojas Riachuelo, CTBC, Hospital de Clínicas dentre outras e os recicláveis recolhidos pela PMU (Prefeitura Municipal de Uberlândia (MG)) através da coleta seletiva, que foi criada no ano de 2010, proveniente de um projeto integrado entre as secretarias de Meio Ambiente e a de Serviços Urbanos da PMU, consolidando o sistema municipal de gerenciamento de resíduos sólidos.

A associação realiza o trabalho somente com lixo seco tais como papel, plástico, vidros, alumínio, papelão, madeira dentre outros, outros equipamentos de segurança. Apesar de todo esse trabalho os associados recebem um salário mensal que de aproximadamente de R\$ 400,00 (quatrocentos reais), abaixo do valor do salário mínimo atual de R\$ 622,00 (seiscentos e vinte e dois reais). Para a separação dos tipos de materiais recicláveis há a necessidade do uso dos equipamentos de proteção individual (EPI), que são as botas de couro com bico de aço, máscara, luvas, avental. O uso dos EPI's foi regulamentado pela Lei nº 6.514 de dezembro de 1977, que iniciou a exigência do uso destes, a qual na seção IV discorre sobre a obrigatoriedade, além dos EPI's possuir um certificado de aprovação que atualmente é emitido pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial).

O guia de implantação de cooperativas e associações de catadores do SEBRAE, discorre sobre a segurança do trabalhador deve usar botas ou calçados fechados, uniformes, equipamentos de proteção individual, como luvas, óculos e máscaras durante o processo de trituração de vidros e compactação de papelão e plásticos além do protetor auricular. Outro aspecto importante é a necessidade em qualificar os trabalhadores para o uso dos EPIs, pois eles precisam conhecer bem o funcionamento do processo de separação e os contaminantes dos resíduos e riscos nas etapas de operação, manuseio de prensas e trituradores.

Na ARCA há uma infraestrutura onde há duas prensas para materiais como plástico e papelão, triturador de vidro. Os materiais são entregues na associação através de caminhões baú tanto pelas empresas privadas e pela coleta seletiva da Prefeitura Municipal de Uberlândia. Quando chegam são acondicionados nos *bags* que ficam dentro do galpão. Posteriormente os associados realizam a triagem para a seleção dos materiais. Para todo este processo é necessário o uso dos EPIs, disponibilizados para os associados, porém não são usados por todos. A figura 3 demonstra os materiais dispostos no galpão, a falta de equipamentos de segurança, a ventilação precária e os associados trabalhando.

Figura 3: Uberlândia (MG) – RSU dispostos no galpão da ARCA



Fonte: MELO, 2014.

Porém, outro problema identificado no estudo foi a não utilização dos associados pelos EPIs existentes na associação. Isto é, no processo de separação dos materiais recicláveis alguns não utilizam os equipamentos de segurança já que a ARCA recebe vários tipos de resíduos, papel, papelão, diversos tipos de plásticos, vidro e metais. Diante disso, há a necessidade do uso dos mesmo para evitar riscos a saúde. Pois estes materiais podem ser contaminantes devido

o seu acondicionamento que pode entrar em contatos com pequenos animais que são hospedeiros de algumas doenças que acometem a saúde humana. As figuras 4 e 5 representam 2 associados, os quais o primeiro dispensa o uso dos EPIs enquanto o segundo os utiliza no momento de separação.

Figura 4: Triagem dos resíduos sem a utilização EPIs



Fonte: MELO, 2014.

Figura 5: Triagem dos resíduos com uso EPIs




Fonte: MELO, 2014.

A partir das imagens e pesquisas informais com os associados é possível averiguar que alguns dos associados se preocupam em ter um maior cuidado com o manuseio dos resíduos, enquanto outros não fazem questão em utilizá-los podendo isso se tornar um comprometimento para a saúde, que ao final irá sobrecarregar a fila do Sistema Único de Saúde (SUS). Para reduzir o problema os responsáveis pela direção da associação fazem cobranças do uso dos equipamentos, além da realização de cursos de curta duração ensinado a importância destes para a saúde dos associados, sensibilizando os associados da importância de se manterem saudáveis sem nenhum tipo de acometimento da saúde.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de urbanização juntamente com a industrialização gerou uma série de problemas ambientais, além da exclusão de muitas pessoas do mercado de trabalho consequentemente a modificação do cotidiano das pessoas passa a ser mais “acelerado” e com isso passa-se a consumir mais e a produzir mais lixo, resíduos sólidos urbanos, que se tornam uma fonte de renda para a parcela da população que não possui um trabalho formal, decorrente da sua baixa escolaridade.



Com isso os chamados catadores passam a se organizar em associações para obter um maior valor agregado ao material reciclável comercializado, como foi a ARCA que foi a área de estudo. Para a separação dos resíduos sólidos é necessário o uso de EPIs, pois os materiais podem ser infectantes e causar algum tipo de doença. Diante do exposto foi averiguado que a associação dispõe os EPIs para o que os seus associados o utilizem, mas nem todos os associados os utilizam, gerando assim um risco a sua saúde, pois em algum momento durante a separação dos recicláveis que vem todos misturados nos bags, pode haver algum tipo de contaminação.

Neste estudo foi proposto a realização de um curso de curta duração demonstrando a necessidade do uso dos equipamentos, a sua importância no momento da separação dos recicláveis, isso deve ser feito em uma linguagem simples e coloquial, já que a maior parcela dos associados possuem um baixo nível de escolaridade. Além de haver uma maior cobrança dos responsáveis para o uso dos equipamentos.

REFERÊNCIAS

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA – CONDER. **Manual de operação de aterros sanitários**. Bahia: CONDER, 1999. p. 9

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT). *Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado*. São Paulo: IPT/CEMPRE. 1995. 278p.

BRASIL. Lei Federal nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977. **Consolidação das Leis do Trabalho**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6514.htm>. Acesso em 15 de setembro de 2013.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto 2012. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 15 de setembro de 2013.

LIMA, S. C.; ROSA, R.; FELTRAN FILHO, A. Mapeamento do uso do solo no município de Uberlândia-MG, através de imagens TM/LANDSAT. **Revista Sociedade e Natureza**, Uberlândia, v.1, n.2, p.127 - 145, 1989.

LOPES, V. M. Q. V. **Uberlândia: histórias por entre trilhas, trilhos e outros caminhos: memórias, construção e apropriação dos espaços**. Uberlândia: EDUFU, 2010.

SANTOS, M. **Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos metodológicos da Geografia**. 6 ed. São Paulo: Editora USP, 2008.



CAPÍTULO 11

O MODELO PRESSÃO-ESTADO-IMPACTO-RESPOSTA (P-E-I-R) E A UTILIZAÇÃO DE INDICADORES NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Francisco Rauzito Neris dos Santos, Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, UFCG. Membro do Grupo de Pesquisa Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, GPA

José Deomar de Souza Barros, Licenciado em Ciências com habilitação em Biologia e em Química, UFCG; Mestre e Doutor em Recursos Naturais pela UFCG; Professor adjunto da UFCG. Membro Grupo de Pesquisa Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, GPA

RESUMO


A utilização de ferramentas de análise do progresso de sustentabilidade é essencial para extrair uma realidade palpável de acordo com o contexto. Os indicadores no gerenciamento de resíduos sólidos, por exemplo, fornecem informações relevantes para a compreensão dos fatores que regem determinado sistema. Dentre eles, o modelo Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR) fornece direcionamentos em relação ao conjunto e as interrelações entre os diferentes âmbitos analisados. Destarte, esse tipo de instrumento possibilita o conhecimento sobre o índice de sustentabilidade e permite a extração de informações significativas que coordenam as esferas sociais, ambientais, políticas, entre outras.

PALAVRAS-CHAVE: Indicadores. Resíduos sólidos. Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A exploração dos recursos cada vez mais finitos evidenciam problemas expandidos para uma escala global, pressionando a sociedade a buscar alternativas que contribuam para a minimização dos impactos negativos, ultrapassando fronteiras geopolíticas ou qualquer barreira ideológica (OLIVEIRA, 2012).

A revolução industrial, marcada pelo início da produção em massa e das grandes parcerias comerciais acentuou o que chamamos de consumismo. Nesse contexto, mais do que nunca, o tema ambiental está nas agendas internacionais e nacionais, resultado das instabilidades geradas pelo homem, de forma acumulativa ou instantânea, gerando dentre tantas consequências, um abismo social. Assim, essa temática torna-se um desafio para todos, exigindo aprofundamento, mudança de paradigmas ou até mesmo, uma revolução do conhecimento (PEREIRA; HORN, 2009).



O mito da superação da natureza, a ideia ilusória dos recursos naturais infinitos embasada pela produção intensiva, no qual o ser humano se coloca como detentor de todos recursos, resultou em desordem e evidência que a solução não se limita a uma estratégia técnica, mas uma resposta ética. Assim, desgaste na camada de ozônio, elevação da temperatura, desertificação de florestas, desaparecimento de diversas espécies, fatores que indivíduos das camadas mais baixas são os mais atingindo, acentuando a desigualdade mundial, levantaram questões caracterizada pelo antropocentrismo (JUNGES SJ, 2001).

Nesse percurso, surge o desenvolvimento sustentável, com a premissa de buscar conexões de progresso entre os campos ambientais, sociais e econômicos e não destacando exclusivamente uma área em detrimento de outra (BARBOSA, 2008). A mudança desses paradigmas, ou seja, a realização de uma práxis ambientalmente responsável inicia através da superação de políticas antropocêntricas. A constatação de que o homem é integrante do meio natural, torna-se um avanço uma relação menos conturbada entre ser humano e o restante da natureza (SILVA; RECH, 2017). Aliado a isso, ferramentas são essenciais para a mensuração do nível de sustentabilidade atribuído a determinado local e direcionamento de ações para mitigação dos impactos negativos antrópicos. (OLIVEIRA, 2012).

Os indicadores no gerenciamento dos resíduos sólidos, por exemplo, assim como as proposições de outros tipos de indicadores, buscam dar suporte no estabelecimento de uma visão real dentro de um determinado contexto, apontando metas de sustentabilidade estabelecidas, o status quo do local e fornece direcionamentos para o processo decisório (MALHEIROS; COUTINHO, 2012).

Dentre os principais indicadores, o PEIR estabelecido pela OCDE, avaliando a Pressão, Estado, e Impacto das ações antrópicas, além de emitir uma Resposta relacionadas às políticas públicas direcionadas após a realização da avaliação. (SILVA; CÂNDIDO, 2012).

Nesse contexto, a elaboração de indicadores adaptado para cada local torna-se um desafio. Devem ser capazes de ser mensuráveis, expressivo e acessível de acordo com o seu âmbito de atuação. Permitindo, assim, o fornecimento de subsídios para a avaliação do progresso e contribuir para a tomada de decisões.

RESÍDUOS SÓLIDOS E OS INDICADORES

A gestão dos resíduos sólidos torna-se cada vez mais emergente quando a complexidade existente atinge todas as camadas sociais, ambientais e econômicas. Desse modo, exige ações integradas, não havendo um único caminho e nem medida isolada para lidar com as problemáticas (SILVA, 2013).


Por isso, diante da complexidade dos componentes da natureza, há a urgência de uma visão holística, podendo ser definida como uma ferramenta que acentua as interconexões existentes entre os integrantes do sistema. Entender os processos que acontecem dinamicamente necessita de um olhar multifocal. Embora alguns cientistas já considerem os problemas ambientais de maneira integrada, muitas vezes a ausência da abordagem holística torna-se um empecilho na elaboração de estratégias de superação dos problemas recorrentes (WASSERMAN; ALVES, 2004).

Nesse sentido, ferramentas são necessárias para subsidiar as tomadas de decisões. A mensuração da realidade nos mais variados elementos possibilita uma visão palpável, capacidade de compreensão diante das suas distintas características do real. Assim sendo, os indicadores são instrumentos que contribuem para avaliação dos fatos que nos cercam, proporcionando informações para elaboração de estratégias que facilite as ações e modificar a realidade (BARROS; SILVA, 2012).

Os indicadores se referem a um aparato resumido de informações em relação a um determinado fenômeno, instituindo um valor associado a uma mensuração sempre com o intuito de contribuir positivamente nas ações de políticas públicas (MALHEIROS; COUTINHO, 2012).

Segundo Atkisson (2005), essa ferramenta deve fornecer relações para ações comunitárias e entendimento da sustentabilidade. Os aspectos ambientais, econômicos e sociais devem ter prioridade na elaboração, devendo ser enquadrado tanto nas normas técnicas, como ser de fácil compreensão para a mídia local e pessoas comuns, além de dever apresentar flexibilidade, ou seja, capacidade de mudanças de acordo com as demandas.

No processo de construção de indicadores para gerenciamento dos resíduos sólidos o amparo de dados disponíveis é imprescindível. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), por exemplo, fornece informações nas esferas sociais, ambientais, econômicas, institucionais, dados esses que contribuem para a formulação de novos indicadores de gestão dos resíduos sólidos. Além disso, a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB) investiga




as condições de saneamento básico de todos os municípios brasileiros. Há, também, o suplemento Meio Ambiente da MUNIC que se formula por meio do modelo Pressão-Estado–Resposta: Pressão - as causas dos problemas ambientais; Estado - os problemas ambientais; Resposta - programas e ações o órgão analisa a organização da prefeitura na área ambiental, desde as condições até as ações direcionadas para a área (RAMOS, 2013)

Há ainda, o banco de dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), no qual são disponibilizados mapas temáticos de RSU (indicador de taxa de cobertura, massa coletada per capita e taxa de recuperação de recicláveis), bem como a série histórica dos diagnósticos de manejo de resíduos sólidos. A associação CEMPRE (Compromisso Empresarial para Reciclagem), reúne informações sobre programas de coleta seletiva, desenvolvidos por prefeituras. Finalmente, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABELPRE) disponibiliza anualmente Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil com a aplicação do questionário, ao passo que, os dados referentes à reciclagem, são obtidos junto às associações representativas dos setores de alumínio, papel, plástico e vidro, os quais abrigam as principais atividades de reciclagem no país (RAMOS, 2013).

Destarte, cada indicador deve refletir a realidade no qual é direcionado, portanto, a sua adaptação para cada local é válida de modo que se adapte ao contexto regional. Além disso, os indicadores na avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos se mostram efetivos, pois apontam os pontos que devem ser melhorados, constituindo uma base de dados para os agentes diretos na tomada de decisão e promove fácil compreensão por parte da população e permitindo sua participação (SOUTO, 2017).

SISTEMA DE INDICADORES PRESSÃO-ESTADO-IMPACTO-RESPOSTA (P-E-I-R)

A Conferência Internacional da Organização das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro, adotou a Agenda 21 no qual abriu-se caminhos para a elaboração de planejamentos e ações posteriores para colocar os princípios da sustentabilidade em prática. Nesse sentido, a necessidade de incrementar instrumentos de avaliação do progresso tornou-se emergente. A adoção de unidade que permita estabelecer proximidades entre as diferentes camadas sociais, culturais, institucionais é traduzida por meio dos indicadores (VAN BELLEN, 2004).



A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCED – (2002) define indicador como sendo um parâmetro que fornece ou descreve o estado de um fenômeno, ambiente ou de uma zona geográfica.

Há diversos modelos de indicadores ambientais, sendo que, dependendo do objetivo, há dimensões diferentes aplicadas em cada um. Dentre eles, destaca-se o Modelo Pressão - Estado - Resposta (PER), desenvolvido e adotado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e, posteriormente, atualizado pelo PNUMA (2007), acrescentando a variável Impacto, formando PEIR. Modelo Pressão – Estado – Impacto – Resposta (SOUZA; SILVA, 2014).

Os indicadores refletem a realidade, facilitando o processo de compreensão e elaboração dos direcionamentos emergentes para a mudança nas políticas ambientais (SILVA *et al.*, 2012).

O modelo do PNUMA (2007) que diz respeito à identificação das atividades humanas no meio ambiente, traduzido em quatro elementos Pressão, Estado, Impacto e Resposta (PEIR). A avaliação, portanto, é analisada por meio da Pressão, ou seja, as ações humanas que culminam em mudanças no meio por meio de Estados (físicos, químicos, gasosos), em seguida, quais Impactos são gerados, seja sobre a saúde humana ou nos ecossistemas e as Respostas das políticas, sejam por parte de pessoas comuns ou do poder público.

A reflexão sobre as práticas sociais, em uma sociedade que degrada incessantemente os ecossistemas, há a necessidade de estabelecer ligações entre as diferentes dimensões sociais, destacando o papel dos atores envolvidos na relação meio natural com o social (JACOBI, 2003).

Documentos internacionais foram elaborados enfatizando a necessidade de superação do antropocentrismo para garantir a proteção ambiental. A Carta Mundial da Natureza, por exemplo, aprovada pela Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas – ONU – (1982), estabelece direcionamentos para a construção de uma ética ambiental global, valorizando todas as formas de vida (DIAS, 2019).

Outras mudanças foram trazidas pela Política Nacional do Meio Ambiente que chamou atenção para a preservação dos componentes bióticos e abióticos, valorizando um olhar sistemático e não voltado exclusivamente para o ser humano (BRASIL, 1981).

Diante dessa perspectiva, Van Bellen (2004) destaca que o modelo PEIR permite estabelecer interrelação entre os diferentes fatores analisados, sendo que seleção dos indicadores deve ser adequada para cada local para a garantia de tomadas de decisões coerentes.

CONCLUSÃO

Destarte, é perceptível que durante muito tempo as questões econômicas obtiveram privilégios em um conceito de desenvolvimento desenfreado, resultando na construção de percepções e ações que degradam o meio ambiente demasiadamente. A inserção de linhas políticas que antagonizem a ideia de homem no centro torna-se essencial para mitigação dos impactos negativos sobre o ecossistema, por isso, integrar todos os componentes, sejam eles humanos ou não, possibilita a valoração de todos sem distinção de grau de importância.

Assim, os indicadores apresentando uma variável ou várias, por meio da avaliação de fenômenos e tendências de um sistema para indivíduos, empresas ou governos, possibilita a orientação em relação à tomada de decisão. Vale ressaltar que cada indicador deve ser moldado de acordo com cada realidade, capturando a complexidade de mensuração de desenvolvimento sustentável. Entretanto, não corresponde à realidade de forma literal, mas uma representação de modo que possibilite o acesso às informações por todos os atores sociais e posterior desenvolvimento de ações direcionadas ao melhoramento.

REFERÊNCIAS

- ATKISSON, Al. **Desenvolvimento de indicadores de comunidades sustentáveis - lições do Seattle Sustentável**. 2005.
- BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, n.p, jan./jun. 2008.
- BARROS, J. D. de S.; SILVA, M. de F. P. da. Aspectos teóricos da sustentabilidade e seus indicadores. **Polem!ca**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1 , p. 104-112, jan./mar. 2012.
- BRASIL. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. 1981.
- DIAS, R. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, Maranhão, n. 118, p. 189-205, mar. 2003.
- JUNGES SJ, J. R. Ética ecológica: antropocentrismo ou biocentrismo? **Perspectiva teológica**, Belo Horizonte, v. 33, n. 90, p. 33-66, 2011.
- MALHEIROS, T. F.; COUTINHO, S. M. V. **Desafios do uso de indicadores na avaliação da sustentabilidade**. In: PHILIPPI JR, A.; MALHEIROS, T. F. **Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental**. Barueri: Manole, 2012. p. 1-26.

OLIVEIRA, V. P. V. de. Análise socioambiental e perspectivas para o desenvolvimento sustentável em áreas semiáridas. Edições UFC, Ceará. 2012

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÓMICOS. **Indicadores para medir a dissociação das pressões ambientais do crescimento econômico** OECD Publicações, Paris. 2002.

PEREIRA, A. O. K.; HORN, L. F. D. R. **Relações de consumo: meio ambiente**. Caxias do Sul: Editora da Universidade de Caxias do Sul, 2009.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Projeto Geo Cidades: relatório ambiental urbano integrado – Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: PNUMA/MMA/IBAM/ISER/REDEH; 2007.

RAMOS, R. R. Gestão de resíduos sólidos urbanos: indicadores de sustentabilidade aplicados a programas de gestão e associações de catadores de materiais recicláveis. **Geografia**, Londrina, n. 3, v.22, p. 27-45, set./dez, 2013.

SILVA, C. A. da. Proposta de sistema de coleta seletiva sustentável para pequenos municípios: estudo de caso Pirambu/SE. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, Bahia, v.1, n.2, p. 189-201. 2013.

SILVA, D. C. B. da; RECH, A. U. A superação do antropocentrismo: uma necessária reconfiguração da interface homem-natureza. **Revista da Faculdade de Direito da UFG**, Goiânia, v. 41, n. 2, p. 13-27, mai./ago. 2017.

SILVA, M. E.; CÂNDIDO, G. A. A análise de indicadores de sustentabilidade na problemática de resíduos sólidos em Campina Grande – PB. **Reuna**, v. 17, n. 1, p. 91-110, 2012.

SILVA, S. S. F. da. *et al.* Indicador de Sustentabilidade Pressão –Estado – Impacto – Resposta no Diagnóstico do Cenário Sócio Ambiental resultante dos Resíduos Sólidos Urbanos em Cuité, PB. **REUNIR – Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade**, Sousa, v. 2, n. 3, p. 76-93, ago. 2012.

SOUTO, D. H. **Indicadores de Sustentabilidade de Resíduos Sólidos Urbanos: Aplicação no município de Coromandel - MG**. 2017. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2017.

SOUZA, J. L.; SILVA, I. R. Utilização do modelo pressão-estado-resposta na avaliação da qualidade das praias da ilha de Itaparica, Bahia. **Cadernos de Geociências**, Bahia, v. 11, n. 103-113, nov. 2014.

VAN BELLEN, H. M. Desenvolvimento sustentável: apresentando os principais métodos de medição. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 7, n. 1, jun. 2004.

VAN BELLEN, H. M. Indicadores de sustentabilidade - um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 1-14. Mar, 2004.

WASSERMAN, J. C.; ALVES, A. R. O holismo aplicado ao conhecimento ambiental. **Engevista**, v. 6, n. 3, p. 113-120, 2004.



CAPÍTULO 12

A INTERDISCIPLINARIDADE COMO SUBSÍDIO PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Francisco Rauzito Neris dos Santos, Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, UFCG. Membro do Grupo de Pesquisa Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, GPA

José Deomar de Souza Barros, Licenciado em Ciências com habilitação em Biologia e em Química, UFCG; Mestre e Doutor em Recursos Naturais pela UFCG; Professor adjunto da UFCG. Membro Grupo de Pesquisa Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, GPA

RESUMO


Diante das problemáticas ambientais, há uma constante busca por práticas que contribuem para a elaboração de soluções. As ações educativas alicerçadas pela educação ambiental evidenciam a necessidade da formação de atores sociais aptos para a execução da proteção ambiental em prol do bem comum. Além disso, a efetivação dessas práticas apoiada na interdisciplinaridade, havendo um rompimento dos diferentes vieses dentro do contexto educativo, contribui positivamente para um despertar reflexivo, pensamento crítico e cada vez mais próximo da realidade.

PALAVRAS-CHAVE: Educação ambiental. Interdisciplinaridade. Pensamento crítico.

INTRODUÇÃO

Os riscos constantes, principalmente ambientais, tornam-se cada vez mais complexos. Resultados que demonstram que a busca por soluções exige a quebra de paradigmas e mudanças de práticas sociais envolvendo atores das mais diversas áreas, como do universo educativo (JACOBI, 2005). A inserção de indivíduos de vertentes diferentes torna-se crescentemente importante, pois, nas palavras de Paulo Freire (1979): "Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo".

Nesse sentido, a inserção da educação ambiental torna-se essencial na busca por melhorias sociais. A partir da conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental realizada em Tsibilisi (EUA), em 1977, enfatizou-se a emergência da inserção da criticidade durante as práticas educacionais, tornando indissociável o contexto escolar e sociedade, formando a participação política para transformação social, proveniente do viés crítico e reflexivo das informações debatidas e reelaboração de valores éticos, havendo, portanto, cada



vez mais um abandono da prática conteudista (VIEGAS, OLIVEIRA, SILVA, 2016; COSTA, *et al.* 2018).


Aliado a esse rompimento nas pressuposições didáticas convencionais, a interdisciplinaridade se insere como princípio de que todos os elementos possuem uma interconexão, rompendo as fronteiras das disciplinas em um meio cada vez mais contextualizado, próximo à realidade (FAZENDA, 2015). Tagliapietra e Carniatto (2019) destacam que a interação social e ambiental é abordada os seres vivos e suas relações com o meio ambiente, envolvendo aspectos culturais e diferentes dimensões de conhecimento. Nessa perspectiva, é imprescindível inserir a educação ambiental no âmbito multidisciplinar dentro dos contextos educativos.

A integração nesse contexto, em um sistema de incessante degradação dos ecossistemas e formação de problemas socioambientais, torna-se primordial a integração das práticas interdisciplinares para intensificação de mudanças das práticas sociais.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A educação ambiental busca uma mudança no modelo de relação homem-natureza atual, no qual surge como alternativa para o desenvolvimento de habilidades e concepções acerca dos agravos ambientais recorrentes, tornando próximo da realidade chances de atuações práticas e responsáveis por parte dos atores sociais em um sentido individual e coletivo (JACOBI, 2003), (PELICIONI, 2004). Loureiro (2007) complementa que essa área transcende a tendência muito comum nos anos 1980, mas que ainda hoje se faz presente nos discursos que tratam sobre esse tema, uma vez que, a ideia é inserida apenas por meio do ensino de conteúdos, uma transmissão de comportamentos ecologicamente corretos e sensibilização com relação à natureza, porém, o autor adverte que deve haver uma maior exploração sobre os complexos processos de aprendizagem e a necessidade social de mudanças de atitudes, aptidões e valores. Nesse sentido, a educação ambiental se destaca por transitar pelos aspectos sociais, econômicas, políticas e culturais.


Os primeiros registros do uso do termo “Educação Ambiental” ocorreram em 1948, no encontro da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN) em Paris, porém, a construção do conceito que conhecemos hoje se iniciou na Conferência de Estocolmo, em 1972, no qual a temática foi inserida na agenda internacional (MEC, 2007).



Em 1975 é lançado em Belgrado, o Programa Internacional de Educação Ambiental, definindo princípios, conceitos e orientações para o futuro. Cinco anos depois, em Estocolmo, acontece em Tbilisi, na Geórgia, a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental, em parceria com a Unesco e o Programa de Meio Ambiente da ONU (Pnuma). Foi deste encontro, firmado, inclusive, pelo Brasil, que surgiram definições e objetivos adotados até hoje em todo o mundo, marcando princípios que orientam a educação ambiental como conhecemos, inserindo aspectos integrativos, abrangentes, participativos, transformadores e contextualizadores (HAMMES, 2012). Outro documento significativo é o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, elaborado no fórum Global, em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92), quando se destacou a importância do pensamento crítico e noções de interdisciplinaridade (MEC, 2007).

Ademais, Jacobi (2005) salienta a importância da inserção dessas definições construídas ao longo do tempo alicerçadas, primordialmente, por mudanças das práticas educativas, estas devem ter como prioridade o questionamento de valores, como hábitos, atitudes e práticas sociais complementada pela participação dos educandos, apoiado sobre o diálogo de forma interdependente seguindo os distintos campos do saber, gerando um processo de reflexão, pensando a realidade como um espaço onde se articulam a natureza, técnica e cultura, nesse sentido, assim como Deperon (2012) aborda, é importante inserir o papel de formação de cidadãos éticos no contexto da educação ambiental, não restrita apenas a ter o direito de escolha, mas o desenvolvimento de uma integração social e um olhar voltado para a conservação do ambiente.

Souza (2012) aborda seu pensamento semelhante a essa ideia, devendo desenvolver ainda, meios de formar atitude crítica, uma compreensão complexa da problemática ambiental, exigindo, portanto, as práticas sociais e cooperação, desenvolvendo um olhar analítico, político e enfrentando o fracionamento do conhecimento. A educação ambiental fornece os instrumentos necessários para a construção desse tipo de visão, reforçando a necessidade de práticas do agir em relação aos problemas socioambientais dentro de um contexto ético, no qual o educador deve assumir uma postura reflexiva. Jacobi (2005) acrescenta que há a necessidade de ter o entendimento de que os problemas ambientais são frutos de um conhecimento e conceitos socialmente construídos, então o educador deve estar preparado para reelaborar informações, inserindo na experiência do aluno.




Gonçalves (2019) ressalta que outro elemento importante, devendo, dessa forma, ser introduzido durante o desenvolvimento dessas práticas educativas é a interdisciplinaridade. O autor afirma que a questão ambiental é, por natureza, interdisciplinar, pois aborda a questão social e ambiental concomitantemente. Gonçalves (2019) define, ainda, que a interdisciplinaridade se torna verdadeira quando há a união entre diferentes áreas para a resolução de um problema comum. Esse conceito pode ser encaixado no contexto educativo, como afirmam Pelicioni (2004) e Troppmair (2006), dado que, segundo os autores, a educação ambiental se utiliza de subsídios de diferentes áreas como a História, a Psicologia, a Sociologia entre outras para abordar os diferentes aspectos envolvidos no contexto.

Não distanciando desses elementos, Pelicioni (2004) nos traz que uma pedagogia crítica e ambientalista deve haver a inserção nos elementos sócio-históricos e políticos nos conteúdos estudados, desviando do abstrato e, ao mesmo tempo, relacionar com a realidade dos sujeitos sociais. É importante destacar que uma prática pedagógica conteúdista, denominada por Paulo Freire (2013) como educação bancária, centrada no conhecimento formal-instrumental se torna ineficiente quando destituída da capacidade de compreensão global. A Lei 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre esse tema e institui a Política Nacional de Educação Ambiental, dentre os princípios básicos, estabelece unidades importantes para nos aproximarmos mais das definições geradas durante as conferências ambientais:

“[...] deve-se haver o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo, a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o sócio-econômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade e o pluralismo de idéias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade”. (BRASIL, 1999)

Tais mudanças não são realizadas efetivamente apenas por meios da elaboração de políticas educativas (leis, normas e documentos) e capacitação dos atores educativos para romper as normas educativas do passado. Seguindo apenas por este ponto de vista, cria-se uma educação cada vez mais distante de realidade, uma visão reducionista do contexto, quando apenas acha que a problemática é resolvida com uma visão ecológica, fechado a outros campos de conhecimento, tendo uma visão descontextualizada, sendo necessário, portanto, uma integração entre sociedade, cultura e meio ambiente (LUZZI, 2012).

Loureiro (2011) complementa que essa abordagem sociocultural possibilita a ação pró-ativa e transformadora se efetivem, visto que, a aproximação dentro de um contexto familiar, possibilita a visão crítica. Dessa forma, criam-se meios para a construção de idéias e o educando insere no cenário ambiental. Peres (2012) converge, ressaltando a importância da contextualização das disciplinas e seu significado na experiência dos alunos, devendo haver



abertura para questionamentos que levem à reflexão e desenvolvendo a capacidade dos alunos de se enxergarem como agentes de sua história.

De acordo com Leff (2009) esse é o maior desafio na atualidade: o da responsabilidade, incluir a tarefa do trabalho coletivo, educar para que as novas gerações estejam preparadas para a crise civilizatória e transformá-la em atitude, ou melhor, exercer a práxis, de tradição marxista, mas aplicada no conceito de prática pedagógica de Freire, conduzindo-nos à reflexão, e, por conseguinte, a ação.


INTERDISCIPLINARIDADE

O conceito de interdisciplinaridade gera muitos debates teórico-ideológicos, Leis (2005) afirma que enquadrar uma definição nesse campo levaria a uma homegeinização, viés esse que contraria a própria prática interdisciplinar, sendo mais viável, portanto, destrinchar a partir de como esta atividade se manifesta no campo acadêmico atual. De qualquer forma, a interdisciplinaridade é uma resposta alternativa inovadora, mas igualmente complementar, à disciplinaridade, pois, de acordo com Morin (2002), busca uma interconexão entre os diferentes conhecimentos adquiridos, e ao mesmo tempo, inseridos em um contexto.

As primeiras discussões acerca do tema emergem nos anos de 1960 para contrapor a forma como o conhecimento era disseminado desde o aparecimento da ciência moderna no Ocidente, ganhando destaque na segunda fase da história da universidade. Esta forma, difundida a partir da criação das Universidades de Berlim (1908) e de Londres (1828), está ancorada na fragmentação e compartimentalização dos conteúdos abordados, seja na ciência ou ensino, formando as disciplinas, criação essa marcada pela separação entre teologia e filosofia pelas instituições acadêmicas (ECHEVERRÍA; CARDOSO, 2017).

Essa fragmentação é frequentemente citada na literatura como sendo Cartesiana, no qual Descartes sugere que para estudar um fenômeno é preciso decompô-lo em elementos simples para facilitar e a união das partes seria a solução para o todo, então após o surgimento das universidades, as disciplinas nasceram na tentativa de organizar o conhecimento (AUGUSTO *et al.*, 2004).

Porém, o desagregamento como forma de abordar os campos do conhecimento apresenta opiniões adversas, Thiesen (2008), por exemplo, afirma que o entendimento e explicação dos fenômenos científicos e tecnológicos devem ser provenientes da compreensão do todo, relacionando os pontos convergentes e ainda de que forma os divergentes se integram,




pois o mundo não é disciplinar. Susin, Brum e Schuhmacher (2011) acrescentam que quando partirmos para o ensino, a fragmentação bastante difundida nessa área, acaba não acompanhando as mudanças e exigências da sociedade que está em constante desenvolvimento, essencialmente no que diz respeito ao conhecimento global. Essa compartimentalização demasiada exposta na matriz curricular acaba afastando da realidade e impedindo a contextualização do ensino, conseqüentemente, interfere negativamente em uma compreensão clara acerca dos conceitos fundamentais que regem o mundo. Os autores sugerem, ainda, que a disseminação do trabalho interdisciplinar nas escolas, abertura de espaços para o diálogo entre os professores na tentativa de criação de estratégias que possibilitem os estudantes aprenderem significativamente torna-se imprescindível.

Conteúdos voltados para a área ambiental, por exemplo, Carneiro (1995) aborda que um conhecimento composto de forma interdisciplinar é primordial no entendimento e resolução dos problemas. Alvarenga (2011) integra a esse pensamento que além de uma alternativa inovadora aos limites da disciplinaridade, a interdisciplinaridade se apresenta igualmente complementar, “[...] negando que existe um “vazio” de realidade entre as fronteiras disciplinares.” (ALVARENGA, 2011, p. 20)

Echeverría e Cardoso (2017) evidenciam que mesmo que haja esse consenso sobre a importância da interdisciplinaridade nas diversas áreas humanas a sua efetivação torna-se tortuosa pela dificuldade de inserir na prática, ou seja, de desenvolver a tarefa árdua de trabalhar nas fronteiras das disciplinas e realizar conexão dos saberes, na tentativa de explicar os fenômenos complexos. No ensino, por exemplo, Avila et al. (2017) destaca que entre os desafios enfrentados pelos professores está aspectos como a dificuldade e execução da interdisciplinaridade quando os conteúdos são desenvolvidos de forma fragmentada, além da dificuldade de alguns professores no trabalho em conjunto, pois estão adaptados a desenvolver os próprios direcionamentos de suas disciplinas, faltando conhecimento de outras áreas, acerca da interdisciplinaridade em si. Além disso, os autores destacam a importância da formação de professores para a preparação das propostas interdisciplinares, aspecto esse interditado pelo fato da formação destinada exclusivamente à especialização, causando dificuldade nas pratica docente interdisciplinar.

Os obstáculos na implementação da interdisciplinaridade muitas vezes estão relacionadas ao impasse de correlacionar teoria à prática, no qual durante as discussões teóricas, há uma ausência de exemplificação prática, não bastando, portanto, o entendimento teórico, mas o esclarecimento em relação aos obstáculos práticos. Desse modo, a interdisciplinaridade



se apresenta como uma necessidade da formação de educadores e de pesquisadores com novas perspectivas, um novo perfil (ECHEVERRÍA; CARDOSO, 2017).

Nesse sentido, Santomé (1998) sugere uma reorganização das matrizes curriculares, no qual os conteúdos possam ser realocados em núcleos centrados em temas, atravessar os limites das disciplinas e discorrer acerca dos problemas existentes em sentidos como histórico e geográfico. Essa integração permite conexão com a realidade, propondo práticas educacionais contextualizadas.

Essa proposta torna-se viável e com resultados significativamente positivos. Neves (2015) exemplifica que países como Finlândia e Coreia do Sul que apresentam destaque em âmbitos como educacional, já possuem a noção de interdisciplinaridade como meio de responder à complexidade na formação dos estudantes, adotando estratégias integradoras, como o Stem (Science, Technology, Engineering and Mathematics) que engloba profissionais das mais diversas áreas incluindo, físicos, médicos, farmacêuticos, analistas de energia, arquitetos e desenvolvedores de jogos, o que traduz o caráter interdisciplinar da proposta.

Segundo Morim (2002) a disjunção do conhecimento interfere negativamente na compreensão de problemas complexos, e, concomitantemente, resolução. Pereira e Nascimento (2016) afirmam que as diferentes competências das mais diversas áreas vão se multiplicando de modo que contribua para o surgimento de um novo olhar para o meio acadêmico, exigindo cada vez mais mudanças na organização e gestão das instituições acadêmicas, criação de novos modelos e integração como ponto essencial nesse processo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, diante da complexidade dos processos de aprendizagem, a educação ambiental contribui positivamente no rompimento de paradigmas, respaldando em meios de formar atitude crítica, ampliação de valores e inserindo a interdisciplinaridade como forma de aproximação da realidade de modo que a elaboração de soluções para a resolução das problemáticas socioambientais sejam efetivas e concretas.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. T.; PHILIPPI JÚNIOR, A.; SOMMERMAN, A.; ALVARES, A. M. S.; FERNANDES, V. Histórico, fundamentos filosóficos e teórico-metodológicos da interdisciplinaridade. *In*: PHILIPPI JR, A.; SILVA NETO, A. J. **Interdisciplinaridade em ciência, tecnologia e inovação**. Barueri: Manole, 2011. p. 20.

AUGUSTO, T. G. da S. *et al.* Interdisciplinaridade: concepções de professores da área ciências da natureza em formação em serviço. Bauru, **Ciência & Educação**, v. 10, n. 2, p. 277-289, 2004.

AVILA, L. A. B.; MATOS, D. de V.; THIELE, A. L. P.; RAMOS, M. G. A interdisciplinaridade na escola: dificuldades e desafios no ensino de ciências e matemática. **Signos**, Lajeado, v. 38, n. 1, p. 9-23, 2017.

BRASIL. Lei n. 9795 de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental. Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, 1999.

CARNEIRO, S. M. M. Interdisciplinaridade: um novo paradigma do conhecimento? Curitiba, **Educar em Revista**, n. 10, p. 99-109, 1995.

COSTA, R. D. A. da. et al. Paradigmas da educação ambiental: análise das percepções e práticas de professores de uma rede pública de ensino. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. 17, n. 1, p. 248-262, 2018.

DEPERON, M. L. da S. A educação ambiental na escola como prática social e política. *In*: HAMMES, V. S. (org.) **Construção da proposta pedagógica**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 125-128.

ECHEVERRÍA, A. R.; CARDOSO, D. das D. P. Interdisciplinaridade: fundamentos teóricos, dificuldades e experiências institucionais no Brasil. *In*: PHILLIPPI JR, A.; FERNANDES, V.; PACHECO, R. C. S. **Ensino, pesquisa e inovação: Desenvolvendo a interdisciplinaridade**. Barueri: Manole, 2017. p. 4-65

FAZENDA, I. C. A. Interdisciplinaridade: Didática e Prática de Ensino. *In*: Grupo de Estudos e Pesquisa em Interdisciplinaridade (GEPI). Interdisciplinaridade. São Paulo, v. 1, n. 6, abr. 2015. p. 9-17.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

GHIRALDELLI, A. J.; SANTOS, M. P. F. dos; VALÉRIO, R. S. Programa de educação ambiental: pequenas ações mudam o mundo. *In*: HAMMES, V. S.; RACHWAL, M. F. G. (org.) **Meio ambiente e escola**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 63-65.

GONÇALVES, T. M. O trabalho interdisciplinar em educação ambiental: reflexão sobre a prática docente. **Revbea**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 41-49, 2019

HENRIQUE, R.; TRAJBER, R.; MELLO, S. LIPAI, E. M.; CHAMUSCA, A. **Educação Ambiental - Aprendizagem de Sustentabilidade**. Secad/MEC, 2007.

JACOBI, R. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 1-17, mai./ago. 2005.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189-205, mar. 2003.

JACOBI, P. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 233-250, mai./ago. 2005.

LEFF, E. Complexidade, Racionalidade Ambiental e Diálogo de Saberes. **Educação e realidade**, Rio Grande do Sul, v. 34, n. 3, 2009.

LEIS, H. R. Cadernos de pesquisa interdisciplinar em ciências humanas: sobre o conceito de interdisciplinaridade. **Cadernos de pesquisa**, São Paulo, v. 6, n. 73, ago. 2005.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental crítica: contribuições e desafios. *In*: MELLO, S.S.; TRAJBER, R. (Org.) **Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola**. Brasília: Ministério da Educação: UNESCO, 2007. p. 67-69.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e movimentos sociais na construção da cidadania ecológica e planetária. *In*: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. de. **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**. São Paulo: Cortez Editora, 2011. p. 73-76.

LUZZI, D. **Educação e meio ambiente: uma relação intrínseca**. São Paulo: Manole, 2012.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: Repensar a reforma, reformar o pensamento**. 7 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

NEVES, C. M. de C. Formação de professores da educação básica e pós-graduação: a interdisciplinaridade necessária. *In*: PHILIPPI JR, A.; FERNANDES, V. **Práticas da interdisciplinaridade no ensino e pesquisa**. Baurueri: Manole, 2015. p. 471-475

PELICIONI, M. C. F. Fundamentos da Educação Ambiental. *In*: PHILIPPI JR, A.; ROMÉRO, M. de A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. Baurueri: Manole, 2004. p. 460-463.

PEREIRA, E. Q.; NASCIMENTO, E. P. A interdisciplinaridade nas universidades brasileiras: trajetória e desafios. Santa Cruz do Sul, **Redes**, v. 21, n. 1, p. 209-232, jan./abr. 2016.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Brasília: Cortez Unesco, 2002.

PERES, M. L. D. Interdisciplinaridade. *In*: HAMMES, V. S. (org.) **Construção da proposta pedagógica**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 107-108.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SOUZA, R. A. M. de. Educação ambiental e cidadania. *In*: HAMMES, V. S.; RACHWAL, M. F. G. (org). **Meio ambiente e escola**. Brasília: Embrapa, 2012. p. 43-48

SUSIN, R. M.; BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E. A superação da fragmentação do saber por meio da interdisciplinaridade. Mafra, **Ágora**, v. 18, n. 1, 2011.

TAGLIAPIETRA, O. M.; CARNIATTO, I. A interdisciplinaridade na educação ambiental como instrumento para a consolidação do desenvolvimento sustentável. **Revbea**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 75-90, 2019.

THIESEN, J. da S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 39 set./dez. 2008.



TROPPMAR, H. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 7 ed. Rio Claro: Divisa, 2006.

VIEGAS, L. L.; OLIVEIRA, J. B. de.; SILVA, D. dos. S. A alma de nossas árvores: um diálogo entre o conceito aristotélico de alma, a Educação Ambiental, o ensino de Filosofia e a prática artística In: BONOTTO, D. M. B.; CARVALHO, M. B. S. da S. C. (Org.) **Educação ambiental e valores na escola: buscando espaços, investindo em novos tempos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016 p. 89-100.

CAPÍTULO 13

PRÍNCIPIOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SEUS INDICADORES

Francisco Rauzito Neris dos Santos, Licenciado em Ciências Biológicas, UFCG.
Membro do Grupo de Pesquisa Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável do
Semiárido, GPA

José Deomar de Souza Barros, Doutor em Recursos Naturais pela UFCG. Professor
adjunto da UFCG.

RESUMO

É fundamental a busca de meios que garantam a vitalidade do meio ambiente, necessitando que cada vez mais as produções do sistema capitalista adentrem na perspectiva de aplicar modelos de desenvolvimento que respeitem os limites naturais, nesse sentido, o desenvolvimento sustentável torna-se emergente no atual sistema. Além disso, torna-se imprescindível a adoção de ferramentas que auxiliem em uma visão abrangente do conjunto direcionado às práticas sustentáveis, como os indicadores que surgem como instrumentos de extração de informações relevantes e essenciais no conhecimento da realidade para condução dos sistemas ambientais, econômicos, sociais, entre outros.


PALAVRAS-CHAVE: Sistema capitalista. Desenvolvimento sustentável. Indicadores.

INTRODUÇÃO

As ações antrópicas estiveram atreladas majoritariamente ao viés econômico, enquanto as questões socioambientais se tornavam exclusas no conflito de interesses. Concomitantemente, o homem identificou que a qualidade de vida era desestabilizada devido à poluição progressiva. Levantou-se então a pauta de desenvolvimento sustentável, conceito esse que foi sendo construído ao longo dos anos, respaldado a partir da visão de especialistas e políticos durante as várias convenções mundiais (SEIFFERT, 2014).

Desde que a ideia de desenvolvimento sustentável surgiu nos anos 1970, a sua definição ainda vem sendo debatida e traz diferentes posições. Para ser sustentável, há a necessidade de ser economicamente eficiente, haver inclusão social e um ambiente ecologicamente equilibrado. Porém, debates são colocados em pauta quando se insere a questão da capacidade de suporte do planeta, exigindo que o crescimento econômico considere a existência desses limites (ROMEIRO, 2012).

Tal problemática exige a incorporação de parâmetros de sustentabilidade e/ou mensuração com base no risco ambiental, de modo que haja a avaliação das condições em que se encontram o sistema, analisar os avanços e elaboração de estratégia direcionadas à sustentabilidade, exigindo a elaboração de indicadores adaptados para cada contexto (BARROS; SILVA, 2012)




Destarte, alcançar os objetivos pautados pelas discussões em relação ao desenvolvimento sustentável torna-se uma tarefa árdua em uma sociedade de valorização do capital. Tornando cada vez mais importante desdobramento de instrumentos e práticas que contribuam para o melhoramento das tomadas de decisões e garantia de progresso.

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

A intensificação da problematização no âmbito do desenvolvimento sustentável se deu a partir do século XIX, quando a utilização da eletricidade e de combustíveis fósseis cresceu significativamente devido ao processo de industrialização (BARBOSA, 2008; MATTOS, 2008) Júnior, Romério e Bruna (2004) acrescentam, ainda, que a intensificação de concentração populacional nos centros urbanos, a degradação é sentida de forma mais acentuada: “onde, em função da alta concentração demográfica, os principais sistemas ambientais estão perdendo a capacidade de autolimpeza e apresentando evidentes sinais de deterioração”

Antes de 1960 pouco se discutia acerca da situação de descaso com relação às emissões de poluentes. Um dos marcos acontece quando em 1962 a bióloga marinha Rachel Carson publica o livro *Primavera Silenciosa* alertando sobre a utilização de pesticidas demasiada afetando negativamente o ecossistema local. Nos anos posteriores diversas reuniões foram realizadas para discutir acerca do tema desenvolvimento sustentável. Em 1968, por exemplo, realizou-se a Conferência da Unesco para tratar sobre a conservação e o uso racional da biosfera. Em 1972 acontece a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano em Estocolmo quando pela primeira vez os governos de todo o mundo se manifestaram a respeito das consequências da economia sobre o meio ambiente, este foi um evento internacional de grande porte, organizado pela ONU, e atendido por uma vasta gama de países do globo (SEIFFERT, 2014).

Em 1983 é formada pela Organização das Nações Unidas (ONU) a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) no qual tinha como objetivo avaliar as relações entre meio ambiente e o desenvolvimento e propor meios viáveis pra a solução dos problemas existentes. Em 1987, há a expansão do conceito de desenvolvimento sustentável pelo Relatório Brundtland, intitulado “Nosso Futuro Comum” conceito que havia sido lançado na Conferência de Estocolmo. Esse relatório abordava a desigualdade existente entre os países e a pobreza como uma das principais causa dos problemas ambientais, indicando que desenvolvimento sustentável engloba as esferas ambiental, social e econômica (CANELAS, 2005).



Já em 1992 a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) denominada de Cúpula da Terra, Eco 92 ou Rio 92 onde 170 países abordaram perspectivas globais e integração relacionada à questão ambiental, quando se aprovou o documento agenda 21. Em 1997 o Protocolo de Quioto foi assinado, definindo cortes na emissão de gases do efeito estufa. Além de outras conferências, como a Rio+10, realizada em 2002 com o propósito de reiterar os princípios de desenvolvimento sustentável, Rio+20 em 2012 que teve como pauta a economia verde e no ano de 2015 com a COP-21, ressaltando que os países devem trabalhar para que o aquecimento fique abaixo de 2 graus (OLIVEIRA; LEONETI; CEZARIANO, 2019).


Diante dessas diversas conferências, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) (1998), no relatório de Brundtland, define desenvolvimento sustentável como:

Um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas.

Barbosa (2008) chama atenção para o fato desse conceito ser questionável por não explicitar quais são as devidas necessidades do presente e futuro, porém, o relatório de Brundtland esclarece que é necessário encontrar novas formas de desenvolvimento econômico, sem comprometer a diminuição dos recursos naturais e a integridade do meio ambiente, além de definir três princípios básicos que devem ser cumpridos: desenvolvimento econômico, proteção ambiental e equidade social.

Todas essas assembleias tiveram como preocupação aos impactos gerados pela crescente industrialização, como a diminuição na disponibilidade dos recursos hídricos. Segundo Maimon (1994), transcendem as fronteiras nacionais as preocupações com os riscos ambientais, tais como: i) a contaminação da água, do ar, do solo e das cadeias alimentares; o efeito estufa; ii) a explosão demográfica; e, iii) a diminuição da biodiversidade (MAIMON, 1994). Severo (2014) e Brilhante (1999), complementam que esses impactos são problemáticas profundas e interdependentes, pois atingem diretamente as condições vitais para o indivíduo, interferindo na capacidade de habitar um planeta viável, contendo recursos essenciais do mundo natural para sobrevivência como a atmosfera, o solo, a água e as muitas partes da biosfera que quando apresenta problemas, afetam potencialmente a saúde.

Nesse sentido, o estilo de vida contemporâneo, desde o início do século XX, vem afetando negativamente a qualidade de vida humana, no qual a individualização e consumismo



são hábitos cada vez mais recorrentes, direcionando a um ambiente de vida insustentável devido à desenfreada exploração dos recursos do planeta. Tornando complexo o desafio de mudar estilos de ser viver respaldado nas vias do desenvolvimento sustentável (ROSA, 2011).


INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

A falta de dimensionamento dos efeitos oriundo da não preocupação com o ambiente inicia o que chamamos de crise ambiental (WWF, 2014). Porém, já desde a década de 60 as primeiras inquietações em relação à exploração exacerbada dos recursos naturais começaram a ser divulgadas, um dos primeiros trabalhos relacionados ao tema desenvolvimento sustentável foi o estudo “Limites do Crescimento”, publicado em 1972 pelo Clube de Roma que, reconhecendo a importância dos trabalhos anteriores, concluiu que as tendências relacionadas exclusivamente ao viés financeiro levariam a um limite de crescimento nos próximos cem anos, devendo haver modificações nesses padrões de desenvolvimento (REZENDE, *et al*, 2003).

Nesse contexto, a exigência de aplicação de ferramentas que auxiliem no processo de tomada de decisão é essencial. Dentre as ferramentas, os indicadores de sustentabilidade exercem a função de alertar à sociedade no que diz respeito aos perigos dos padrões de desenvolvimento que vem predominando, norteadando o futuro onde se obtém um objetivo, acompanha o percurso e corrige os direcionamentos (GUIMARÃES, 1998).

Historicamente, informações econômicas são coletadas para medir o crescimento de um país, visando o acúmulo de riquezas, como o PIB (Produto Interno Bruto) e PNB (Produto Nacional Bruto). Porém, esses indicadores não esclarecem a real riqueza de uma nação, pois desconsidera aspectos sociais e ambientais, analisando, portanto, de forma desintegrada, centralizado no paradigma de acúmulo de capital em detrimento de outras problemáticas, contrariando, desta forma, as discussões que vêm sendo construídas, principalmente, desde a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente, em Estocolmo, em 1972 sobre vertentes relacionadas ao desenvolvimento sustentável e a necessidade de integração das questões sociais, ambientais e econômicas (MALHEIROS; COUTINHO, 2012).

Callado e Fensterseifer (2009) acrescentam que o desenvolvimento não será sustentável dentro de uma perspectiva tradicional porque não existem condições necessárias para atender às exigências da sociedade atual, pois cada vez mais são perceptíveis os impactos negativos das ações antrópicas, seja ao ecossistema, no âmbito da saúde e às futuras gerações, dessa forma, os sistemas tradicionais de medição de desempenho respaldado na ampliação dos recursos




financeiros são inteiramente inadequados no campo da gestão de sustentabilidade. Nesse sentido, os indicadores de sustentabilidade se tornam essenciais no processo, podendo ser utilizados como instrumentos de análise e orientação para a tomada de decisões.

Os indicadores se referem a um aparato resumido de informações em relação a um determinado fenômeno, instituindo um valor associado a uma mensuração sempre com o intuito de contribuir positivamente nas ações de políticas públicas (MALHEIROS; COUTINHO, 2012).

A utilização de indicadores contribui para a tomada de decisões e uma melhor compreensão sobre as tendências, e, portanto, adequado na identificação de dados relevantes e análise dessas informações. Os indicadores devem ser holísticos, ressaltando a importância de uma abordagem do sistema total. As ferramentas utilizadas devem ser mensuráveis, de modo que forneçam um senso direção para as futuras ações de interferência, devendo estar agrupadas em matrizes ou índices a fim de facilitar a interpretação, funcionando como mecanismo de aviso e mobilização dos atores sociais, desde os tomadores de decisões até a sociedade civil que estão intimamente relacionados às discussões e ações, melhorando, assim, a política ambiental (BELLEN, 2006).

Uma das principais dificuldades na estruturação do desenvolvimento sustentável é gerar instrumentos de mensuração que englobe as diversas variáveis existentes de forma que possa evidenciar significados mais abrangentes em relação aos fenômenos a que se referem. Os indicadores de sustentabilidade são essenciais para orientar os processos e avaliar o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável (CALLADO; FENSTERSEIFER, 2009).

Para o estabelecimento dos indicadores, há a maior fonte de indicadores ambientais: OECD (1993) o primeiro sistema de monitoramento de desenvolvimento ambiental que o utiliza o modelo PSR – pressure, state, response, um dos sistemas que vem adquirindo cada vez mais importância internacional, elaborados para promover uma visão geral em relação ao meio ambiente e seu desenvolvimento no tempo. Inclui indicadores de pressão (P) que descrevem as atividades antrópicas no meio. Indicadores de estado ou condição (S) referente à qualidade do ambiente bem como de recursos naturais e sua quantidade e os indicadores de resposta (R) diz respeito ao grau de emergência sobre a necessidade de mitigação, adaptação ou prevenção dos impactos negativos provocados pelo homem, podendo intervir para interromper ou reverter os danos ambientais. Porém, devido à necessidade de apuração de dados que condizem cada vez mais com a realidade, acrescentou a variável “I” referente aos impactos (SILVA; CÂNDIDO,



2012). O objetivo da OCDE inclui o acompanhamento em relação ao progresso ambiental, integração entre as preocupações ambientais e política econômica.

Malheiros e Coutinho (2012) advertem que os indicadores são um parâmetro de análise da realidade, mas não podem ser tratados como a própria realidade, porém, devem ser minuciosamente verídicos e desenvolvidos dentro de uma metodologia lógica de mensuração de modo que contribua positivamente em mudanças na política ambiental de determinado local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção de práticas sustentáveis demanda tempo e exige uma percepção consciente dos praticantes, além de mudanças culturais. Essas ações pode ser uma resposta aos anseios da sociedade, encontrando meios de exploração e consumo dos recursos existentes de forma coesa, econômica e ecologicamente viável. Sendo necessária uma série de estratégias na busca de atingir os níveis locais e globais, por exemplo, por meio de indicadores que se mostram efetivos na avaliação do progresso das ações direcionadas ao desenvolvimento sustentável, priorizando o desenvolvimento social e humano respeitando a capacidade de suporte ambiental.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, G. S. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, n.p, jan./jun. 2008.

BARROS, J. D. de S.; SILVA, M. de F. P. da. Aspectos teóricos da sustentabilidade e seus indicadores. *Polem!ca*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1 , p. 104-112, jan./mar. 2012.

BRILHANTE, Ogenis Magno; CALDAS, Luiz Querino de A. **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1999.

CALLADO, A. L. C.; FENSTERSEIFER, J. E. Indicadores de sustentabilidade. In: ALBUQUERQUE, J. de L. (Org.) **Gestão ambiental e responsabilidade social: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Atlas, 2009.

CANELAS, A. A evolução do conceito de desenvolvimento sustentável e suas interações com as políticas econômica, energética e ambiental. *In: Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás*, 3, 2005, Salvador. **Anais [...]** Salvador, 2005.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Nosso futuro comum*. 2a ed. Tradução de *Our common future*. 1a ed. 1988. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

GUIMARÃES, R. P. Aterrizando una Cometa: indicadores territoriales de sustentabilidad. Santiago do Chile: CEPAL/ILPES, 1998.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 307-323, jul./dez. 2009.

MALHEIROS, T. F.; COUTINHO, S. M. V. Desafios do uso de indicadores na avaliação da sustentabilidade. In: PHILIPPI JR, A.; MALHEIROS, T. F. **Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental**. Barueri: Manole, 2012. p. 1-26.

MATTOS, E. da. S. Desenvolvimento sustentável: uma análise histórica. **Vitrine da Conjuntura**, Curitiba, v.1, n. 9, p. 1-8, dez. 2008.

REZENDE, et al. Desenvolvimento econômico *versus* meio ambiente. **Revista científica eletrônica de engenharia florestal**, São Paulo, v.1, n. 1, fev. 2003.

ROMEIRO, A. R. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômicoecológica. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 65-92, 2012.

ROSA, T. A. D. **Sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável**: os debates e embates frente à complexidade dos termos. 2011. 85 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí - SC, 2011.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental**: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

SEVERO, E. A., GUIMARÃES, J. C. F. de. Desenvolvimento Sustentável: premissas, realidade e novas perspectivas. In: Encontro internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 16, 2014, São Paulo. São Paulo, 2011.

SILVA, M. E.; CÂNDIDO, G. A. A análise de indicadores de sustentabilidade na problemática de resíduos sólidos em Campina Grande-PB. **Reuna**, Minas Gerais, v. 17, n. 1, p. 91-110, 2012.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Fundação Getulio Vargas, 2006.

MAIMON, D. Eco-estratégia nas empresas brasileiras: realidade ou discurso? **Revista de administração de empresas**, São Paulo, v. 34, n. 4, p. 119-130 jul./ago. 1994

WORLD WIDE FUND FOR NATURE [WWF]. **Planeta vivo: Relatório 2014**. MCLELLAN, R.; IYENGAR, L.; JEFFRIES, B.; N. OERLEMANS (Org.)

CAPÍTULO 14

RESÍDUOS SÓLIDOS: PERCEPÇÃO DE FREQUENTADORES DE PRAÇAS DE ALIMENTAÇÃO DE SHOPPINGS DE SANTA MARIA, RIO GRANDE DO SUL, SOBRE SUA GERAÇÃO E IMPACTO NO AMBIENTE

Lavinia Martins Pires, Mestranda em Educação em Ciências, UFSM
Adriano Cancelier, Professor do Departamento de Engenharia Química, UFSM


RESUMO

A geração de resíduos sólidos associados à alimentação, o descarte incorreto desses materiais e o impacto que isto gera no ambiente trazem a tona a necessidade da sensibilização das pessoas sobre o assunto. Tendo em vista a importância do conhecimento para a sensibilização a respeito do ambiente e para a proposição de ações de conscientização, esta pesquisa buscou determinar o grau de Percepção dos frequentadores de Praças de Alimentação de dois Shoppings de Santa Maria, Rio Grande do Sul, sobre a geração de resíduos sólidos associados à alimentação, assim como também determinar o entendimento dos participantes sobre preservação ambiental e Educação Ambiental. A coleta dos dados foi realizada em outubro de 2019 através de um questionário com 17 perguntas, aplicado a 201 pessoas. Durante a pesquisa foi feita a observação da separação e da destinação dos resíduos sólidos nos Shoppings e a elaboração de um panfleto para apresentar aos participantes informações sobre resíduos sólidos e Educação Ambiental. Os resultados indicam que 70% dos participantes têm a percepção de que a alimentação impacta no ambiente. Além disso, eles possuem conhecimento sobre a problemática ambiental e 90% sabem da importância da Educação Ambiental para a preservação ambiental. No entanto, esse conhecimento deve estar associado à ação para que ocorram mudanças. A maioria dos participantes ainda não possui o conhecimento necessário para a mudança de hábitos. Assim, faz-se necessária maior sensibilização do público em questão. Nesse sentido, a importância da Educação Ambiental é vital para a formação de pessoas comprometidas com o ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos sólidos. Praças de alimentação. Shoppings. Educação Ambiental.

INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo, diversos materiais, como o plástico, o papel, o isopor, entre outros, foram criados para facilitar o dia a dia dos seres humanos. Grande parte desses materiais é utilizada de forma desenfreada e descartada incorretamente no ambiente, tornando-se assim resíduos sólidos e agentes poluidores. De acordo com Rodrigues (2011), “nos últimos 40 anos, a geração de resíduos sólidos tem se intensificado, especialmente no contexto de uma sociedade que, cada vez mais, utiliza produtos descartáveis, se alimentam de comidas industrializadas e usa e abusa de embalagens”. Conforme dados da Associação Brasileira de Empresas de




Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), no ano de 2018, 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos foram gerados no Brasil, um aumento de pouco menos de 1% em relação ao ano anterior. Destes, 29,5 milhões de toneladas de resíduos sólidos foram despejados em locais inadequados, acarretando em danos ao ambiente e à saúde da população (ABRELPE, 2019).

Dessa forma, a alta geração de resíduos sólidos é um enorme problema ambiental enfrentado atualmente. “O aumento desta produção de resíduos vem provocando grandes impactos [...] é cada vez mais importante à necessidade de reduzir, reciclar ou reaproveitar os resíduos gerados pelo homem” (MELO *et al.*, 2011). Assim, tendo em vista a crescente geração de resíduos, em 2010 foi instituída no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305). Essa Lei dispõe sobre os objetivos, ações e instrumentos do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos no país. Entretanto, no país, grande parte dos resíduos não recebe tratamento adequado e acabam sendo descartados em locais inadequados.

O comportamento alimentar e o estilo de vida das pessoas se modificaram consideravelmente nas últimas décadas. De acordo com Juffo *et al.* (2016), “o rápido processo de urbanização, que ocorreu no Brasil nas últimas décadas, levou à mudança no comportamento alimentar, no estilo de vida, contribuindo para o aumento dos estabelecimentos comerciais de alimentação”. Entre estes estabelecimentos estão as praças de alimentação de Shoppings. Conforme a Associação Brasileira de Shopping Centers (ABRASCE), existem 577 Shoppings Centers no Brasil, por onde circulam mais de 502 milhões de visitantes por mês. Destes, 37 estão localizados no estado do Rio Grande do Sul (ABRASCE, 2019). Estes centros comerciais produzem uma quantidade substancial de resíduos devido à grande circulação de pessoas. O desperdício de alimentos, a geração de resíduos sólidos e a falta de um plano de gerenciamento adequado são alguns dos problemas encontrados nas praças de alimentação de Shoppings e que precisam entrar em debate. Dessa maneira, desde 2010, os Shoppings são obrigados a terem um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos, para reduzir, reutilizar, reciclar, tratar e dar destinação final adequada para os resíduos sólidos.


A Política Nacional de Resíduos Sólidos completou 10 anos em 2020 e houve mudanças no setor. “No caso dos Shopping Centers brasileiros [...] pode-se constatar que houve uma evolução do setor em um de seus principais pilares: a sustentabilidade” (REVISTA SHOPPING CENTER, 2020). Conforme Relatório de Sustentabilidade de 2019, da Associação Brasileira de Shopping Centers, 92% dos Shoppings do país fazem a coleta seletiva de cerca de 20 mil



toneladas de lixo por mês, mas apenas 35% realizam a logística reversa. Mesmo tendo ocorrido evolução, muito ainda há a ser feito para melhorar a questão dos resíduos sólidos nesses locais. Alguns Shoppings ainda não possuem um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos completo e que efetivamente contribua para diminuir o impacto dos resíduos no ambiente. Segundo a revista *Shoppings Centers*, “há muitas metas ainda a serem traçadas e alcançadas nos Shoppings, pois vivemos a era da economia circular, em que o recurso é utilizado, descartado e reaproveitado”.

Desse modo, é de extrema importância buscar formas de reduzir a geração de resíduos nesses estabelecimentos, assim como refletir sobre a problemática e inseri-la no cotidiano dos frequentadores desses locais. Além disso, são necessárias ações que visem não somente reutilizar e reciclar os resíduos, mas, sobretudo repensar e refletir sobre isso, buscando soluções para amenizar essa problemática. Nesse sentido, a Educação Ambiental tem papel determinante para formar pessoas conscientes e preocupadas com o ambiente, sendo ela instrumento norteador e essencial para mobilização e sensibilização da sociedade. De acordo com Pires (2018), a Educação Ambiental serve para que o indivíduo perceba o ambiente e o compreenda como um todo. Da mesma forma, segundo Loureiro (2006), a Educação Ambiental possibilita “a transformação ativa da realidade e das condições da qualidade de vida, por meio da conscientização advinda da prática social reflexiva embasada pela teoria”. Assim, a Educação Ambiental possibilita a prática de ações mais harmônicas com o ambiente. Abordar essa temática é uma forma de reflexão, que pode proporcionar mudanças de atitudes e sensibilizar as pessoas em relação ao seu papel no ambiente, como também estimular uma percepção crítica do mesmo.

Outro instrumento extremamente importante quando se aborda a questão ambiental é a percepção ambiental. Todos reagem e interagem de forma diferenciada com o ambiente. Entender e estudar essas diferentes percepções é uma excelente ferramenta para construção de estratégias para sensibilizar as pessoas a respeito do ambiente. Hoeffel *et al.* (2008) destaca a grande importância da pesquisa e da caracterização de concepções sobre o ambiente, de forma a auxiliar a elaboração de propostas educativas e de políticas ambientais que auxiliem na construção de sociedades sustentáveis. Além do mais, a percepção ambiental integrada à Educação Ambiental, promove a aproximação do indivíduo com a natureza, estimulando a compreensão da realidade ambiental e proporcionando o pertencimento do ser humano em relação ao ambiente. Analisar a percepção ambiental das pessoas e associá-la a Educação Ambiental pode ser um modo de sensibilizar os indivíduos sobre seu papel no ambiente, pois




segundo Pires (2018) “o ser humano assimila conhecimentos conforme a sua maneira de viver e estes são essenciais para compreender o ambiente onde habita e assim o proteger”.

Sendo assim, esta pesquisa surgiu a partir da observação em praças de alimentação de Shoppings de Santa Maria, Rio Grande do Sul, onde se constatou que uma quantidade significativa de resíduos sólidos associados à alimentação é gerada. Quando esses resíduos não são descartados corretamente, tem-se o agravamento de diversos problemas ambientais. É necessário sensibilizar as pessoas sobre a geração de resíduos sólidos, principalmente em locais de grande produção de resíduos, como é o caso das praças de alimentação de Shoppings. O conhecimento sobre essa temática é de extrema importância para a sensibilização das pessoas e para a proposição de ações de conscientização. Dessa maneira, este trabalho buscou determinar o grau de percepção dos frequentadores de praças de alimentação de Shoppings de Santa Maria, Rio Grande do Sul, sobre a geração de resíduos sólidos associados à alimentação e sobre o impacto que isto gera no ambiente.

METODOLOGIA

A presente pesquisa foi realizada com frequentadores de praças de alimentação de dois Shoppings de Santa Maria, Rio Grande do Sul, onde se buscou determinar o grau de percepção dos mesmos em relação à geração de resíduos sólidos associados à alimentação, principalmente nesses estabelecimentos alimentares, assim como também o entendimento dos participantes sobre preservação ambiental e Educação Ambiental.

O município de Santa Maria localiza-se na região central do estado do Rio Grande do Sul, possuindo uma população de mais de 283 mil habitantes. Entre as atividades econômicas que se destacam no município estão a agropecuária, o comércio e a indústria. Além disso, Santa Maria é considerada uma cidade universitária e polo militar. O município possui quatro Shoppings, um em região central, dois próximos ao centro da cidade e um Shopping em região periférica. Este estudo foi realizado em dois Shoppings de Santa Maria. No presente caso, as entidades caracterizadas serão chamadas de Shopping A e Shopping B. O Shopping A localiza-se em região periférica da cidade e conta com mais de 180 lojas e ampla praça de alimentação com 672 lugares. O Shopping recebe em torno de 400 mil consumidores por mês. A maior parte desses consumidores frequenta a praça de alimentação nos finais de semana, contudo não foi possível realizar a pesquisa nesses dias devido a normas do Shopping. A pesquisa foi realizada em dias de semana, no início, fim da tarde e início da noite, onde um número satisfatório de




pessoas frequenta o local. O Shopping B localiza-se na região central de Santa Maria e é um Shopping menor quando comparado ao Shopping A. O local conta com uma estrutura de cinco andares comerciais com 65 lojas. A praça de alimentação do Shopping também é menor e contém em torno de 11 restaurantes e bares. Por se localizar na região central, a praça de alimentação recebe um grande número de pessoas (principalmente trabalhadores), em horário de almoço. Na pesquisa, foi realizado um estudo de campo com coleta de dados junto às pessoas que frequentam as praças de alimentação dos shoppings. A pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso, pois um pequeno grupo de pessoas frequentadoras de praças de alimentação foi estudado em profundidade. Conforme Fonseca (2002, p. 33):

Um estudo de caso pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa, ou uma unidade social. Visa conhecer em profundidade o como e o porquê de uma determinada situação que se supõe ser única em muitos aspectos, procurando descobrir o que há nela de mais essencial e característico [...].

A pesquisa foi realizada com múltiplas fontes de evidências como o questionário, a observação e a conversação. Para a realização do estudo, em um primeiro momento, foi definido precisamente o tema a ser estudado, delimitando a área e o problema de pesquisa e os objetivos do trabalho. Posteriormente, um levantamento bibliográfico foi realizado para selecionar artigos, documentos e sites para embasar a fundamentação teórica do estudo. A seguir foi feito contato com os Shoppings do município de Santa Maria para verificar a possibilidade de realização do estudo, selecionar os locais de pesquisa e definir os dias e horários para aplicação da pesquisa. Os dois Shoppings estudados neste trabalho foram escolhidos conforme número de frequentadores e também pela concordância da administração de cada local em participar da pesquisa.

Com os locais selecionados, foi dado início a preparação dos instrumentos para coleta dos dados (questionário e termos para uso dos dados coletados). O mesmo foi produzido com base em pesquisas bibliográficas para melhor elaboração das questões, buscando não somente determinar a quantidade e o tipo de resíduos, mas sim a real percepção dos participantes sobre preservação ambiental, educação ambiental e resíduos sólidos. O questionário continha 17 perguntas estruturadas, abrangendo o perfil dos participantes e seus entendimentos sobre geração de resíduos sólidos associados à alimentação, preservação ambiental e Educação Ambiental.

A seguir foi feita a coleta dos dados através da aplicação do questionário nas praças de alimentação dos Shoppings. As questões foram aplicadas na segunda quinzena de outubro do ano de 2019, em diferentes dias e horários, de maneira a abranger os diferentes frequentadores



desses locais. Os respondentes foram escolhidos aleatoriamente. Inicialmente, foi apresentado e explicado aos participantes o termo de consentimento livre e esclarecido e a seguir entregues as questões que foram respondidas por escrito. No Shopping A foram aplicados 100 questionários e no Shopping B 101 questionários. As questões eram, em sua maioria, fechadas e objetivas, de modo a permitir maior agilidade e não atrapalhar o lazer dos participantes.


A análise dos questionários foi feita de forma independente para cada Shopping, possibilitando a comparação dos resultados para identificar possíveis disparidades e semelhanças. Dessa forma, foi feito primeiro o tratamento dos dados de um dos Shoppings e a seguir do outro. Posteriormente, as respostas de cada questão foram compiladas e agrupadas para a obtenção dos resultados. Também foi elaborado um panfleto com informações sobre Educação Ambiental, resíduos sólidos e alimentação. Esse panfleto foi entregue aos participantes interessados, de maneira a estimular, informar e tentar aproximar as pessoas da Educação Ambiental. Durante a pesquisa também foi feita a observação da separação e da destinação dos resíduos sólidos nos Shoppings. A observação foi feita durante a aplicação dos questionários nas praças de alimentação. Procurou-se observar o tipo e a quantidade de resíduos presentes nas mesas dos respondentes do questionário e demais pessoas nas praças de alimentação. Além disso, foi observada a separação e o descarte feito por algumas dessas pessoas. Da mesma forma, foi observado como os funcionários do local fazem o descarte dos resíduos sólidos e se a separação dos mesmos se dá corretamente.

Para mais, foi realizada uma conversa informal com um funcionário da limpeza de cada Shopping e com alguns dos respondentes do questionário. Essa conversa foi uma maneira de complementar a observação e compreender como é feita a separação e a destinação dos resíduos sólidos pelos funcionários das praças de alimentação. Já a conversa com os participantes da pesquisa auxiliou na determinação do grau de percepção e conhecimento destes em relação ao assunto pesquisado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, apresentam-se os resultados obtidos na investigação/observação das práticas de gestão dos resíduos das praças de alimentação realizadas nos Shoppings.


Observou-se na pesquisa a existência de um programa de destinação de resíduos sólidos para reciclagem no Shopping A. Esse plano contribui para a correta destinação de parte dos resíduos sólidos gerados no Shopping. Conforme a instituição, no mês de outubro de 2019



foram destinados para reciclagem 29% dos resíduos gerados em todo o local. Contudo, não há dados específicos da quantidade de resíduos sólidos gerados somente na praça de alimentação. No Shopping existem dois locais de descarte na praça de alimentação, um deles para material não reciclável e outro para material reciclável. No entanto, observou-se que, tanto funcionários, como consumidores, fazem a separação incorreta dos resíduos. Muitos materiais que poderiam ser reciclados são descartados juntamente com resíduos orgânicos, sendo assim contaminados. Um funcionário do local, durante conversa informal, relatou que ocorre separação incorreta dos resíduos devido ao baixo número de funcionários para limpeza no local e pela falta de qualificação técnica em relação aos resíduos sólidos.

O Shopping B não possui dados da quantidade de resíduos sólidos gerados na praça de alimentação, assim como também não possui um Plano de Gerenciamento para esses resíduos. Por meio da observação foi perceptível que os resíduos deixados pelos consumidores, em sua maioria, estão contaminados por restos alimentares, dificultando a reciclagem e reutilização. Também não há lixeiras para que os frequentadores façam o descarte dos resíduos, estes são descartados pelos funcionários do local que fazem a separação somente entre as latas de metal e o restante dos resíduos. Em conversa informal, uma funcionária relatou que a separação incorreta dos resíduos ocorre devido à inexistência de ações por parte da administração para o tratamento dos resíduos. A mesma também disse que a separação das latas de metal é feita por iniciativa dos funcionários e não por ordem da administração do Shopping. Além disso, não há qualificação técnica para os funcionários em relação aos resíduos sólidos.

Conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o poder público, o setor empresarial e a coletividade são responsáveis pela efetividade das ações voltadas para assegurar a observância desta lei. Dessa maneira, os Shoppings abordados na pesquisa deveriam possuir um Plano de Gerenciamento de Resíduos, o que não ocorre de forma efetiva nos Shoppings. Em ambos os locais foi observada a falta de ações que estimulem a conscientização ambiental de frequentadores, lojistas e funcionários e a inexistência de lixeiras para coleta seletiva nas praças de alimentação, recurso este que poderia proporcionar uma separação mais adequada dos resíduos. Segundo Abreu *et al.* (2018) “ações informativas acerca da disposição dos resíduos e sua necessidade de segregação podem trazer algum efeito na diminuição de sua geração, bem como um aumento da prática de reciclagem”. Logo, é preciso informar lojistas, funcionários e consumidores sobre o impacto da geração de resíduos sólidos para diminuir a geração destes e dar correta destinação.




A seguir apresentam-se os resultados obtidos a partir da análise das respostas do questionário aplicado aos frequentadores das praças de alimentação dos Shoppings pesquisados. Em ambos os Shoppings se destacou a faixa etária de 18 a 25 anos (28% no Shopping A e 33% no Shopping B). Além disso, há predominância do sexo feminino e a maioria (62% no Shopping A e 52% no Shopping B) se alimenta raramente nos locais. No Shopping A, 49% possuem ensino superior completo e no Shopping B, 39% dos participantes têm ensino médio completo, indicando um bom nível de escolaridade.

Os resultados da pesquisa sobre a percepção dos frequentadores em relação aos resíduos sólidos evidenciam que mais de 80% dos participantes no Shopping A e 70% no Shopping B possuem o entendimento do impacto do tipo de alimentação no ambiente. Além disso, no Shopping A, 45% dos participantes dizem levar em consideração em sua alimentação os resíduos gerados. Já no Shopping B, 55% levam esse aspecto em consideração quando se alimentam. Isso mostra que a conscientização e os hábitos de consumo da população vêm se modificando, demonstrando uma preocupação ambiental crescente. Porém, é notável a dificuldade de conscientização das pessoas para que ocorra uma mudança comportamental em relação ao ambiente. Muitos resíduos foram produzidos por alguns dos respondentes durante a pesquisa, estes não notando relação entre as perguntas do questionário e os resíduos gerados durante sua alimentação naquele dia. Isso está de acordo com pesquisa do Ministério do Meio Ambiente, que mostra claramente uma evolução significativa na consciência ambiental dos brasileiros, mas estes ainda apresentando hábitos bastante predatórios ao meio ambiente e à sua própria qualidade de vida (BRASIL, 2012). Conforme Souza (2006) “a conscientização consiste no desenvolvimento crítico da tomada de consciência, sendo este um processo lento, exigindo muita paciência e trabalho, frente às comunidades”.

Os hábitos alimentares possuem estreita relação com a geração de resíduos e impactos no ambiente. Muitos frequentadores das praças de alimentação dos Shoppings, incluindo participantes da pesquisa (principalmente no Shopping A), buscam alimentação em redes de *fast-foods*, que, em sua maioria, utilizam grande quantidade de embalagens descartáveis. Segundo Ribeiro, Jaime e Ventura (2017), o ato de comer vai além da alimentação, é uma ação social com sentido capaz de gerar novos valores e modos de vida sustentáveis. Assim, a escolha dos alimentos é fator importante quando se aborda a questão ambiental. É necessário refletir sobre essas escolhas, buscando gerar menos impacto no ambiente.


Quando abordado de que forma a alimentação pode impactar no ambiente, muitas respostas surgiram, mas em ambos os Shoppings o que se destacou foi a geração de lixo e



resíduos sólidos e os recursos utilizados na produção dos alimentos. No setor gastronômico, de acordo com Pistorello, De Conto e Zaro (2015), o desperdício de alimentos, a geração de resíduos sólidos e a falta de um plano de gerenciamento adequado dos mesmos tem se tornado um problema cada vez maior. Isso é parte do que ocorre nos Shoppings pesquisados, que geram grande quantidade de resíduos associados à alimentação e que muitas vezes não têm destinação correta. De modo semelhante, os participantes disseram relacionar a forma de diminuir seu impacto no ambiente através da separação e destinação dos resíduos gerados. Percebe-se que um plano de gerenciamento dos resíduos é fundamental para a diminuição dos impactos ambientais causados por estes. Ademais, o número de pessoas que relatou esses tipos de impactos no ambiente foi maior no Shopping A, sendo lembrado por vinte e quatro (24) pessoas. Já no Shopping B, uma gama maior de respostas surgiu, como o impacto na vida dos animais e o consumo excessivo de carnes. É preciso lembrar que o impacto da alimentação no ambiente não está somente relacionado à produção de resíduos sólidos, mas também a outros problemas que precisam ser abordados. Segundo pesquisa realizada em 2013 pelo *Institution of Mechanical Engineers* (IMechE) muitos são os impactos da alimentação no ambiente:

No caso do desperdício de alimentos, além da geração de resíduos orgânicos, outros problemas podem ser apontados: desperdício de água e energia [...]; aplicação desnecessária de agroquímicos em alimentos que não são consumidos; desmatamento e uso de grandes extensões de terra para o plantio de alimentos e criação de animais para corte e leite; aumento de preços dos alimentos pelo varejo e restaurantes [...] entre outros.


Além disso, 37% dos respondentes no Shopping A e 44% no Shopping B acreditam que somente um tipo de resíduo é gerado em sua alimentação. Contudo, durante a alimentação diversos resíduos são produzidos, como orgânicos, recicláveis e os não recicláveis. Apenas 28% dos participantes no Shopping A indicaram saber que, dependendo do tipo de alimentação, vários tipos de resíduos são gerados, um pouco diferente do que aconteceu no Shopping B, onde apenas 14% demonstraram esse conhecimento. Santos e Magalhães (2017) constataram durante pesquisa que a maior parte dos resíduos gerados em Shoppings é composta de resíduos orgânicos, plástico, metal e papel. Conforme Marega (2011), o fato de muitos resíduos orgânicos serem gerados em praças de alimentação indica a necessidade de gerenciamento para destinação correta desses resíduos. Isso se faz evidente nos dois Shoppings estudados, já que ambos não possuem um tratamento para os resíduos orgânicos. Além disso, muitos resíduos secos são produzidos na alimentação e, se não descartados corretamente, podem impactar e muito no ambiente.



A falta de conhecimento sobre a destinação dos resíduos ficou clara na pesquisa. Mais de 80% dos pesquisados em ambos os Shoppings não sabem qual é o destino dos resíduos produzidos. Uma pesquisa sobre resíduos sólidos realizada em 2018 pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (Ibope) e publicada no site G1 do grupo Globo mostrou que 59% dos pesquisados dizem saber pouco ou nada sobre reciclagem e 65% afirmam o mesmo sobre a coleta seletiva. A pesquisa ainda indica que os pesquisados que separam o lixo têm maior nível de informação/consciência do que os que não separam. Esses dados demonstram que a falta de informação causa, em muito, problemas na destinação dos resíduos sólidos. Foi perceptível nos dois Shoppings a falta de conhecimento dos participantes quando o assunto é a destinação de resíduos sólidos. Mesmo os participantes que disseram saber qual o destino, quando indagados sobre qual seria este local, demonstraram não conhecer de fato a destinação. Estes apenas pressupõem qual seria o local, não demonstrando conhecimento real sobre o tema. Dessa maneira, é evidente a desinformação quando o assunto é a destinação dos resíduos sólidos.

Um ponto importante, levantado pelos participantes do Shopping B, foi o papel de catadores e recicladores no processo de reciclagem. De acordo com Silva e Joia (2008), “há muito tempo a reciclagem no Brasil vem sendo sustentada pelo trabalho informal dos catadores”. Da mesma forma, segundo Schneider, Costa e Mesquita (2018) “muitos artigos evidenciam a importância da atividade dos catadores, sendo ela fundamental para um desenvolvimento sustentável e cada vez mais relevante, frente a um aumento exacerbado de consumo e, conseqüentemente, de resíduos”. Assim, é evidente a importância dessas pessoas no processo de desenvolvimento sustentável. Contudo, ainda são necessárias ações e políticas sociais, visando à proteção e a inclusão de tais pessoas. Schneider, Costa e Mesquita (2017) ressaltam que artigos relacionados ao tema indicam a necessidade de um plano de ação conjunto perante os diversos atores envolvidos no processo de triagem de materiais recicláveis, além da elaboração de políticas de inclusão social, emancipação econômica, ações de saúde e de proteção dirigidas a tal população.


Além disso, mais de 80% dos respondentes no Shopping A e 90% no Shopping B disseram ser importante saber qual o destino dos resíduos. A partir desta questão, os participantes foram indagados sobre qual seria o motivo de sua resposta. Nessa pergunta, a cobrança de maior atenção das autoridades competentes quando o assunto são resíduos sólidos se destacou no estudo, sendo relatada por mais de 40% dos entrevistados. Uma pesquisa realizada em 2012 pelo Ministério do Meio Ambiente, diz que “cada vez os brasileiros



consideram o governo estadual e prefeituras como responsáveis por cuidar dos problemas ambientais [...]”. O brasileiro está se tornando cada vez mais capaz de questionar as autoridades competentes. Mas essa cobrança não desresponsabiliza o indivíduo por suas ações, pois esta deve vir acompanhada de mudanças de atitudes. Segundo a mesma pesquisa do Ministério do Meio Ambiente, “26% dos participantes concordaram total ou parcialmente que o lixo não é mais um problema seu depois que ele é jogado fora”. De forma semelhante, Pires (2018) verificou que “a maioria dos entrevistados relaciona cuidar do ambiente a questão de colocar o lixo no local correto, não se preocupando com o que acontece depois desta etapa e com outras questões ambientais”. Na pesquisa realizada nas praças de alimentação ficou evidente que alguns participantes não possuem o entendimento que o descarte dos resíduos é apenas uma parte do processo que abrange a questão ambiental. É preciso que o consumidor desenvolva consciência que seu consumo impacta no ambiente, mesmo que os resíduos tenham destinação correta.

Na questão que abordava o que os participantes podem fazer para diminuir seu impacto no ambiente, destacou-se, no Shopping A, a alternativa “ter uma alimentação mais saudável e que produza menos resíduos”, sendo esta a escolha de 40% dos pesquisados. Diferentemente, no Shopping B, 38% concorda que frequentar locais preocupados com as questões ambientais, que descartem corretamente os resíduos produzidos e ter uma alimentação mais saudável e que produza menos resíduos, contribui para diminuir o impacto no ambiente. É perceptível que os participantes possuem conhecimento do que é preciso fazer para diminuir seu impacto no ambiente. No entanto, praticar esse tipo de mudança no dia a dia pode ser um desafio: “o desafio impõe-se a todos: consumir de forma sustentável implica poupar os recursos naturais, conter o desperdício, diminuir a geração de resíduos, reutilizar e reciclar a maior quantidade possível de produtos e embalagens [...]” (BRASIL, 2012). É preciso que conhecimento esteja associado à ação para que ocorra efetiva mudança. Leff (2001) ressalta a “impossibilidade de resolver os crescentes e complexos problemas ambientais sem que ocorra uma mudança radical nos sistemas de conhecimento, dos valores e dos comportamentos gerados pela dinâmica de racionalidade existente, fundada no aspecto econômico do desenvolvimento”.


Os resultados nas praças de alimentação são positivos quanto aos conhecimentos dos participantes sobre a interferência da problemática ambiental no cotidiano de todos. 93% no Shopping A e 88% no Shopping B dizem que os problemas ambientais interferem de grande forma no dia a dia de todas as pessoas. Segundo Marçal (2005), os problemas ambientais se refletem em nosso cotidiano. Muitas pessoas possuem essa compreensão das questões



ambientais no cotidiano, mas não refletem ou não se dão conta disso no dia a dia. Apesar de a crise ambiental ser iminente na vida diária, seus impactos ainda não são totalmente percebidos por uma parcela da população. “A percepção da problemática ambiental não é homogênea e cobre um amplo espectro de concepções e estratégias de solução [...]” (LEFF, 2004, p. 96). Além disso, é preciso que esse conhecimento venha acompanhado de reflexão. Segundo Gomes (2011) “a questão ambiental suscita uma reflexão que conduz à transformação da realidade socioambiental com a participação coletiva e individual”. Assim, através da reflexão e do conhecimento do problema, poderá ocorrer à conscientização dos indivíduos.

Sobre a relação preservação ambiental e desenvolvimento econômico, 51% no Shopping A e 40% dos respondentes no Shopping B disseram saber que as ações de preservação ambiental contribuem para o desenvolvimento econômico do país e que possuem relação direta com a saúde da população. De acordo com Morais e Queiroz (2017), vida saudável e saúde são resultantes do desenvolvimento de infraestrutura social, da defesa e conservação do meio ambiente. É imprescindível a preservação do ambiente para uma vida saudável. Contudo, também ficou perceptível certa confusão de algumas pessoas quanto à preservação ambiental. Muitas vezes o impacto da degradação ambiental na saúde da população e na economia do país não fica totalmente aparente no cotidiano. Segundo o artigo escrito pela chefe da Convenção da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Diversidade Biológica, Cristiana Pasca Palmer, e publicado pelo Fórum Econômico Mundial em 2019, não há como pensar em desenvolvimento do mercado sem um planeta saudável: “[...] ecossistemas saudáveis oferecem serviços que, em muitos casos, têm valor econômico significativo. Por exemplo, mais de três quartos das principais culturas alimentares globais dependem da polinização por insetos ou animais [...]”. Assim, é preciso esclarecer o fato de que preservação ambiental e desenvolvimento econômico são viáveis juntos, para que, assim, não ocorra mais degradação ambiental em vista do crescimento econômico, mas sim o desenvolvimento econômico baseado na sustentabilidade.

A importância da mídia e das escolas e universidades como disseminadores da informação foi notória na pesquisa, sendo lembradas por 67% dos participantes no Shopping A e 71% no Shopping B. “A problemática ambiental, de fato, ganhou notoriedade e relevância social por meio da mídia, que rapidamente difundiu temas como: mudança climática, aquecimento global, biodiversidade, sustentabilidade, cidadania ambiental” (SULAIMAN, 2011). As escolas e universidades também desempenham papel importantíssimo na divulgação dos problemas ambientais. Travassos (2006) diz que “a prática da Educação Ambiental nas




escolas contribuirá para sanar os problemas ambientais enfrentados atualmente e futuramente, para isso ela deve ser tratada no dia a dia da criança, levando em conta a cultura e os problemas sociais do local”.

Apenas 7% dos participantes relataram atividades relacionadas ao ambiente realizadas no bairro ou comunidade. Realmente, poucas ações para sensibilização das pessoas são feitas em comunidades. Esses locais possuem grande concentração de pessoas e que muitas vezes não tem acesso à informações sobre a temática ambiental. É preciso que essas questões cheguem até as comunidades, para que assim, a sensibilização possa ser feita. Conforme Milaré (2005), “os cidadãos com acesso à informação têm melhores condições de atuar sobre a sociedade, de articular mais eficazmente desejos e ideias e de tomar parte nas decisões que lhes dizem respeito diariamente”. Assim, é extremamente importante a informação para que a devida atenção seja dada as questões ambientais.

Os resultados obtidos nos Shoppings indicam que os participantes possuem conhecimento do que é Educação Ambiental, onde 52% dos respondentes do Shopping A e 47% dos participantes do Shopping B disseram que Educação Ambiental é a mudança de atitudes em relação ao ambiente e sua preservação, incluindo a sociedade. A aproximação das pessoas em relação aos aspectos da Educação Ambiental aumentou significativamente nos últimos tempos. Conforme Otero e Neiman (2015) “a Educação Ambiental vem influenciando o pensamento e a vida dos brasileiros e deve seguir adiante”. Entretanto, ainda há muito a se fazer para que a Educação Ambiental possa ser inserida de forma ampla em toda a sociedade. O fato de metade dos pesquisados possuírem algum conhecimento sobre essa temática é extremamente importante para que esse conhecimento seja disseminado a toda a população.


Mais de 90% dos participantes nos dois Shoppings também disseram saber da importância da Educação Ambiental para a consciência ambiental e para a preservação do ambiente. Contudo, os resultados obtidos por meio da observação e da conversação indicam que os participantes possuem opinião sobre o assunto e não ainda o conhecimento necessário para atitudes conscientes. Esse conhecimento acerca da importância da Educação Ambiental é vital para que a população transforme seu comportamento para com o ambiente. Conforme Jacobi (2003), “a educação ambiental deve ser vista como um processo de permanente aprendizagem que valoriza as diversas formas de conhecimento e forma cidadãos com consciência local e planetária”.



Como já relatado anteriormente, um percentual expressivo de jovens participou da pesquisa. Essas pessoas têm conhecimento do que é a Educação Ambiental, mas não possuem a percepção efetiva para mudança de comportamento. Os resultados demonstram que a Educação Ambiental no ensino ainda é abordada de forma fragmentada já que estas são pessoas que tiveram uma formação escolar recente. Segundo Asano e Poletto (2017), “quando a Educação Ambiental é abordada procura-se transmitir de maneira isolada e fragmentada [...] sendo a Educação Ambiental praticada como um projeto especial, extracurricular, sem continuidade, descontextualizado, fragmentado e desarticulado”. Além do mais, é muito difícil compreender como a Educação Ambiental atua no cotidiano. Do mesmo modo, é muito difícil colocar em prática no dia a dia mudanças que impactem menos no ambiente. É nesse sentido que a Educação Ambiental pode e deve atuar, facilitando esse processo.

A Educação Ambiental ainda é confusa para a população. Uma pesquisa de De Carvalho *et al.* (2015) mostrou “que a maioria dos atores sociais pesquisada possui a visão acerca da percepção e educação ambiental, fragmentada, confusa, prevalecendo à antropocêntrica [...]”. Pires (2018) em sua pesquisa também diz que “muitos têm ideias equivocadas quanto ao conceito de Educação Ambiental, deixando evidente que o tema ainda precisa ser mais discutido em todos os ambientes [...]”. Dessa forma, a inserção da Educação Ambiental na sociedade ainda enfrenta muitos desafios. Existem grandes dificuldades quanto à Educação Ambiental, e faz-se necessária a articulação de ações educativas e condições adequadas, gerando novos conceitos e valores sobre a natureza, contribuindo para a preservação do meio ambiente (ASANO e POLETTI, 2017).

Mais de 90% das pessoas pesquisadas disseram querer saber mais sobre Educação Ambiental. “A Educação Ambiental influenciou o pensamento e a vida dos brasileiros, e que de uma forma geral, o sistema de cultura, economia, sustentação e reprodução voltada para o meio ambiente foram realizados” (OTERO; NEIMAN, 2015). Apesar desse interesse, muito ainda se pode avançar na questão. Ferreira (2010) diz que “a Educação Ambiental é um tema bem aceito e bem visto pelos brasileiros, mas devido à sua complexidade ainda causa algumas dúvidas”. Partindo dessa lógica, um panfleto foi produzido para apresentar aos participantes informações sobre Educação Ambiental, resíduos sólidos associados à alimentação e problemática ambiental. Este recurso da pesquisa não se mostrou totalmente efetivo em informar e atrair os participantes. Quando o mesmo foi entregue poucos manifestaram real interesse. Isso pode ter ocorrido devido à pesquisa ter sido feita em horário de lazer e/ou almoço de alguns participantes. Dessa forma, é necessário refletir e buscar outros recursos e



metodologias que aproximem os frequentadores desses locais a Educação Ambiental. Outro ponto é a dificuldade de abordar a Educação Ambiental, principalmente em locais onde ela não está inserida e os desafios que cercam a mesma. Silva e Santos (2019) dizem que “os desafios da Educação Ambiental são constantes, estando esta em constante transformação”. Ainda segundo os autores, a Educação Ambiental é a ponte principal para o acesso a informação, conhecimento e conscientização, práticas que iram garantir a sustentabilidade responsável para a sociedade futura (SILVA; SANTOS, 2019).

Posto isso, o interesse em saber mais sobre o tema já é o primeiro passo para essa mudança de hábitos que é tão difícil. Discutir, abordar, informar e praticar Educação Ambiental, seja em locais formais ou informais, é vital para a sensibilização das pessoas, para que estas possam ser comprometidas com o ambiente onde estão inseridas.


CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração de resíduos sólidos associados à alimentação é uma problemática que precisa ser amplamente discutida. De forma semelhante, a geração desses resíduos em Shoppings e praças de alimentação também deve ser debatida e refletida, tanto por consumidores desses locais, como por funcionários e responsáveis administrativos. Ainda há uma constante preocupação com a destinação correta dos resíduos, mas não com a diminuição do consumo e reuso dos materiais. Isso ficou claro quando foi observado o comportamento alimentar dos participantes do estudo.

Nos dois Shoppings ficou evidente a necessidade de ações para separação e destinação dos resíduos, principalmente no Shopping B, o qual não possui nenhum tipo de separação e reciclagem dos resíduos. Já no Shopping A, é preciso maior atenção quanto à separação dos resíduos, visto que muitos são contaminados quando descartados.

Além disso, são necessárias maiores ações para informar os funcionários sobre a geração de resíduos sólidos, separação e destinação dos mesmos. É preciso que a iniciativa em relação a essas questões parta da administração dos locais, para que os funcionários recebam qualificação adequada e possam fazer a devida separação dos resíduos. Somente por meio da informação e da integração dos setores dos Shoppings será possível diminuir o impacto da geração de resíduos sólidos no ambiente.

A análise dos dados coletados através do questionário indica que os participantes da pesquisa possuem conhecimento sobre a geração de resíduos sólidos associados à alimentação



e sobre o impacto que isto gera no ambiente. No entanto, apenas uma parcela dos entrevistados tem conhecimento do tipo de resíduos gerados durante sua alimentação e, quanto à destinação dos resíduos sólidos, o que se constatou foi extrema desinformação.

Ademais, os participantes possuem opinião e conhecimento sobre a problemática ambiental, especialmente no que diz respeito à preservação ambiental e a importância da Educação Ambiental para mudança de atitude em relação ao ambiente. Os mesmos também demonstraram preocupação com as questões ambientais. Contudo, ainda há confusão em relação à Educação Ambiental e sobre o papel de cada um em toda essa problemática. Nesse seguimento, a importância da mídia e da educação para disseminação da informação ficou clara. Apesar da informação e do conhecimento dos participantes, muitos ainda são os desafios para a sensibilização das pessoas sobre o ambiente. A maioria dos participantes ainda não possui conhecimento suficiente para a tomada de atitudes conscientes, muitos tendo atitudes contraditórias mesmo sabendo dos problemas ambientais advindos da geração de resíduos sólidos. É preciso ressaltar que o conhecimento deve estar associado à ação para que ocorra efetiva mudança.

A produção do panfleto sobre Educação Ambiental e resíduos sólidos despertou interesse sobre o assunto em algumas pessoas. No entanto, a grande maioria demonstrou desinteresse. Assim, é preciso buscar outros recursos e metodologias para inserção da temática no cotidiano dessas pessoas para que elas possam ser sensibilizadas. O fato dos pesquisados já possuírem algum conhecimento sobre resíduos sólidos e preservação ambiental é extremamente importante para que esse conhecimento seja disseminado para toda a população. Esse conhecimento inicial é o primeiro passo para essa mudança de hábitos e conscientização. Nesse sentido, a Educação Ambiental é vital para que as pessoas se tornem conscientes e comprometidas com o ambiente no qual estão inseridas.

REFERÊNCIAS

ABRASCE. Associação Brasileira de Shopping Centers. **Dados do setor**. 2019. Disponível em: <<https://abrasce.com.br/numeros/setor/>>. Acesso em: 16 de abril de 2020.

ABRASCE. Associação Brasileira de Shopping Centers. **Relatório de Sustentabilidade**. 2019. Disponível em: <<https://sustentabilidade.abrasce.com.br/>>. Acesso em: 22 de maio de 2020.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. 2019. Disponível em: <<http://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso em: 18 de junho de 2020.

ABREU, L. A.; CALDAS, V. C.; BERNARDINI, C. S. M.; DA SILVA, R. M.; NUNES, A. B. DE A. **Gestão de resíduos sólidos – Estudo de caso de Shopping Center em Fortaleza – CE**. IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. São Bernardo do Campo/SP, 2018.

ASANO, J. G. P.; POLETTO, R. S. **Educação Ambiental: em busca de uma sociedade sustentável e os desafios enfrentados nas escolas**. Caderno Pedagógico. Univates 2017.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%2012.305-2010?OpenDocument> Acesso em: 03 de janeiro de 2020.

_____. Ministério Meio Ambiente. Pesquisa Nacional de Opinião, 2012. **O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável?** Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/informma/item/8386-o-que-o-brasileiro-pensa-do-meio-ambiente-e-do-consumo-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 27 de fevereiro de 2020.

_____. Ministério Meio Ambiente. **O papel de cada um**. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/informma/item/7657-o-papel-de-cada-um.html>>. Acesso em: 3 de março de 2020.

DE CARVALHO, J. R. M.; DE ABREU, I. G.; CARVALHO, E. K. M. de A.; DA SILVA, M. M. **Percepção da Educação Ambiental: um estudo junto aos discentes de pós-graduação de uma ies no estado da Paraíba**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 4, n. 2, p. 234-253, 2015.

Destinação de Resíduos. **Shopping Praça Nova**, 2020. Disponível em: <<https://pracanovashopping.com.br/tag/destinacao-de-residuos/>>. Acesso em: 21 de janeiro de 2020.

Dia do meio ambiente: 4 em cada 10 brasileiros não separam o lixo aponta pesquisa ibope. **Globo**, 5 de junho de 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/natureza/noticia/dia-do-meio-ambiente-4-em-cada-10-brasileiros-nao-separam-o-lixo-aponta-pesquisa-ibope.ghtml>>. Acesso em: 20 de abril de 2020.

FERREIRA, E. **Educação ambiental e desenvolvimento de práticas pedagógicas sob um novo olhar da ciência química**. Americana: Centro Universitário Salesiano de São Paulo, v. 115, 2010.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

Gestão de resíduos nos shoppings. **Revista Shopping Centers**, 9 de abril de 2020. Disponível em: <<https://revistashoppingcenters.com.br/sustentabilidade/gestao-de-residuos-nos-shoppings/>>. Acesso em: 22 de maio de 2020.

GOMES, R. W. **Por uma educação ambiental crítica/emancipatória: dialogando com alunos de uma escola privada no Município de Rio Grande**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.

HOEFFEL, J. L.; SORRENTINO, M.; MACHADO, M. K. **Concepções sobre a natureza e sustentabilidade um estudo sobre percepção ambiental na bacia hidrográfica do Rio Atibainha** – Nazaré Paulista/SP. 2008. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro_anual/encontro2/GT/GT10/luis_hoffel.pdf>. Acesso em: 03 de janeiro de 2020.

INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS – IMechE. **Global Food: Waste Not, Want Not**. Londres. 2013. Disponível em: <http://www.imeche.org/docs/default-source/reports/Global_Food_Report.pdf?sfvrsn=0>. Acesso em: 13 de março de 2020.

JACOBI, P. R. **Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, n. 118, p. 189-205, março, 2003.

JUFFO, E. E. L.; DE MORAES, D.; ALLEGRETTI, I. M. A.; PELEGRINE G. D. d. C. P.; DE MORAES, J. F. D.; SCHMIDT, V. **Avaliação Quantitativa e do grau de segregação dos resíduos sólidos orgânicos gerados em serviços de alimentação de um Shopping Center em Porto Alegre RS**. 2016. Disponível em: <<http://docs.bvsalud.org/biblioref/2016/11/2546/separata-53-58.pdf>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2020.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2001.

LEFF, E. **Saber Ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 3 ed. Petrópolis: Vozes, 2004

LOUREIRO, C.F.B. **Trajatória e Fundamentos da Educação Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

MARÇAL, M. da P. V. **Educação ambiental e representações sociais de meio ambiente: uma análise da prática pedagógica no ensino fundamental em Patos de Minas MG**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

MELO, A. M.; SILVA, F. L. H.; GOMES, J. P.; ALVES, N. M. C. **Aproveitamento de Resíduos de Restaurante na Obtenção de Adubo Orgânico para Produção de Alface e Mudanças de Maracujazeiro e Mamoeiro**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, 2011.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente: doutrina, prática, jurisprudência, glossário**. 4.ed. São Paulo: RT, 2005.

MORAIS, M. M. de; QUEIROZ, N. da S. **Saúde e meio ambiente: interpretações e perspectivas**. 2017.

OTERO, P. B. G.; NEIMAN, Z. **Avanços e desafios da educação ambiental brasileira entre a Rio92 e a Rio+ 20**. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 10, n. 1, p. 20-41, 2015.

PALMER, C. P. Why a healthy planet and a healthy economy go hand-in-hand. **World Economic Forum**, 16 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/informacoes/noticias_meio_ambiente_e_natureza/?67922/Dia-da-Alimentacao-91-no-percebem-que-sistema-alimentar-ameaa-natureza-segundo-estudo-do-WWF>. Acesso em: 20 de abril de 2020.



PIRES, L. M. **Projeto Mãos Dadas Santa Maria Judô: uma reflexão sobre resíduos sólidos.** 2018.

PISTORELLO, J.; CONTO, S. M. DE; ZARO, M. **Geração de resíduos sólidos em um restaurante de um Hotel da Serra Gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 20, n. 3, p. 337-346, 2015.

RIBEIRO, H; JAIME, P.C.; VENTURA, D. **Alimentação e sustentabilidade.** Estudos avançados, v. 31, n. 89, p. 185-198, 2017.

RODRIGUES, M. S. B. **Crenças ambientais e comportamentos ecológicos de usuários do restaurante universitário da Universidade de Brasília.** 2011. 115 p. Tese (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, Brasília. 2011.

SCHNEIDER, A. F.; DA COSTA, R. P.; DE MESQUITA, M. A. **A atividade dos catadores de materiais recicláveis no Brasil: uma revisão bibliográfica.** 2018.

SILVA, M. do S. F; JOIA, P. R. **Situação socioeconômica dos catadores de materiais recicláveis na cidade de Aquidauana/MS.** Revista Terra Plural, v. 2, p. 25-39, 2008.

SILVA, M. W. X. da; DOS SANTOS, E. A. **Avanços e desafios na Educação Ambiental no Brasil após a Conferência RIO+20: uma revisão da literatura nacional.** Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, UFMS. 2019.

SULAIMAN, S. N. **Educação ambiental, sustentabilidade e ciência: o papel da mídia na difusão de conhecimentos científicos.** Ciência & Educação (Bauru), v. 17, n. 3, p. 645-662, 2011.

TRAVASSOS, E. G. **A prática da educação ambiental nas escolas.** Porto Alegre: Mediação, 2006.

CAPÍTULO 15

A HISTÓRIA ORAL COMO INSTRUMENTO DE RECONSTRUÇÃO TEMPORAL DE PAISAGENS RURAIS DE ANGELIM – PERNAMBUCO

Marcos Renato Franzosi Mattos, Professor Associado, UFAPE; Garanhuns, PE, Brasil

Lucilene Simões Mattos, Professora Associada, UFAPE; Garanhuns, PE, Brasil

Cláudia Csekö Nolasco de Carvalho, Professora Titular, UNEAL, Campus II, Santana do Ipanema- AL, Brasil

Marcondes Albuquerque de Oliveira, Doutor em Biologia Vegetal, ITEP, Recife/Pe, Brasil

Erica Csekö Nolasco Freitas Fonseca, Mestre em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente. Bióloga. Autônoma. Austrália

Antônio Benevides Soares, Doutorando em Geografia, UFPB; João Pessoa, Paraíba

Fábio Carvalho Nunes, Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano IFBAIANO, Santa Inês/BA, Brasil


RESUMO

As intervenções antrópicas de curto e longo prazo promovem alterações ambientais, nem sempre possíveis de serem avaliadas. A caracterização ambiental é difícil pela falta de inventários detalhados sobre as condições biológicas presentes antes dos ciclos econômicos do Brasil. Uma alternativa para reconstruir o cenário ambiental é resgatar por informações presentes nas memórias da população residente, considerando seus conhecimentos etnobiológicos, como a etnobotânica e etnofauna. Realizou-se o registro de memória ambiental individual de um protagonista das mudanças de paisagem ocorridas na zona rural de Angelim, Pernambuco. A história oral como metodologia de pesquisa tem sido muito utilizada para identificar as transformações ambientais. Consiste na coleta de testemunhos de pessoas que presenciaram fatos de diversas naturezas, que contribuem para o resgate de informações numa investigação científica. Essa história oral possibilitou o registro de dados e a descrição da coevolução da história humana e da natureza, evitando a perda definitiva destas informações e percepções que são fundamentais para compreensão da complexidade das alterações decorrentes das relações sociedade-natureza. Informações sobre a fauna e flora nativa atual e pretérita foram confrontadas com estudos disponíveis para a região e permitiram o registro pontual da história ambiental desta localidade, carente de estudos e inventários biológicos.

PALAVRAS-CHAVE: História oral; Memória ambiental; Agreste.

INTRODUÇÃO


Não há como tratar uma história do ambiente apenas na ótica do presente, visto que os espaços transcendem o tempo e as sociedades (VIEIRA et al., 2017). Hodiernamente, a biodiversidade no Agreste de Pernambuco certamente não reflete a existente nos séculos XIX e XX ou anteriores. Os desmatamentos, as queimadas e a caça, práticas que precediam o uso e ocupação dos solos da região para os mais diversos fins, inclusive a dos ciclos produtivos (MONTE, 2014), suscitaram mudanças na composição e tipo de vegetação. Consequência das intervenções antrópicas de curto e longo prazo, as alterações nem sempre são



Consequência das intervenções antrópicas de curto e longo prazo, as alterações nem sempre são possíveis de serem avaliadas. A caracterização é difícil, em função da falta de inventários detalhados sobre as condições biológicas presentes antes desses ciclos produtivos. Angelim é um município localizado na mesorregião Agreste e na Microrregião Garanhuns do Estado de Pernambuco (Figura 01), limitando-se a norte com Jupi, a sul com Palmeirina, a leste com Canhotinho, e a oeste com São João. Está inserido na Folha SUDENE de Garanhuns, com uma altitude aproximada na sede de 631 metros e coordenadas geográficas de 08°53'25" S e 36°17'09" O, distando 235 km da capital Recife (BELTRÃO et al., 2005). Uma prospecção no município de Angelim, localizado no Agreste pernambucano, identifica a hegemonia da agropecuária, com muitas áreas em diferentes graus de degradação, e a presença de alguns maciços vegetacionais predominantemente de espécies de Caatinga. No entanto, existem poucas informações publicadas sobre a flora e fauna local, bem como poucos registros de coletas botânicas nos principais herbários do Brasil (SPECIESLINK, 2021), sobretudo da diversidade biológica pretérita, dificultando uma análise temporal de eventuais alterações desta biota. As poucas informações disponíveis atualmente reportam, de forma genérica, que a vegetação predominante em Angelim é de florestas subperenifólia e hipoxerófila (SILVA et al., 1999; BELTRÃO et al., 2005).

Essa quase ausência de estudos biológicos antigos pode ser suprida com o uso de informações oriundas das memórias da população residente, considerando, inclusive, seus conhecimentos etnobiológicos, como a etnobotânica e etnofauna. Para Melo e colaboradores, esses estudos representam a oportunidade de integrar o conhecimento construído por uma população local ao conhecimento acadêmico sobre fenômenos e processos naturais (MELO et al., 2008).

Tendo o ambiente sofrido modificações decorrentes da atuação humana no tempo e no espaço vivido pelos protagonistas entrevistados, esses possuem, em suas memórias, as recordações de lugares, eventos e características, que permitem a recuperação de detalhes sobre a paisagem de um determinado local no tempo passado. É também possível correlacionar essas informações com a cultura, identidade e transformações socioespaciais. Assim, o uso de entrevistas que relatam o cenário pretérito, resgatando a memória ambiental, se tornam úteis na compreensão do espaço e da paisagem atual (MELO et al., 2008). Porém, poucos são os trabalhos científicos que utilizam a história oral na análise ambiental, sobretudo quando relacionada aos impactos ambientais em áreas rurais (PORTO & DIAS, 2012).



Através da história oral pretende-se efetuar o registro de dados de memória ambiental individual de um protagonista das mudanças de paisagem ocorridas na zona rural de Angelim, Pernambuco. (Re)ligar a história humana à história da natureza e descrever a sua coevolução evita a perda definitiva destas informações e percepções que são fundamentais para compreensão da complexidade das alterações decorrentes das relações sociedade-natureza.

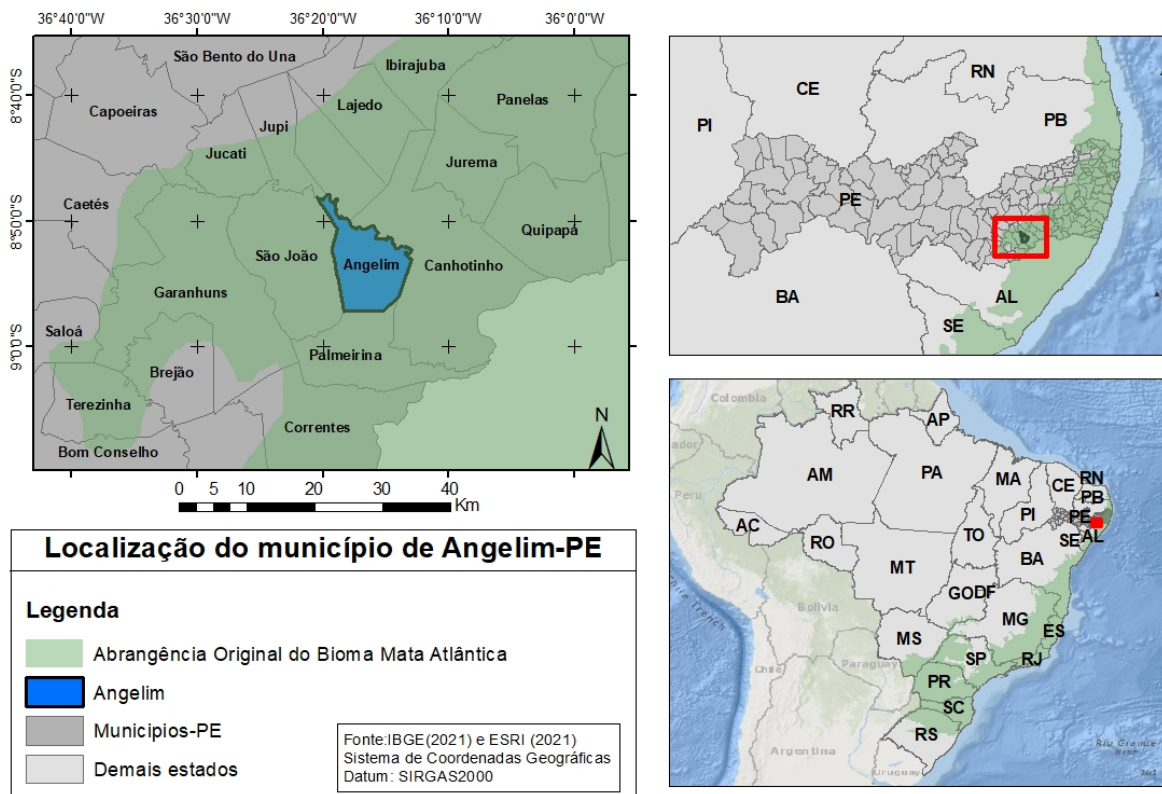
METODOLOGIA

Em fevereiro de 2019, na zona rural do Município de Angelim - PE, ao efetuar um estudo biológico preliminar em uma área de vegetação de Caatinga de aproximadamente 60 hectares (coordenadas aproximadas 8°52'35.00"S;36°18'25.00"O), um senhor idoso se ofereceu para relatar sobre como era essa mata “no seu tempo”. Informou possuir 92 anos de idade e que nasceu e cresceu ali, na “Serra do Pau D’arco” e na “Serra dos Bois”.

Ao referido senhor foi perguntado se haveria óbice em efetuar o registro em áudio de suas falas, havendo concordância na gravação. Por meio de captura de voz em aparelho telefônico móvel, foi permitido ao mesmo a livre exposição de suas falas, de acordo com seu interesse. Após sua explanação foram efetuadas perguntas direcionadas ao conteúdo explanado, com vistas a obter maiores informações da diversidade biológica relatada e dos eventos narrados que se relacionam à alteração da paisagem, de acordo com as informações de memória do relatante.

Em alguns momentos, por meio do uso de imagens colhidas instantaneamente na internet, espécies de flora e fauna foram aleatoriamente apresentadas para o relatante, sem as nominar, para que o mesmo associasse se eram ou não as espécies por ele relatadas. Para confirmar a fiabilidade das informações de correspondência fotográfica, diversas outras espécies animais não pertencentes ao bioma brasileiro e/ou nordestino foram apresentadas e foi arguido da sua presença na região.

Figura 1. Mapa de localização do Município de Angelim, Pernambuco, evidenciando a área de abrangência legal do Bioma Mata Atlântica.




Fonte: elaborado pelos autores.

As informações orais colhidas foram confrontadas com os dados existentes na literatura, buscando efetuar uma correlação entre a memória ambiental do relatante e os eventos econômicos, produtivos e biológicos conhecidos, visando correlacionar todas essas informações com a evolução ambiental da paisagem, refletida pelo uso e ocupação do solo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sobre a vegetação, o relatante informou que “Caatinga não tinha ali perto” e que “começou a aparecer mesmo (a Caatinga) depois da revolução”. Perguntado sobre qual foi a revolução, informou ser “a do Exército”. Complementou com a informação de que no passado “a mata era bem fechada e dentro da mata não dava para ver o céu”. Relata que, quando tinha seus seis a oito anos de idade, ele e seus irmãos andavam montados “em uma burra e se escondiam detrás de uma gameleira na mata e quem passava não via nem a burra nem a pessoa, de tão larga que era a gameleira”.

Perguntado sobre as alturas das árvores informou que “60 a 70 anos atrás tinham “cedros”, “amarelos” e “sapucaias” que davam a altura de 3 postes de luz” e que “árvore muito alta, mais alta que todas era a Faveira de Bola, que saía do chão linheira e abria só lá em cima




mais no alto que as outras”. Perguntado sobre o que eram as “bolas” da “Faveira de Bola”, disse que a árvore “tinha lá em cima um monte de bolas penduradas como enfeites de Natal” e que com “o visgo que tinha nas bolas” confeccionavam “poleiros para prender passarinhos”. Continuou completando que essa Faveira de Bola “tinha uma aqui e outra lá longe, nunca tinha uma perto da outra”.

Falou que as árvores mais comuns na mata eram a “Murici”, a “Caboatã de Rego” e a “Sucupira”. Perguntado sobre qual seria essa Sucupira, respondeu que era a “Sucupira Preta”, que “ainda aparece em algumas grotas”, e que a “Sucupira Branca” tinha pouca e hoje não tem mais. Relatou o mesmo senhor que seu pai era dono de uma propriedade que era transpassada pela linha do “trem dos ingleses” e que a empresa remunerava seu pai para efetuar “limpeza”, mantendo as laterais dos trilhos livre de árvores “uns 15 metros para cada lado”. Relatou que a espécie que preponderava em volta da linha de trem era principalmente a “Imbaúba” e que “dentro da mata não tinham Imbaúbas”. Relata que seu pai apenas cortava a Imbaúba acima do chão, sem arrancar as raízes, para que em alguns meses fosse pago novamente para limpar a área.

Informou que seus parentes mais velhos, em especial seu pai, relatava que “no tempo dos antigos” eles “tiravam o Amarelo e o Cedro do morro e desciam pra baixo em toras de 3 metros de comprimento”. “Tinha que ser de 3 metros para pegar preço”. Depois “serravam em tábuas para vender para longe pelo trem”. Disse que esse era o “sustento de muita gente”. Relatou que eles abriam clareiras para descer as toras e que no lugar das árvores eles colocavam cana para evitar o acesso de gado e perdas por forrageria desses, pois “o gado não chegava lá em cima”, pois quando a cana era plantada em outro lugar “o gado estragava”. Relatou ser essa cana “da grossa”, para produção de “rapadura e cachaça”, mas não produziam açúcar. Além dessas informações que seu pai e avô contaram, ele pessoalmente viu muitos cedros e amarelos grandes, mas não viu mais a cana “por causa da seca que está cada vez pior”.

Sobre a mastofauna (conjunto de mamíferos de uma região), relatou que quando era criança tinha a “Onça Bodeira”, “que pegava porco, bode, bezerro e burro filhote”. Viu seus parentes e pessoas da vila trazerem “Onça Bodeira” caçada amarrada em varas e que sempre viam pegadas delas e de Guarás nas margens dos rios Tamborim e Esporão, destacando que eles tinham muito mais água antes e dava para nadar e mergulhar de cima das árvores que tinham na margem. Relatou ainda que as pessoas “brocavam” as matas de perto, afastando a vegetação cerrada para evitar a proximidade do relatado felídeo predador e que quando criança se lembra dos parentes falarem do antigo ataque de uma “Onça Bodeira” a uma pessoa idosa




que foi morta e teve a “barrigada e as costelas comidas”. Disse ainda que lembra da existência de outros “animas de pelo”, como o Papa-Mel, Ticaca, Furão, Tamanduá, Veado e Tatu, que não existem mais na região, mas que ainda “aparecem” a Raposa, o Timbu, o Peba e o Soím. Sobre aves, informou que “antes tinham muitas mais”, mas não aprofundou esse assunto, apenas relatando que era muito comum a presença de “papagaios”, os quais se alimentavam dos frutos do “coco pindoba”.

Ao ser confrontado com imagens de flora o mesmo identificou como sendo o “Amarelo” a espécie *Plathymenia foliolosa*, como sendo o “Cedro” a espécie *Cedrela fissilis*, como sendo a Sapucaia a *Lecythis pisonis*, a *Ficus gomelleira* como a gameleira, a *Bowdichia virgilioides* como a Sucupira, como imbaúba a *Cecropia pachystachya* e, como Murici, a *Byrsonima* sp. Por outro lado, não reconheceu a *Parkia pendula* como sendo a árvore “Faveira de Bola”, apesar de dizer ser “parecida”, também não identificou as flores e folhas da *Diploporis purpurea*, como sendo Sucupira Branca, porém reconheceu as sementes da mesma árvore como sendo compatíveis. Sobre o “coco pindoba”, o entrevistado informou se assemelhar ao catolé (*Syagrus cearensis*), porém mais alto, não reconhecendo imagem da *Attalea oleífera*, como sendo a mesma, apesar de dizer que “era parecida”.

Confrontado com imagens de fauna, o mesmo identificou a “Onça Bodeira” como sendo a *Puma concolor*, como Guará o *Procyon cancrivorus*, que alguns chamavam também como “guará-gato”, diferenciando da raposa, por ele identificada como *Cerdocyon thous*, mas que os antigos também chamavam de “Guará-cachorro”. Identificou ainda as imagens dos animais a seguir: Papa Mel (*Eira barbara*), Ticaca (*Conepatus* sp), Timbu (*Didelphis albiventris*), Furão (*Galictis* sp), Tamanduá (*Tamandua tetradactyla*), Veado (*Mazama* sp), Tatu (*Dasyurus novemcinctus*), Peba (*Euphractus sexcinctus*) e Soím (*Callithrix jacchus*). Já quanto ao “papagaio”, não houve reconhecimento de nenhuma espécie das quais apresentamos.


Das imagens de espécies animais exóticos confrontadas para testar a fiabilidade das informações apresentadas, todas ou não foram reconhecidas pelo entrevistado, ou foram reconhecidas, mas não sendo indicadas como espécies pré-existentes. Essa identificação correta da fauna e da flora pelas imagens expostas demonstrou que o entrevistado possuía informações corretas sobre a diversidade informada, denotando a fiabilidade do relato, dentro de um contexto de história ambiental oral. No Brasil essa metodologia de relatos de história oral tem se mostrado adequada em bairros ou municípios que possuem poucas pesquisas acadêmicas, relatórios ou registros sobre o seu desenvolvimento (SILVA & DIAS, 2017), o que é o caso das informações biológicas na região aqui descrita.



Considerando-se o Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428 de 2006, estabelecido ao Decreto nº 6.660/2008 (IBGE, 2012), o município de Angelim, Agreste de Pernambuco, encontra-se inteiramente inserido nos domínios originais da Mata Atlântica, o que é compatível com o mapeamento florestal do Brasil, produzido em 1911 e publicado em 1912 (CAMPOS, 1912), no qual está mapeado como “mattas”, de forma contínua com as matas alagoanas. Também é compatível com o mapa das "grandes regiões fitogeográficas do Brasil à época do descobrimento", de Alceu Magnanini (MAGNANINI, 1961). Porém, na atualidade, há o predomínio de áreas de uso agropecuário com presença de alguns maciços vegetacionais de espécies de Caatinga. Essa discrepância entre o domínio oficial e a realidade verificada pode ser explicada pelas significativas transformações que a extensão do domínio da Mata Atlântica sofreu ao longo do tempo (COIMBRA-FILHO et al., 1996), sobretudo nos ecossistemas do Nordeste, que se descaracterizam da fisionomia original da região (LIMA, 1998), tornando a definição dos limites da Mata Atlântica controversa até os dias atuais (GOMES, 2013; MATTOS, 2017).

Em decorrência da baixa disponibilidade de inventários biológicos sobre a flora e fauna nativas do Município de Angelim e arredores, sobretudo sobre a diversidade biológica pretérita, a análise temporal dessas eventuais alterações só é possível a partir da aplicação de outras formas de abordagem para a busca de informações, dentre essas, o uso de relatos orais, sobretudo de pessoas idosas. Assim como Porto e Dias (2012), esse estudo utilizou as memórias de um idoso como ferramenta principal e a sua história oral como metodologia. Através do relato de suas reminiscências foi possível identificar como o processo de desmatamento nas últimas décadas transformou o ambiente de sua localidade.


Considerando que a expectativa de vida dos homens no Brasil é de 73,1 anos (IBGE, 2020), encontrar pessoas com mais de 90 anos que tenham presenciado mudanças e possam descrevê-las, é uma raridade, sobretudo considerando que apenas 22 pessoas no município de Angelim possuíam 90 anos ou mais em 2010 (IBGE, 2010). Portanto, apesar de embasado no depoimento de um único declarante, quando se trata de contextos históricos, ambientais e sociais específicos, esse resguardo de informações é justificável e amplamente utilizado, sem perda de qualidade científica, muito pelo contrário. Essa forma de trabalhar com depoimentos orais é bastante consolidada no Brasil e já há muitos anos é utilizada pelo Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil, da Fundação Getúlio Vargas (CPDOC/FGV) e por outras instituições (MOURA & ROCHA, 2017). Alberti (2013), destaca que a grande maioria das centenas de entrevistas do acervo do Programa de História Oral do



CPDOC/FGV é composta de entrevistas com um único depoente. Essa autora ainda destaca que a metodologia de história oral pressupõe um estudo comparado de casos particulares, cada um deles tomado como objeto de investigação específico. De forma semelhante, Jucá (2019) demonstrou a relevância e valor do depoimento de uma única memória individual sobre questões relativas à paisagem, uma recordação envolvida na memória social e coletiva. Mais além, Teodoro e Carvalho (2019) consideraram que, em seu objeto de estudo, ao entrevistar um único protagonista, as memórias do depoente revelaram que os espaços físicos e sociais estão permeados de relações tão complexas, que ferramentas teóricas objetivas não dariam conta de explicar, mas que uma escuta sensível de um narrador é capaz de trazer para o campo da História, novas e amplas possibilidades de compreensão de determinados contextos e objetos. Para essas autoras, em nenhuma outra fonte seria possível encontrar as marcas de subjetividade providas pelo único depoente. Assim, para Matos & Senna (2011), a história oral não é somente a lembrança de um certo indivíduo, mas de um indivíduo inserido em um contexto familiar ou social de tal forma, que suas lembranças são permeadas por inferências coletivas. Nesse contexto também podemos inferir os contextos ambientais e de paisagem, conforme relatado aqui nesse estudo.

A metodologia aqui realizada possibilitou extrair interessantes informações sobre a alteração vegetacional da região e sobre a fauna a ela associada, além de algumas informações que permitem correlação dos eventos históricos e econômicos que ocorreram na região. O entrevistado reportou dados a partir dos seus citados seis a oito anos, o que, considerando sua idade no ato da entrevista, remonta, aproximadamente, aos anos 1933 a 1935. Portanto foi muito útil para avaliação indireta das alterações ambientais locais desde esse período, mesmo considerando a ressalva de que as informações obtidas apenas por relatos orais, baseados na memória do relatante, podem sofrer interferências diversas, relacionadas à diversos fatores e interpretações pessoais.

Neste sentido, Klanovicz (2012) pressupôs que a memória é sim maleável e que existe um caráter de criação subjacente aos relatos obtidos, pois os dados obtidos estão amparados na construção subjetiva das relações entre humanos e mundo natural. Porém, para esse autor, as relações entre humanos e o mundo natural partem de um lugar particular, de um espaço ligado a relatos que sempre são ligados a paisagens e fatores a ela ligados, como a sazonalidade e a memória termométrica, podendo e devendo essas experiências serem consideradas para a História Ambiental. De forma complementar, Silva & Dias (2017) consideram que além de contribuir para estudos espaciais históricos, geográficos e ambientais, a História Oral resgata e




valoriza a experiência daqueles sujeitos que poucas vezes são ouvidos em nossa sociedade, os idosos (SILVA & DIAS, 2017). Estes são considerados portadores de experiência e conhecimentos locais e, portanto, capazes de contribuir em projetos que visem à construção de sociedades sustentáveis, não apenas identificando os impactos, como também promovendo e ampliando a possibilidade de ações de intervenção ambiental no lugar analisado (PORTO & DIAS, 2012).

Assim, por meio dos relatos orais podemos resgatar elementos relacionados com a cultura e a identidade de um povo e de um lugar, sendo possível avaliar como o espaço foi construído ao longo do tempo, entendendo as transformações socioespaciais ocorridas em determinado local (DELGADO, 2003). Nesse sentido, nos últimos anos, houve um crescente interesse dos pesquisadores em investigar a relação que as espécies animais ou vegetais têm com as populações humanas de determinadas localidades, sejam elas rurais, tradicionais ou indígenas (FARIAS & ALVES, 2007). Assim, a história oral é um procedimento que busca coletar entrevistas de sujeitos que viveram determinadas situações e que podem relatar as suas experiências pessoais com o objeto (SILVA & DIAS, 2017), sendo utilizada, a partir da década de 1990 em estudos ambientais e sociais (FIGUEIREDO & FERREIRA, 2006), embora para essa temática de impactos ambientais, ainda sejam poucos os estudos (PORTO & DIAS, 2012).

O relatante descreveu uma mudança de cobertura vegetal e fauna a ela associada, correlacionando, mesmo que indiretamente, ao uso e ocupação do solo por atividades produtivas. As informações por ele prestadas são dificilmente passíveis de correlação com estudos e inventários biológicos, em função da já citada baixa disponibilidade destes últimos para a localidade. Segundo Silva e Dias (2017), compreende-se que a História Oral é um método válido para as pesquisas que almejam analisar processos de degradação ambiental e que pode e deve ser aplicada principalmente em regiões que possuem poucos registros bibliográficos e que carecem de estudos aprofundados sobre sua dinâmica ambiental, exatamente como é o presente caso.


Os dados relatados pelo entrevistado retratam fortemente uma realidade de desaparecimento de diversas espécies de fauna e flora, bem como o aparecimento de espécies de flora que, segundo o mesmo, não se faziam presentes localmente, em especial, espécies vegetais mais características do Bioma Caatinga. Para o mesmo, essa mudança começou a ser identificada “depois da revolução”. Pela sua idade, considerando ser pouco provável que relatasse a Revolução de 1932, cremos que se referia à década de 1960, ou seja, entre 50 e 60 anos atrás.



Na ausência de maior embasamento de inventários biológicos antigos para a mesma localidade, resta a dúvida da confiabilidade do relato, no sentido de que, em cerca de 60 a 70 anos houve o desaparecimento de grandes espécimes vegetais arbóreos e de que em cerca de meio século houve uma acentuada descaracterização e, até mesmo, modificação de característica vegetacional. No entanto, embora não se trate da mesma localidade e características biogeográficas, no Município de Caetés, também Agreste de Pernambuco, Vieira e colaboradores, utilizando resgates da história oral, obtiveram a informação de que, também há cerca de 5 décadas, a degradação ambiental determinou o esgotamento das fontes de água e outros recursos naturais do fundo do Vale do Riacho São José o que, com os grandes períodos de seca, resultou na migração de populações humanas que de longa data habitavam a região (VIEIRA et al., 2017).


Nessa mesma época Andrade-Lima (1960) já relatou que, no mesmo Agreste Pernambucano em que se localiza Angelim, "*a devastação das reservas arbóreas é mais intensa e vastas áreas existem atualmente, sem uma única árvore*", sendo que "*apenas algumas serras e brejos conservam um pouco da antiga cobertura*". Também Magnanini (1961), com base em dados colhidos em todo o Brasil na década de 1950, já reportou a alteração de vegetações pelo uso humano agropecuário, inclusive zoneando a atual situação do Município de Angelim como recoberto por "florestas", vizinho às áreas mapeadas como de "caatingas" quando na "época do descobrimento". Mas muito antes destes estudos das décadas de 1950 e 1960, ainda no final do século XVIII (cerca de 220 anos antes do presente), Moreira (1797), ao descrever as matas do vizinho estado de Alagoas, não muito distante da atual Angelim, reportou que "*todas estas matas, tanto de Secupiras, como de Amarellas, se achão hoje muito destruídas, em razão dos muitos roçados, e fogos, que nellas se tem introduzido*". Mudanças significativas de composição florística após 220 anos de ação antrópica podem, seguramente, ser esperadas.

Não tendo sido encontrados dados de inventários florísticos e faunísticos nem recentes e nem antigos para o Município de Angelim, naturalmente se recorre a busca de outras fontes de dados. Mas no caso de Angelim, é também dificultoso correlacionar os dados biológicos possivelmente extraídos de documentos mais antigos, como relatórios, jornais e livros diversos, haja visto ser Angelim um município pequeno e não muito antigo, criado apenas em 1908. Até 1887 na localidade havia apenas algumas casas do que era uma sede de uma fazenda até que, nesse ano, foi inaugurada a estação de trem denominada Segismundo Gonçalves. Desta forma, os dados documentais antigos porventura disponíveis não tratam de Angelim ou de Segismundo Gonçalves, mas sim do território maior em que esses povoados eram subordinados, no caso o



município/Comarca de Garanhuns. Assim, ao analisarmos os poucos dados antigos disponíveis, como os dos séculos XIX, não identificamos menção a uma localidade que possa, efetivamente, ser atribuída à Angelim, exceto na descrição de Louis Lombard (Lombard, 1896). No entanto, é possível fazer inferências pelas descrições de municípios vizinhos. Por exemplo, quando Silva Coutinho (1874) descreve as características de solo, clima e vegetação do trecho projetado da estrada de ferro entre Canhotinho e Garanhuns, essas podem ser atribuídas à Angelim, já que Angelim se localiza exatamente no trecho entre esses dois municípios. Assim, essas descrições de antigos estudos realizados na região e relacionados à implantação da Estrada de Ferro Sul de Pernambuco são importantes fontes para consideração. Nesse contexto, em 1874 o citado engenheiro Silva Coutinho observou que a Zona da Mata se estendia do litoral alagoano até a região da Serra dos Fojos, localizada no Oeste do atual território de Garanhuns, ou seja, mais ao interior do que o Município de Angelim. Mattos (2017) salienta que essa descrição de Silva Coutinho (1874) se refere à atual Coordenada Geográfica 8°54'00"S/36°34'00,00"O, onde ainda existe a Serra dos Fojos e Fazenda de mesmo nome, com seus resquícios de Mata Atlântica, quase na atual divisa do Município de Garanhuns com os Municípios de Paratama e Caetés. A informação de vegetação de Silva Coutinho (1874) é semelhante ao que foi informado em 1896 pelo engenheiro de minas Louis Lombard, que descreveu, no Planalto de Garanhuns e serras relacionadas, a existência de florestas similares às presentes na região do litoral sul de Pernambuco (LOMBARD, 1896). Lombard descreveu ainda a existência nas encostas de “mattas importantes”, de onde se tiram “muitos parasitas” (característica erroneamente atribuída a orquídeas epífitas) e também a existência de nascentes e riachos perenes e a interligação entrecortada da mata dessas serras, com as alagoanas. Cita a contiguidade de mata entre o município de Correntes e o Planalto de Garanhuns, mas informa que entre o atual município de Palmerina e Angelim, nos 20 km de distância, a vegetação de Mata Atlântica cede lugar à "vegetação do agreste", gradativamente, "insensivelmente". Na ausência de um estudo que interprete as descrições biogeográficas e os mapas desses estudos dos séculos XIX e XX, utilizando-se das atuais tecnologias, torna-se incerto afirmar, mas pode-se considerar altamente sugestivo e provável que realmente as regiões de encostas e as relacionadas à recursos hídricos no município de Angelim eram, originalmente, cobertas por vegetação de Mata Atlântica, nos tempos que o relatante deste trabalho informou.


No relato do entrevistado é frequente à menção à linha férrea. Conforme informações verbais correntes, a escolha do local da estação de trem que deu origem à Angelim se deveu a haver ali um pequeno povoamento agrícola que negociava madeiras, açúcar e couro animal,



mas também para promover a ocupação local, considerada muito pequena. Essa necessidade e busca de povoamento é sentida também nos documentos antigos relacionados à Guerra dos Cabanos (1832-1835), que reportavam a necessidade de se implantarem vilas e povoados nas “matas incultas” dessa região Agreste de Pernambuco e evitar o surgimento de novas revoltas (ANDRADE, 1965; FREITAS, 1982; LINDOSO, 1983). Essa citação das “matas incultas” é também bastante condizente com o relato do aqui entrevistado, mas também com as informações não oficiais de que a linha férrea está associada à devastação da floresta de seu trajeto tanto para venda da madeira, quanto para uso como combustível para as locomotivas, mas também em decorrência do maior escoamento de produtos agrícolas, o que impulsionou a agropecuária local. O próprio relatante reportou a venda de tábuas de “Amarelo e o Cedro” de árvores de maior porte para serem comercializadas/transportadas por via férrea. Para Branco (2020), os detalhes da vida do narrador e as experiências pessoais adquirem interesse à medida que revelam aspectos vinculados à temática central, de forma que a entrevista é utilizada pelo pesquisador mais como um documento para a busca de esclarecimentos acerca de uma temática central, previamente selecionada, o que várias vezes foi possível de obter nesse estudo. Assim, essa correlação da linha férrea com a devastação da vegetação local é merecedora de maiores estudos.

O relatante também descreveu uma interessante relação entre a relatada mudança na cobertura vegetal e de fauna associada, o que é compatível com o descrito por Meyer e Turner (1992), que suportam que a perda de habitats naturais pela ação antrópica deve-se, sobretudo a duas formas principais: 1) conversão de um tipo de habitat em outro e 2) modificação das condições dentro de um tipo de habitat. Sabe-se que a Floresta Atlântica nordestina, sobretudo ao norte do Rio São Francisco é o setor mais degradado e menos conhecido de toda a Floresta Atlântica, sendo que a sinergia perversa entre falta de conhecimento e degradação ameaça levar este setor ao completo desaparecimento nos próximos anos (TABARELLI et al., 2005). Segundo Souza & Oliveira (2006), a cobertura vegetal primária da maioria dos enclaves úmidos e subúmidos do semiárido do nordeste brasileiro está fortemente descaracterizada em função do uso desordenado e, em alguns casos, a degradação dos solos chega a atingir estágios irreversíveis, comprometendo os recursos hídricos, a biodiversidade e a qualidade de vida da população.

Ainda como suporte de que as alterações relatadas potencialmente coincidem com os conhecimentos científicos, Rêgo e Hoeflich (2001) afirmam que, segundo diversos autores, no Nordeste a aridez vem aumentando gradativamente em muitos lugares como consequência da




ação humana. Esses mesmos autores confirmam que a eliminação das entidades silvestres primárias e, na atualidade, das formações secundárias de Floresta Atlântica nordestina, já muito degradada, favorece a invasão e a ocupação das áreas devastadas, erodidas e lixiviadas, e de trechos oligotrofizados, por espécies xeromorfas e xerófitas, próprias de ecossistemas heliófilos, deixando os solos desprotegidos à mercê da intensa insolação intertropical, dos constantes ventos e de chuvas com grande potencial erosivo. Nessa mesma linha, no vizinho estado de Alagoas, Carvalho et al (2020) reportam processos de salinização e desertificação em algumas regiões do Sertão, como resultado de ações antrópicas, enquanto Silva et al (2017) constataram indícios de aceleração no processo de aridez de algumas bacias de rios pernambucanos e eventos de extremos máximos de precipitação, inclusive na região Agreste de Pernambuco, o que certamente determina alterações na composição florística dessas regiões.

Ainda em Alagoas, Moura (2006) reportou que a Mata Atlântica original abrangia toda a área costeira e penetrava bastante para o interior, chegando, provavelmente, a municípios hoje inseridos no agreste, tais como Palmeira dos Índios e Igaci. Essa autora afirma que o desmatamento acentuado pode ter sido o principal fator responsável pelo avanço da vegetação de Caatinga sobre algumas áreas que poderiam originalmente ter sido cobertas por matas mais úmidas, acentuando, portanto, a semiaridez do agreste alagoano, o que coincide com o relato oral obtido nesse presente estudo.

Em outras regiões do Nordeste, como no estado do Ceará, é comum encontrar elementos da caatinga que avançaram em áreas antes recobertas por Floresta Subcaducifólia Tropical Pluvial situadas em cotas altimétricas entre 500 a 700m de vertentes seca e subúmida, após o uso para cultivo e posterior abandono (OLIVEIRA, 2002). Nas formações secundárias, quando a degradação dos solos se deu de modo mais intenso, a dinâmica foi regressiva e as condições dos recursos naturais tenderam a uma deterioração, com instalação de espécies vegetais mais resistentes às condições geradas pelo antropismo, sobretudo arbustivas ou arbóreo-arbustivas componentes da comunidade de cerrados ou das caatingas (SOUZA & OLIVEIRA, 2006).

Também no Ceará, no Maciço de Baturité, a mata úmida, junto com sua fauna associada, encontra-se cada vez mais estrangulada pelos desmatamentos, e o microclima afetado permite o avanço da Caatinga nesta serra (Paiva, 2016). Há ainda relatos do avanço da Caatinga sobre o Cerrado e Amazônia (ÂNGELO, 2009; SILVA, 2009), assim como também sobre fragmentos de Mata Atlântica da região de Garanhuns, município muito próximo de Angelim, sobretudo em áreas que sofreram desmatamentos e/ou queimadas (MATTOS, 2017). Assim, o relato oral do entrevistado, que reporta as significativas mudanças de paisagem ao longo de algumas




décadas, encontra robusto suporte nos diversos estudos e também nos relatos acima expostos, não se configurando em um caso isolado.

Essas alterações de paisagem com reflexos na biodiversidade de florestas tropicais, inclusive na fauna nativa, são hoje bastante conhecidas, sobretudo em função de processos antrópicos de fragmentação e redução de florestas. Nesse sentido, os processos de savanização das florestas tropicais também têm ocasionado o processo de savanização faunística, ou seja, a substituição da fauna original por espécies de savana aberta (SALES et al., 2020). Esse complexo processo foi empiricamente relatado pelo aqui entrevistado, ao informar a pré-existência e desaparecimento de fauna nativa (defaunação), sobretudo de predadores, o que consideramos um dado importante, embora esperado, frente à estreita relação existente entre fauna e flora, além da arraigada prática de caça, presente na região. Antes mesmo da floresta tropical ser fragmentada, as populações de vertebrados são extintas localmente pela caça, gerando elevados níveis de defaunação, principalmente de mamíferos (FERNANDES, 2003). Essas informações são perfeitamente compatíveis com o relato oral colhido.

Estudos recentes na floresta Atlântica indicam altos níveis de defaunação e de ameaça de extinção principalmente de predadores de topo de cadeia e outros mamíferos de grande porte, como resultado das perdas históricas, mas que ainda permanecem (BOGONI et al., 2018). Para esses autores, em algumas regiões, como o Nordeste do Brasil, essa defaunação pode atingir os exorbitantes níveis de 85 a 90% de perda. Localmente, relato similar ao do entrevistado, reportando o desaparecimento gradual de predadores, inicialmente pelos de maior porte, foi obtido para outros municípios da região, incluindo Garanhuns e Águas Belas (SILVA et al., 2007).

Outro aspecto interessante deste resgate das informações de memória ambiental está relacionado a termos hoje em desuso ou em decrescente uso, como os termos “guará-cachorro” e “guará-gato”. Esses dois termos não são utilizados pelas novas gerações e raramente são encontrados em inventários faunísticos e outras formas de registro atuais. Considerando que os nomes populares de fauna e flora não parecem surgir por acaso, mas sim em decorrência de uma interação cultural complexa, mesmo que de forma limitada, o registro dessas denominações antigas é importante, uma vez que, na atualidade, torna-se difícil associar nomes antigos a animais.

Como exemplo dessa potencial perda de nomes populares e importância de seus resgates, temos o descrito por Pereira, ainda no século XIX (PEREIRA, 1854), que nomeou



espécies por nomes populares bastante similares, sem ser possível, hoje, atribuir aos mesmos o nome científico, com segurança. Nessa perspectiva, esse autor do século XIX utilizou, para alguns dos animais brasileiros nativos, os termos cachorro d'água, cão silvestre, guará, guaracão, guaraxaim, guaxinim, entre outros. Na atualidade torna-se tecnicamente inviável tentar relacionar, por exemplo, *Procyon cancrivorus* ou o *Cerdocyon thous* com os nomes populares utilizados por esse autor quase 170 anos atrás, devido a inexistência de publicação de relatos orais ou de inventários que associem esses nomes populares microrregionais e/ou arcaicos, ancestrais, com os científicos. Assim, pesquisar e registrar os nomes locais de animais é importante por diversos fatores científicos, inclusive os de corrigir possíveis erros de registros bibliográficos e, também, corroborar para melhor compreensão das relações entre humanos e animais, contribuindo para valorizar a diversidade cultural (FARIAS & ALVES, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O relato oral da memória ambiental do relatante foi uma fonte importante para colher substanciais informações ambientais pretéritas, uma vez que a realidade da paisagem atual reflete as significativas mudanças ocorridas pelos ciclos de uso e ocupação do solo. Foi possível associar as informações relatadas com situações ou estudos similares de outras localidades, subsidiando a constatação de substituição de vegetação e de fauna associada.

Diante do exposto, ficou claro que o uso de entrevista espontânea sobre a memória ambiental, quando suportada pela exposição de imagens e informações reais e conhecidas de fauna e flora, além de ser útil para obtenção de relevantes dados sobre a evolução ambiental da paisagem refletida pelo uso e ocupação do solo, pode servir de base para novos estudos, sobretudo os inventários biológicos que possam vir a confirmar, refutar ou complementar os dados aqui obtidos.

Assim como em outros estudos, nossos resultados permitiram demonstrar que a História Oral resgata e valoriza a experiência de sujeitos idosos que poucas vezes são ouvidos em nossa sociedade, mas que muito podem contribuir para estudos espaciais históricos, geográficos e ambientais, fornecendo subsídios para que a atual e as futuras gerações possam construir sociedades sustentáveis.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao relatante por gentilmente ceder seus conhecimentos por meio da entrevista.

REFERÊNCIAS

ALBERTI, V. *Manual de História Oral*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2013.

ANDRADE, M.C. *A Guerra dos Cabanos*. Rio de Janeiro: Editora Conquista, 1965.

ANDRADE-LIMA, D. Estudos fitogeográficos de Pernambuco. *Arquivos do Instituto de Pesquisas Agronômicas*, 5, p.305-341, 1960.

ÂNGELO, C. *Aquecimento Global*. São Paulo: Editora Pubfolha, 2008.

BRANCO, S.C. História oral: reflexões sobre aplicações e implicações. *Revista Novos Rumos Sociológicos*, 8, 13, janeiro/julho, 2020.

BELTRÃO, B.A.; MASCARENHAS, J.C.; MIRANDA, J.L.F.; SOUZA-JÚNIOR, L.C.; GALVÃO, M.J.T.G.; PEREIRA, S.N. *Diagnóstico do município de Angelim, estado de Pernambuco*. CPRM - Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Recife: Serviço Geológico do Brasil - CPRM/PRODEEM, 2005.

CAMPOS, L.F.G. *Mapa Florestal do Brasil*. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio - Serviço Geológico e Mineralógico, 1912. - Edição Fac-similar - Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo. 1987.

CARVALHO, C.C.N. NUNES, F.C.; MATTOS, M.R.F.; GALLO, C.M.; FONSECA, E.C.N.F.; SANTOS JÚNIOR, E.G. *Impactos da Agropecuária sobre os Solos dos Biomas do Estado de Alagoas*. In: Relação entre Pessoas e Natureza em Ecossistemas do Estado de Alagoas. Taline Cristina da Silva & Rafael Ricardo Vasconcelos da Silva, Org. Arapiraca, EDUNEAL. 2020. p.9-27.

COIMBRA-FILHO, A.F.; CÂMARA, I.G. *Os limites originais do Bioma Mata Atlântica na Região Nordeste do Brasil*. São Paulo: Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, 1996.

DELGADO, L.A.N. História Oral e Narrativa: tempo, memória e identidade. *Revista História Oral*, 6, p.1-17, 2003.

ESRI, Environmental Systems Research Institute. Basemap. Disponível em: http://server.arcgisonline.com/arcgis/rest/services/NatGeo_World_Map. Acesso em 20 de junho de 2021.

FARIAS, G.B.; ALVES, A.G.C.A. É importante pesquisar o nome local das aves? *Revista Brasileira de Ornitologia*, 15, 03, p.403-408, 2007.

FIGUEIREDO, J.P.A.B.; FERREIRA, M.M. *Usos & Abusos da História Oral*. Rio de Janeiro: Editora FVG, 2006.

FREITAS, D. *Cabanos: os Guerrilheiros do Imperador*. Rio de Janeiro: Editora Graal, 1982.

GOMES, C.G. *Devastação e Proteção da Mata Atlântica nordestina: formação da paisagem e políticas ambientais*. 2013. Tese de Doutorado, Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Distribuição da população por sexo, segundo os grupos de idade Angelim (PE) – Censo de 2010*. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/webservice/frm_piramide.php?codigo=260100&corho mem=3d4590&cormulher=9cdbfc. Acesso em 12 agosto de 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Em 2019, expectativa de vida era de 76,6 anos*. Matéria publicada em 26/11/2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/29502-em-2019-expectativa-de-vida-era-de-76-6-anos>. Acesso em 12 agosto de 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapeamento Sistemático. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/>. Acesso em 20 de junho de 2021.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mapa da Área de Aplicação da Lei nº 11.428 de 2006 (Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008. 2ª edição, 2012. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/mapas/lei11428_mata_atlantica.pdf. Acesso em 20 de outubro de 2020.

JUCÁ, G.N.M. Memória individual como expressão de uma memória social: reminiscências reveladoras das múltiplas facetas de Fortaleza. *História Oral*, 22, 2, p.95-117, jul./dez. 2019.

KLANOVICZ, J. História oral e história ambiental no sul do Brasil: estudo de caso sobre a fruticultura em Fraiburgo/Santa Catarina. *Revista História Oral*, 01,15, p.159-183, 2012.

LIMA, M.L.F.C. *A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica em Pernambuco - situação atual, ações e perspectivas* - Caderno n 12. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Série Estados e Regiões da RBMA, 1998.

LINDOSO, D. *A Utopia Armada. Rebeliões de Pobre nas Matas do Tombo Real*. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1983.

LOMBARD, L. Explorações Geográficas e Geológicas. Exploração da parte sul de Pernambuco, entre Palmares e Bom Conselho. (transcrito do manuscrito original de 07 de março de 1896). *Revista do Instituto Archeologico e Geographico Pernambucano*, 12, 66, p.89-111, 1905.

MAGNANINI, A. Aspectos Fitogeográficos do Brasil: Áreas e características no passado e no presente. *Revista Brasileira de Geografia*, 23, 04, p.681-690, 1961.

MATOS, J.S.; SENNA, A.K. História oral como fonte: problemas e métodos. *Historiae*, 2, 1, p.95-108, 2011.

MATTOS, M.R.F. *A Mata Atlântica ao Norte do Rio São Francisco e os Brejos de Altitude*. In: Parque Natural Municipal das Nascentes do Mundaú: Plano de Manejo e Educação Ambiental Inclusiva. Garanhuns, ONG ECONORDESTE, 2017, p. 20-25.

MELO, S.; LACERDA, V.D.; HANAZAKI, N. Espécies de restinga conhecidas pela comunidade do pântano do sul, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Rodriguesia*, 59, 04, p.799-812, 2008.

MEYER, W.B.; TURNER, B.L. Human Population Growth and Global Land-Use/Cover Change. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23, p.39-61, 1992.

MONTE, E. História Ambiental do(s) Agreste(s) de Pernambuco: As ações humanas no ambiente natural sob a ótica dos indígenas e dos estudos acadêmicos (Séculos XIX - XX). *Revista Catarinense de História*, 23, p.99-125, 2014.

MOREIRA, J.M.M. As matas das Alagoas. 1797 (transcrição do original em 1859). *Revista Trimensal do Instituto Histórico, Geográfico e Ethnográfico do Brasil*, 22, p. 339/356. Rio de Janeiro: Typographia Imparcial de J.M.N. Garcia. 1859.

MOURA, F.A.; ROCHA, L.L. Memória e história: entrevista como procedimento de pesquisa em Comunicação. *Revista Comunicação Midiática*, 12, 2, p.161-176, maio/ago. 2017.

MOURA, F.B.P. *A Mata Atlântica em Alagoas*. Maceió: EDUFAL, 2006.

OLIVEIRA, V.P.V. *Prospección, Caracterización y Cartografía Edafopaisajística en una Región Montañosa del "Sertão" o Semiárido Brasileño: La sierra de Uruburetama (Ceará-Brasil)*. Tese de doutorado - Departamento de Edafologia y Química Agrícola, Escuela Politécnica Superior, Universidad de Almería, Almería, 2002.

PAIVA, F. 2016. A cultura do fogo na agricultura cearense precisa acabar. (Jornal Tribuna do Ceará, Fortaleza. Publicado em 25/12/2016). Disponível em: <<https://tribunadoceara.com.br/opiniao/opiniao/cultura-do-fogo-na-agricultura-cearense-precisa-acabar>>. Acesso em: 12 março de 2017. dia mês. ano (ex.: 20 ago. 2019).

PORTO, I.; DIAS, R.S. O lugar do idoso na construção de sociedades sustentáveis: o exemplo da memória ambiental em Cardoso Moreira (RJ). *A Terceira Idade*, 23, 55, p.19-31, 2012.


RÊGO, G.M.; HOEFLICH, V.A. *Contribuição da pesquisa florestal para um ecossistema em extinção: Floresta Atlântica do Nordeste do Brasil*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001.

SILVA, A. B.; BRITES, R. S.; SOUZA, A. R. Caracterização do meio físico da microbacia Quatro Bocas, em Angelim, PE, e sua quantificação por sistema de informação geográfica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34, 1, p.109-117, jan. 1999.

SILVA, A.F.; DIAS, R.S. Memória e meio ambiente: a história oral como metodologia na identificação de mudanças ambientais em Campo Grande, Rio de Janeiro (RJ). *Diversidade e Gestão*, 01, 02, p.165-177, 2017.

SILVA COUTINHO, J.M. *Estrada de Ferro do Recife ao S. Francisco: Estudos Definitivos de Una a Boa Vista*. Rio de Janeiro: Tipografia de G. Leuzinger e Filhos, 1874.

SILVA, E.R.B. Cerrado: No coração do gigante. *Revista Eletrônica de Jornalismo Científico*, 105, p.5-9, 2009.



SOUZA, M.J.N.; OLIVEIRA, V.P.V. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do Semi-Árido do nordeste brasileiro. *Mercator*, 05, 09, p.85-102, 2006.

SPECIESLINK. Herbário Virtual da Flora e dos Fungos. 2021. Disponível em: <http://www.splink.org.br>. Acesso em 14/01/2021.

TABARELLI, M.; SIQUEIRA-FILHO, J.A.; SANTOS, A.M.M. *Conservação da Floresta Atlântica ao norte do Rio São Francisco*. In: Diversidade Biológica e Conservação da Floresta Atlântica ao Norte do Rio São Francisco. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA, 2005, p.40-48.

TEODORO, D.A.S.B; CARVALHO, K.A. “Menino do Beco”: memórias de uma infância vivida numa zona de meretrício em Diamantina -MG (1950-1968). *História Oral*, 22, 2, p.74-94, jul./dez. 2019.

VIEIRA, A.G.T.; SILVA, R.F.; OLIVEIRA, E.S.; OLIVEIRA, R.F.; VIEIRA, L.R.; ARAÚJO, M.S.L.C. Um olhar etnográfico: amplitude patrimonial e história ambiental no Vale do Riacho São José, Caetés – PE. *Revista Diálogos*, 17, p.111-129, 2017.

CAPÍTULO 16

ECONOMIA SOLIDÁRIA: DA ORIGEM AO TERRITÓRIO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO

Adriana Ferreira Nascimento, Mestre em Extensão Rural, IRPAA
Monica Aparecida Tomé Pereira, Doutora em Demografia, UNIVASF

RESUMO

A economia de base solidária é de grande relevância, pois se apresenta como alternativa que surgiu em meio a crises trabalhistas. Ela se contrapõe aos meios de produção tradicionais, e ao modelo de desenvolvimento capitalista. Originalmente, europeia, a Economia Solidária (ES) tem grande legado no Brasil e vem se estabelecendo desde a década de 70. Manifesta-se de maneira simples, sendo percebida na organização do trabalho das atividades econômicas em geral, eleva-se de maneira importante para a inclusão de trabalhadores no mercado, oportunizando os mesmos dentro da autogestão, onde a maximização do lucro deixa de ser o principal objetivo, dando lugar à maximização da quantidade e da qualidade do trabalho. Este modelo se estendeu por todo o território brasileiro, trazendo uma discussão voltada e envolvida com as organizações coletivas, a exemplo de associações, cooperativas, grupos, feiras regionais, dentre outros, que passaram a se identificar por comungarem dos mesmos princípios, possibilitando uma gestão coletiva, com cooperação entre os membros, sem subordinação, com valorizando o capital humano independente de gênero, idade raça ou religião. Estes princípios balizam as estratégias da Secretaria Nacional de Economia solidária (SENAES), posteriormente criada. Nas diversas regiões do país é possível encontrar uma infinidade de organizações com evidências de vinculação com princípios que norteiam esta forma alternativa, de economia. No sertão do São Francisco, norte da Bahia, é possível destacar vários empreendimentos que se identificam como da ES, com produção e/ou comercialização de produtos, que na maioria das vezes, são endêmicos da região. Destacam-se, doces, geleias, cervejas, compotas, etc., sendo derivados de frutas nativas, resultantes de processos de extrativismos, nas comunidades rurais, são também estas comunidades responsáveis por o beneficiamento, envolvendo um grande número de famílias no processo, gerando renda local, fortalecendo os laços de cooperação mútua e garantindo uma segurança alimentar e nutricional. É importante salientar, que o processo de beneficiamento também conhecido como industrialização de produtos, gera valorização da matéria-prima, agregando valor, evitando perdas em períodos de safra, garantindo o consumo em períodos de não produção dos frutos. Neste processo, é de grande valia citar a comercialização destes produtos, e que a mesma deve ser realizada de maneira que valorize e respeite o produtor e sua produção. Neste sentido, surgem lojas especializadas em várias regiões do país, que comercializam tais produtos, e que levam em consideração todos os princípios da Economia Solidária defendidos e vivenciados por grupos de beneficiamento. Em algumas regiões estas lojas se apresentam como redes de comercialização da Economia Solidária, unindo associações, cooperativas, além de uma infinidade de grupos formais e informais. Ao longo deste trabalho se faz uma abordagem sobre o conceito e a origem da Economia Solidária, elencando alguns princípios e o comparativo entre os dois modelos de economia (social e capitalista). Além da apresentação do desenvolvimento dela no Brasil, considerando empreendimentos que tratam da sua base e funcionamento.

PALAVRAS-CHAVE: Economia Solidária; Região Nordeste; Território Sertão do São Francisco; Cadeia Produtiva Sustentável

INTRODUÇÃO

A Economia Solidária surge em meio a primeira revolução industrial, no final do século XVIII, na Europa. Contudo foi na Inglaterra que ela tomou a forma mais nítida a partir do século XIX (SILVA e SILVA, 2008), sendo uma resposta ao agravamento da crise trabalhista (FRANÇA FILHO E LAVILLE, 2006). Seu conceito baseia-se em uma exaltação no desejo da Economia Social, em sua origem, e é na articulação entre o econômico, o social e o político, que se situam os fundamentos essenciais das Economias Social e Solidária.

Singer (2002), afirma que o conflito econômico tem sido criticado por causa de seus efeitos sociais, pois o enaltecimento na competição chama a atenção apenas para os vencedores, o autor faz algumas indagações quanto a sina dos perdedores:


O que acontece com os empresários e empregados das empresas que quebram? e com os pretendentes que não conseguem emprego? ou com os vestibulandos que não entram na universidade? Em tese devem continuar tentando competir, para ver se se saem melhor da próxima vez (SINGER, 2002, p. 8).

Dentro dos conceitos capitalistas, os ganhadores somam benefícios, quanto aos perdedores, estes acumulam desvantagens nas futuras competições. Um diploma, as relações sociais familiares, a residência em determinado bairro mais sofisticado, e outras tantas características que supostamente faz o indivíduo sentir-se de classe superior, são as condições que o levam a entrar nas competições por posições e poder. Aqueles que não se enquadram a este perfil, ficam abertas as portas em algumas competições, em que o talento individual conta mais que o capital (SINGER, 2001).

Perante estes resultados do sistema produzido pelo processo do capitalismo, surge como modelo alternativo, a economia solidária. Esta constitui-se como uma nova forma de organização do trabalho e das atividades econômicas em geral, emergida como uma importante alternativa para a inclusão de trabalhadores no mercado de trabalho, existindo a possibilidade de recuperarem as empresas de massa falida, e darem continuidade às mesmas, com um novo modo de produção, em que a maximização do lucro deixa de ser o principal objetivo, dando lugar à maximização da quantidade e da qualidade do trabalho (Singer, 2004).

“Se toda economia fosse solidária, a sociedade seria menos desigual” (SINGER, 2002, p.10), é um jeito diferente de produzir, vender, comprar e trocar o que é preciso para viver. Sem que ninguém seja explorado durante o processo ou leve vantagem em algum momento, sem agressão ao meio ambiente.

Milhares de trabalhadores fazem parte deste tipo de economia, organizados de maneira coletiva, gerindo suas próprias ações. Tais iniciativas de economia solidária contam com



participação coletiva de diversos grupos, cooperativas populares, redes institucionais de financiamento para este segmento. E de acordo com a Secretária Nacional de Economia Solidária- SENAES (2007), todos devem seguir alguns princípios que são considerados fundamentais para a consolidação desta economia, tais princípios vêm sendo discutido por diversos autores ao longo dos anos:

- Não há subordinação, as decisões são tomadas coletivamente em autogestão (BERTUCCI E SILVA, 2003; HIGA, 2005; LIMA, 2016; GREGOLIN et al., 2018);
- Democracia, onde a economia solidária age na transformação das estruturas econômicas, democratizando as, sem subordinação ao capital financeiro (LIMA, 2016);
- Cooperação, há união entre trabalhadores e empresas, onde não há mais forte ou mais fraco, todos ganham (LIMA, 2016);
- Valorização do meio ambiente, no compromisso com as gerações futuras, em uma relação harmoniosa com a natureza na busca da qualidade de vida e equilíbrio do ecossistema (SILVA e SILVA, 2008; LIMA, 2016);
- O capital humano com maior importância no processo, garantindo a satisfação plena de todos (SENAIS, 2007);
- Valorização da cultura e saber local (SILVA e SILVA, 2008);
- Inclusão social com igualdade de gênero, geração, etnia e credo, a valorização da diversidade sem discriminação de crença, cor ou orientação sexual (HIGA, 2005; SILVA e SILVA, 2008).

As práticas de economia solidária são fenômenos bem antigos na história da humanidade, porém, têm despertado grande interesse em alguns países nas últimas décadas, isso se dá por a caracterização de formas tradicionais, como também por ocorrência de formas inovadoras de solidariedade no patamar prático e teórico, tal modelo de economia é considerado ao mesmo tempo antiga e recente, sendo estas duas ideias discutidas de maneira positiva e sem contradição (MOTTA, 2010).

Assim, Bertucci e Silva (2003), indicam a economia solidária como alternativa a economia de cunho capitalista, pois se desenvolve exatamente nos períodos de crise financeira nos países em desenvolvimento, porém, a mesma ainda não possui organização suficiente para contradizer o sistema dominante, como pode ser visto no quadro 01, por Bertucci e Silva (2003).

Quadro 1. Comparativo dos aspectos principais entre modelos de economia solidária e economia capitalista:


Aspectos	Economia Solidária	Economia Capitalista
Logica	Ampliação da qualidade de vida	Acumulação/lucro
Relações internas	Autogestão Cooperativa	Patrão x Empregado
Protagonismo	Organização do movimento de Economia popular solidaria	Representações empresariais
Educação	Para a solidariedade em rede	Para a competitividade/ individualista
Projeto de desenvolvimento	Desenvolvimento Sustentável	Monopolista Predatório do Meio-Ambiente e das pessoas
Política	Fortalecimento de Redes e de suas Representações	Excludente e compensatórias
Cadeia produtiva	Rede de complementaridade	Rede de competição e Exploração Monopolista

Fonte: adaptado de Bertucci e Silva (2003).

Diante do exposto no quadro 1, fica visível a alteridade entre os dois modelos, onde, no modelo solidário é bem claro que o capital humano está acima do capital financeiro, prezando pela qualidade de vida dos envolvidos e da sociedade como um todo, valorização do meio ambiente e uma participação democrática fundamentada na autogestão.

Esta economia compreende em diferentes tipos de empresas, associações voluntárias com o fim de proporcionar a seus associados benefícios econômicos. Estas empresas surgem como reações a carências que o sistema dominante se nega a resolver (SINGER, 2001). Ferrarini et al. (2018), destacam que as práticas sociais vinculadas à economia solidária desde a década de 1990 do século passado, originaram-se em larga escala de experiências com várias vertentes, é possível destacar a inúmera quantidade de associações vinculadas à agricultura familiar e de projetos comunitários estimulados por pastorais sociais, sindicatos, ONGs e projetos de educação popular, dentre outros.

A cooperativa de produção, talvez a mais importante das empresas solidárias, surge muitas vezes como ato de defesa contra a ameaça da pobreza. A outra origem importante das cooperativas de produção é a cooperativa de consumo, este tipo de cooperativa surgiu como reação à exploração sofrida pelos pobres nas mãos do comércio varejista, na época da 1ª



Revolução Industrial. Com o seu crescimento, o cooperativismo de consumo favorece a de produção, oferecendo a esta preferência no mercado (Singer, 2001).

ECONOMIA SOLIDÁRIA NO BRASIL

A segunda metade da década de 1970 foi marcada pela crise do sistema capitalista, desregulamentação dos mercados, amplo processo de reestruturação das empresas, flexibilização do trabalho e por baixas taxas de crescimento econômico. Assim, ampliaram-se o desemprego e os novos tipos de ocupação precária, gerando altos índices de pobreza e desigualdade. Esses fatores, contribuíram para que a economia solidária ressurgisse no Brasil no final do Século XX, como resposta à crise de 1981/83, onde muitas indústrias, inclusive de grande porte entraram em processo de falência (SINGER, 2002). Com isso os trabalhadores se organizam das mais diversas formas, para que de alguma maneira pudessem gerar renda, partindo de inúmeras ações, sendo apoiadas por diversos atores sociais, em especial organizações da sociedade civil (ZART E SANTOS, 2006).

As principais formas de organização dos trabalhadores desempregados são descritas por (SILVA, 2010):

- Associações, cooperativas, grupos de troca ou redes de comercialização;
- Agricultores que se juntam na troca de experiências possibilitando o crescimento da produção;
- Grupos de mulheres boleiras, doceiras, costureiras ou bordadeiras;
- Cooperativas de reciclagem de lixo onde os catadores se juntam na coleta e na reciclagem;
- Funcionários de fábricas falidas que se unem para recuperação das mesmas formando novas empresas com condições de trabalho igualitário;
- Pessoas comuns que se organizam para realizarem compras solidarias, onde saem beneficiados os que compram e os que produzem;
- Moeda social e bancos solidários que emprestam dinheiro com juros extremamente baixos para o financiamento de outros empreendimentos solidários.

Estes são alguns exemplos dos mais diversos empreendimentos solidários, que surgiram nos anos 90, e que permanecem até os dias de hoje espalhados por o país. E que enfrentam um emaranhado de dificuldades, para manterem a proposta de seus ideais firmes, frente ao modelo de economia capitalista que tende a aumentar cada vez mais a desigualdade social.


Os princípios percebidos neste trabalho perpassam diferentes graus em busca pela satisfação das necessidades, a igualdade de oportunidades, a preservação do meio ambiente, a luta por justiça social e garantia dos direitos fundamentais dos cidadãos (SILVA E CARNEIRO, 2016). Neste sentido, é observado no quadro 02 alguns exemplos de diferentes empreendimentos da economia solidária, seus conceitos e exemplificação a nível de Nordeste.

Quadro 02. Diferentes formas de Empreendimentos de Economia Solidária, conceitos e exemplos a nível de nordeste:

Formas de Empreendimentos de Economia Solidária	Conceitos	Exemplos da modalidade no nordeste brasileiro
Cooperativas	As cooperativas, são sociedade de pessoas que contribuem com bens ou serviços para uma atividade econômica, para o bem comum sem visar lucros, o cooperativismo também é autogestionário nas atividades econômicas (SILVA, 2006).	Cooperativa de Produção Agropecuária de Giló e Região Ltda- Coopag (BA); Associação das Cooperativas de Apoio a Economia Familiar –Ascoob (BA).
Grupos informais	Grupos informais surgem das relações sociais entre os membros de uma organização de forma espontânea e não possuem uma representação formal (OLIVEIRA, 2006).	Grupos de artesanatos, costureiras, boleiras, doceiras, grupos de empréstimos financeiros solidários, fundo rotativo solidário, dentre outros.
Associações	Processo de organização coletiva com algumas finalidades, a exemplo a conquista de algumas melhorias sociais ou comunitárias, filantrópicas, gestão de bens ou recursos (SILVA, 2006).	Associação dos Agricultores/as Familiares do Assentamento Mandacaru-AAFAM (PE).
Feiras de economia solidária	São realizadas com o intuito de divulgar produtos e serviços, promover aproximação dos consumidores com os produtores, possibilitar articulações, promover trocas de saberes e outros processos de formação e qualificação, bem como difundir o consumo consciente e sensibilizar a sociedade sobre esse outro modelo de economia (DA SILVA, 2017).	Feira Baiana da Agricultura Familiar e Economia Solidária- Febafes (BA); Feira Nacional de Negócios do Artesanato-Fenearte (PE); Feira Cearense da Agricultura Familiar-Feceafe (CE).
Redes	Redes de colaboração solidária é identificada por Borinelli et al. (2010), como um trabalho em conjunto, com uma correlação entre movimentos de consumo e produção, ou seja o bem final produzido por um serve de insumo demandado por outra.	Rede Mandioca (MA); Rede Bodega (CE); Rede de Catadores de Resíduos Sólidos Recicláveis do Estado do Ceará (CE); Rede Xique-Xique (RN).

Fonte: Adaptado de Alves et al., (2016).

Além desses empreendimentos, vale destacar que há outros modelos e processos utilizados na Região Nordeste, assim como em todo o território nacional, sendo diferenciados



apenas pelo o seguimento que o mesmo se estabelece, pois, cada seguimento se adequa com as características de cada região.

O ESTADO E A ECONOMIA SOLIDÁRIA

Singer (2002), traz a afirmativa de que sem a intervenção do Estado não há expectativa positiva a possíveis avanços na economia solidária. É necessário o apoio a empreendimentos, em especial no início de suas atividades, criando mecanismos que garantam certa equidade entre as diferentes experiências de ES. Deste modo o Estado teria papel preponderante como incentivador neste modelo socioeconômico, com disponibilização de linhas de crédito específicas, apoio ao desenvolvimento de novas tecnologias, bem como a priorização da compra dos produtos e serviços das redes de ES.

Porém, é necessário ressaltar que os mecanismos de fortalecimento das organizações são interessantes no seu início, no entanto, não deve permanecer infinitamente a ponto de gerar dependência excessiva ou acomodação. O Estado é de fundamental importância para os grupos de ES, na garantia para aquisição do capital financeiro, e sob as formas usuais de isenções fiscais e crédito favorecido, para assim, poder concorrer em condições de igualdade com firmas de cunho capitalistas e que também contam com a ajuda do poder público (SINGER, 2002).

De maneira geral, o Estado não deve ser o responsável pela Economia Solidária, esta responsabilidade deve ser iniciativa das pessoas, pois a opção pela Economia Solidária deve ser autêntica e por valores. O papel do estado se resume em criar condições favoráveis para esse fim (BORINELLI et al., 2010).

Neste Sentido, a Secretaria Nacional de Economia Solidária (SENAES) foi criada em 26 de junho de 2003, com a publicação da Lei nº 10.683, de 28 de maio de 2003 e instituída pelo Decreto nº 4.764, de 24 de junho de 2003, atuando no Ministério do Emprego e Trabalho (MTE) em parceria com o Fórum Brasileiro de Economia Solidária (FBES) entre outros componentes do movimento. A partir do ano de 2006 ocorreram conferências nacionais de economia solidária, com a finalidade de estimular a sociedade e o governo para o designo de diretrizes em torno das políticas de economia solidária. Nestas conferências foram indicadas medidas para o aperfeiçoamento da legislação envolvida, melhorias nas propostas da Secretaria Nacional de Economia Solidária e do Ministério do Trabalho e Emprego, atuação conjunta de conselhos correlatos além do auxílio às parcerias entre os representantes do conselho, a SENAES e as entidades da sociedade civil (SILVA E CARNEIRO, 2016).

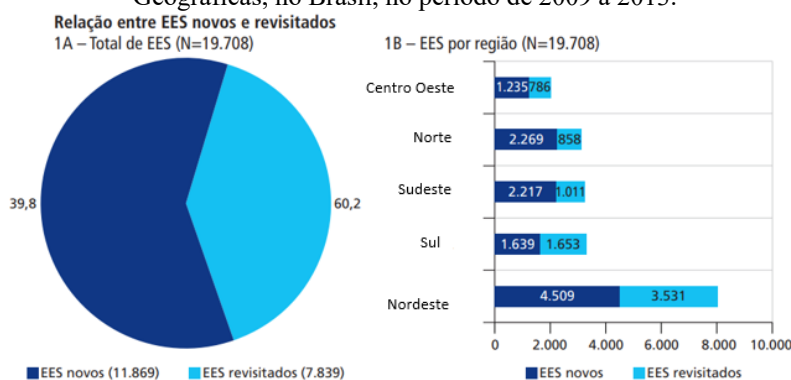
Criada no ano de 2003, no governo de Luiz Inácio Lula da Silva, a SENAES ganhou amplitude no território nacional, seu objetivo principal era orientar homens e mulheres sem trabalho a se organizarem em cooperativas, garantindo o desenvolvimento destas. A SENAES buscou diversos exemplos em outros países, compreendendo como eles criaram soluções para os problemas semelhantes ao do Brasil, e tomaram os exemplos como base (PALMA et al., 2017).

Desde a sua criação, a secretaria tinha a proposta de construir um banco de dados Nacional da Economia Solidária, logo em 2003 a proposta começou a tomar forma, os primeiros mapeamentos começaram a ser realizados em 2005, e em 2006 o banco de dados foi criado, estes dados por sua vez estariam no Sistema Nacional de Informação da Economia Solidária (SIES), que foi institucionalizado em 2006 através da portaria Ministerial nº 30, de 20 de março de 2006.


Em 2005, foi realizado o primeiro mapeamento dos Estabelecimentos da Economia Solidária, através do Sistema de Informações da Economia Solidária. Foram mapeados através da realização de entrevistas 14.954 Empreendimentos Econômicos Solidários, em todas as unidades da federação, abrangendo 2.274 municípios, correspondendo a 41% dos municípios brasileiros (SENAES, 2007).

Em 2007, a base de dados foi ampliada com um mapeamento complementar, chegando a 21.859 mil empreendimentos (ANTEAG, 2009). O último mapeamento foi realizado entre os anos de 2009 a 2013, sendo mapeados em todo o Brasil 19.708 empreendimentos de economia solidária (EES), com um total de 7.839 EES já mapeados em outros anos, esses quantitativos foram divididos por região, demonstrados na figura 1.

Figura 1. Quantitativo de empreendimentos de Economia Solidária novos e revisados, em Grandes Regiões Geográficas, no Brasil, no período de 2009 a 2013.



Fonte: IPEA, 2016.



O levantamento de dados total, foi realizado em 2.713 municípios, com 1.423.631 pessoas, as quais realizam nos empreendimentos atividades relacionadas a troca, produção, comercialização, consumo, prestação de serviços e/ou serviços financeiros.


A região Nordeste, foi responsável por 40,8% do total geral de empreendimentos mapeado, onde 72% do total nordestino são empreendimento em zona rural (DIEESE, 2015).

Ainda na Figura 01, tem-se que um quantitativo de 11.869 de novos EES mapeados, 4.509 estão na região nordeste, representando 38% do total, e 1.235 na Região Centro-Oeste representando 10,4%, sendo este o menor quantitativo do total.

É preciso considerar que o último levantamento com os empreendimentos da economia solidaria foi realizado no período de 2009 à 2013, e nos últimos sete anos, muitos dados já sofreram alterações. Consideramos esses dados defasados, e que novos levantamentos com base nacional devem ser realizados, para atualização desses. Neste sentido frisamos que a base de dados que continha todo o levantamento realizado em 2007, e depois no período de 2009 a 2013, dentre outras informações relevantes da Economia Solidaria, que outrora estavam disponíveis na plataforma do Ministério do Trabalho, na página da Secretaria Nacional da Economia Solidaria, não estão disponíveis para o acesso comum, impossibilitando assim um aprofundamento nos dados.

Com a mudança da presidência do Brasil, em 2019, ocorreram diversas reformas institucionais. No primeiro ano do seu mandato, o presidente da república Jair Bolsonaro, eleito para o mandato de 2019 a 2022, reorganizou o Ministério do Trabalho, assim a antiga Secretaria Nacional de Economia Solidária que era vinculada a este Ministério, foi diluída no Ministério da Cidadania, recebendo agora o nome de Secretaria de Inclusão Produtiva Urbana. Esta reorganização reduziu a abrangência e atuação da SENAES, para o conceito de Inclusão produtiva, voltada para o público urbano. Neste mesmo processo ocorreu também a extinção do Conselho Nacional de Desenvolvimento Econômico.

Este conselho havia sido criado em junho de 2003, no mesmo ato que instituiu a Secretaria Nacional de Economia Solidária - SENAES no Ministério do Trabalho e Emprego - MTE. Foi concebido para realizar o diálogo direto entre setores do governo e da sociedade civil, que atuavam em prol da economia solidária. Tinha como principais atribuições, proposição de diretrizes para as ações voltadas à economia solidária nos Ministérios que o integravam e em outros órgãos do Governo Federal, além do acompanhamento da execução destas ações, no âmbito de uma política nacional de economia solidária. O Conselho era composto por 56



entidades, divididas entre três setores: governo, empreendimentos de economia solidária e entidades não governamentais de fomento e assessoria à economia solidária, conforme está descrito no Decreto nº 5811, de 21 de junho de 2006.

A nível nacional, é perceptível as perdas sofridas por as organizações de economia solidária, desde o enfraquecimento da SENAES em 2016 (saída da presidente Dilma Russef), até a diluição da mesma em 2019.

A economia solidária ainda precisa ser entendida como uma política de desenvolvimento, percebemos que quando há políticos que não compreendem ou não se comprometem com essa base de princípios sociais, acabam por dar outros direcionamentos a projeto frutos da conquista popular.


SIM, UMA OUTRA ECONOMIA ACONTECE

Das experiências espalhadas por o país, citamos aqui: as redes solidarias de comercialização; bancos comunitários que trabalham com a circulação de moedas sócias; Cadeias produtivas solidárias, que tem um trabalho integrando uma diversidade de autores, desde a matéria prima até o consumidor.

REDES SOLIDÁRIAS DE COMERCIALIZAÇÃO

As redes solidarias, sobrepõem-se ao grande capital, sendo viável apenas quando construída em redes capazes de potencializar as ações isoladas de cada empreendimento. No entanto, essas redes solidárias necessitam da integração conjunta de diferentes atores, como: ONGs, sociedade civil, governos, escolas, universidades, incubadoras e centros de pesquisa. Criando-se assim, um processo de desenvolvimento sustentável (BORINELLI et al., 2010).

A conceituação de rede, parte da ideia de que grupos produtivos que atuam de forma restrita, tendem a fracassar, por que não conseguem dominar a concorrência capitalista. Desta forma, as redes de colaboração solidária têm como base o trabalho coletivo, integrando consumo e produção, onde, o bem produzido por um determinado empreendimento serve de base para outro, para tanto ainda é necessário um processo de orientações que sejam capazes de desenvolver uma cultura de consumo solidário (MANCINI, 2000). Porém, neste sentido há uma discordância de Singer (2002), afirmando que a rede torna-se frágil ao apoiar-se basicamente na priorização do consumo solidário (BORINELLI et al., 2010).




Dentro da discussão de Redes de comercialização, citamos três experiências: Rede Bodega no Ceará, Rede Xique-Xique no Rio Grande do norte e a Central do Cerrado no Distrito Federal. Essas experiências surgiram dentro da mesma proposta, comercializar o excedente da produção da agricultura familiar, em espaços próprios e com a valorização da cultura, preços justos e produtos frutos de uma agricultura sustentável, promovida dentro da agricultura familiar.

Rede Bodega, localizada no estado do Ceará, iniciou com o intuito de atender à necessidade de comercialização de grupos de artesãos e agricultores familiares. Inicialmente, a ideia era reunir as instituições ligadas à economia solidária que atuassem na região Nordeste, para participarem de formações e capacitações, como também iniciativas de comercialização, a exemplo de feiras, exposições e encontros. Nessa ideia, foi se formando a Rede Bodega, com a articulação de vários grupos.

Em 2004, a Bodega Nordeste Vivo e Solidário foi inaugurada em Aracati, em 2010 já eram quatro experiências formando a Rede, nos municípios de Tianguá, Fortaleza, Sobral e Aracati (ALVES et al, 2017).

A Caritas foi de extrema importância em todo o processo, dando grande estímulo ao empreendimento, contribuindo para valorização dos produtos e impulsionando a comercialização, sendo a integração numa rede de economia solidária um marco na história desses grupos (RIBEIRO et al., 2012). Além de comercializar nos espaços físicos, as Bodegas realizam feiras livres. Apresentando uma estreita relação com a cultura regional, as feiras, muitas vezes acontecem associados a eventos culturais da região. O próprio nome “Bodega” era a denominação regional de um pequeno ponto comercial onde havia de tudo, desta forma esse nome foi escolhido por se identificar com a cultura e o trabalho do comércio regional (RIBEIRO et al., 2012).

Rede Xique-Xique de Comercialização Solidária, situada em Mossoró, Rio Grande do Norte. Foi criada no final do ano de 2003, a fim de organizar a comercialização da produção de grupos da região, sobretudo dos municípios de Mossoró e Apodi (RIBEIRO et al., 2012). Os primeiros trabalhos da Rede já haviam começado nos anos 90, onde um grupo de agricultores entregavam semanalmente cestas de produtos para seus clientes, este grupo de produtores e consumidores era denominados APT - Associação dos Parceiros da Terra (CASTRO, 2014). Ribeiro et.al., (2012), destacam que esses consumidores pagavam uma mensalidade fixa, e o grupo de agricultores (as) entregavam semanalmente as cestas, com o apoio das organizações,



numa relação de compromisso e confiança. O processo de comercialização acontecia na cidade de Mossoró, nas garagens de algumas das entidades que apoiaram inicialmente a experiência.


Com o aumento dos consumidores, o grupo inicial da Rede e as organizações de apoio, começaram a discutir a necessidade de um espaço mais adequado para a comercialização e que pudesse atender uma maior diversidade de produtos. Desde o início, a ideia era criar um espaço de comercialização que fosse diferente dos convencionais, que além da comercialização tivessem formações voltadas para pilares da agroecologia, economia solidária e feminismo.

A Rede Xique-Xique surgiu com o propósito de apoiar na organização e capacitação dos grupos, estabelecendo conjuntamente, relações com os consumidores, sendo este o diferencial da Rede, pois esta nasceu de uma estreita relação entre produtores e consumidores. O ponto fixo de comercialização foi inaugurado em 2003, em Mossoró (RIBEIRO et al., 2012).

A Central de Comercialização de Produtos de uso Sustentável e da Agricultura Familiar- Central do Cerrado, tem sede em Brasília, Distrito Federal. Foi criada por organizações sociais e grupos produtivos que já atuavam na Rede Cerrado, estes grupos participavam de feiras que tinham o objetivo de comercializar produtos sustentáveis da região. A ideia inicial para a formação de uma central, era unir empreendimentos, promovendo a comercialização dos produtos sustentáveis e comunitários dos povos do cerrado. Com apoio inicial do Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN), que abrigou o projeto de formalização e estruturação da Central do Cerrado, apoiado pela Fundação Banco do Brasil e a Rede Cerrado, que foi sua gestora política.

A Central começou a funcionar informalmente em 2004, sendo constituída juridicamente em 2010, com o objetivo de diversificar o acesso aos mercados formais e informais, visando apoiar a comercialização de produtos culturais do Cerrado. Para comercializar os produtos através da Central, os grupos produtivos, associações, cooperativas ou organizações parceiras precisavam atender critérios, garantindo a qualidade dos produtos, além dos princípios da Economia Solidária.

Nos primeiros anos de sua constituição, a Central do Cerrado já havia construído estratégias diversificadas de comercialização que envolviam mercados institucionais, varejo e exportação (RIBEIRO et al., 2012). Atualmente, a Central trabalha com uma diversidade de mais de 250 produtos, desenvolvidos pelas comunidades associadas ou parceiras, tem uma estratégia de acesso ao mercado bastante diversificada atendendo no comércio em atacado e varejo, com loja física em São Paulo e Brasília. Fazem parte da Rede uma diversidade de



associações e cooperativas da região do cerrado, além da parceria com organizações de vários estados brasileiros (CENTRAL DO CERRADO, 2020).

As experiências de Rede discutidas aqui, mostram a importância dessas organizações para o contexto da valorização da comercialização e escoamento dos produtos da agricultura familiar. As 3 experiências também trazem os resultados frutos de uma organização popular com um longo caminho percorrido.

CADEIA PRODUTIVA SOLIDÁRIA

A cadeia produtiva, pode ser entendida como uma rede de reciprocidade, envolvendo diversas ações de um sistema produtivo, identificada por uma sequência de serviços, que ocorrem desde o momento da produção e fornecimento da matéria-prima até o consumo final. Porém nem sempre os empreendimentos solidários conseguem controlar toda uma cadeia, ficando subordinado à uma lógica de dependência, seja na condição de fornecedor, atravessador ou transformador (SCHIOCHET e BRANDES, 2009).

Há vários exemplos de cadeias solidárias no Brasil, em diversas áreas de produção: têxtil, alimentícia, de reciclagem, dentre outras.

- ❖ A “Justa Trama”, é a marca da cadeia solidária do Algodão Agroecológico, da qual participam mais de 600 trabalhadores e trabalhadoras. Uma rede de organizações de diferentes estados brasileiros, que juntos constituem os elos de uma cadeia produtiva do setor têxtil: desde o cultivo do algodão, realizado de forma ecológica por pequenos agricultores associados no Ceará. Passando pela fiação e tecelagem em uma cooperativa de Minas Gerais, até a confecção de peças de roupa por três cooperativas de costureiras no Rio Grande do Sul, São Paulo e Santa Catarina, com o uso de botões e acessórios feitos com sementes coletadas e beneficiadas por uma cooperativa de Rondônia.

Justa Trama é também a marca cuja propriedade é dos próprios participantes da cadeia produtiva, das roupas e acessórios produzidos. O embrião da cadeia produtiva, nasceu quando algumas das organizações que hoje integram a Justa Trama se articularam para produzir 60 mil bolsas, para os participantes do Fórum Social Mundial em 2005 (METELLO, 2007). O fio de algodão foi manufaturado pelos cooperados associados da cooperativa Nova Esperança - CONES, no município de Nova Odessa em São Paulo. No estágio seguinte os cooperados da TEXTILCOOPER, de Santo André, também em São Paulo transformaram o fio em tecido. No estágio final, as bolsas foram confeccionadas por 35 empreendimentos de Economia solidária,

espalhados pelo Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, organizados por a UNIVENS-Cooperativa de costureiras Unidas Venceremos.

Hoje, a Justa Trama dispõe de um produto final diferenciado no mercado, onde até o tingimento do tecido é realizado com as sementes de açaí, assim o tecido é isento de qualquer produto químico, fruto do trabalho de uma rede de empreendimentos solidários (SENAES, 2007).

MOEDA SOCIAL

Os bancos comunitários de desenvolvimento, são movidos para a geração de trabalho e renda, com uma óptica de reestruturação das economias locais, atuam por meio dos fundamentos da Economia Solidária, cujo propósito é estimular a economia local, viabilizando o desenvolvimento regional e fortalecimento das organizações comunitárias, por meio de serviços financeiros.

Cunha (2012), aborda que até o ano de 2009 tinham sido implantados no Brasil 40 bancos comunitários. Até 2017, já eram mais de 117 bancos espalhados em quase todos os estados do território nacional (MELO, 2018). Esta dimensão referente a quantidade de bancos por estados, é mostrada na figura 02.

Figura 02. Quantidade de bancos comunitários em cada estado brasileiro.



Fonte: adaptado de MELO, 2018.

É perceptível que o estado com maior número de bancos comunitários é o Ceará, foi lá também que surgiu o Banco Palmas, o modelo foi o pioneiro no Brasil (figura 02).

Em cada banco, existe uma dinâmica alinhada com especificidade de cada comunidade, de uma maneira mais geral, os serviços comumente oferecidos pelos bancos comunitários, são:

crédito produtivo, crédito para consumo, fundo solidário para compras conjuntas, **correspondente bancário** e educação financeira.

Os bancos comunitários trabalham com as moedas sociais (figura 03). Sendo o principal objetivo, a circulação de dinheiro dentro da comunidade, ampliando assim a comercialização local, geração de trabalho e renda, além de fortalecer as relações.

Figura 03. Algumas Moedas sociais que circulam no Brasil.



Fonte: adaptado de CPCC, 2015.

Estas moedas sociais, têm alguns detalhes em suas cédulas que funcionam como medidas de segurança, a marca d'água, código de barras, selo holográfico e número de série.

Este tipo de moeda é projetada para gerar um vínculo entre pessoas, formando um ambiente de confiabilidade, neste as regras são ajustadas, permitindo assim que as competências locais sejam mais valorizadas, indo além da produção mercantil. Com o incentivo voltado para a produção e consumo local, os bancos comunitários reorganizam a economia nas comunidades, articulando uma espécie de rede de compra e vendas. Com isso, são promovidos diversos vínculos além do econômico, fortalecimento da organização social possibilitando a luta por direitos e também o acesso a políticas públicas.

Algumas das moedas sociais brasileiras:

- Gostoso (São Miguel do Gostoso, RN);
- Sampaio (São Paulo, SP);
- Justo (Justa Troca, RS);
- Vereda (Chapada Gaúcha, MG);
- Moqueio (Belém, PA);
- Gavião (Umarizal, RN);
- Mumbuca (Maricá, RJ);
- Prevê (Niterói, RJ);
- Fundinho (Rio de Janeiro, RJ);

- O “Banco Palmas”, foi o primeiro banco comunitário brasileiro, surgiu a partir de uma iniciativa da Associação de Moradores do Conjunto Palmeiras, bairro da periferia de Fortaleza, Ceará.

Em 1973, por conta da especulação imobiliária a prefeitura expulsou os moradores do conjunto Palmares, colocando os em um terreno da periferia, o bairro encontrava se construído de maneira humilde, apenas com barracos de lona. Em 1980, buscando melhorias para o bairro, os moradores organizaram-se em mutirões para construção de suas casas. Em 1991, a comunidade realizou o “Habitando o Inabitável”, elaborando um planejamento estratégico para 10 anos, conseguindo assim iluminação, creches, escolas, postos de saúde, saneamento, água e transporte. A população já havia conquistado muitas coisas, porém a pobreza ainda era grande no bairro, pois não havia emprego e renda para as famílias (SENAES, 2007). Depois de muitas discussões, foi criado em 1998 o banco de Palmas, que oferece serviços de crédito e finanças onde incluem um cartão de crédito e uma moeda que tem validade apenas no bairro, além de potencializar iniciativas produtivas da comunidade. Com isso, o Palmas organiza e ajuda simultaneamente a produção e o consumo de produtos e serviços dentro do próprio bairro, promovendo a circulação local de riquezas e a permanência das famílias na comunidade (FRANÇA FILHO & SILVA JR., 2006).

Território Sertão do São Francisco

O semiárido brasileiro abrange os nove estados da região Nordeste e a parte norte do estado de Minas Gerais, segundo a delimitação atual, a região semiárida engloba 1.262 municípios, em uma área de 1.128.697 km², em que 1.171 municípios (93%) estão na região Nordeste, contemplando uma área de 1.007.169 km². Para definir a região como semiárida são levados em consideração alguns critérios: precipitação pluviométrica anual igual ou inferior a 800 milímetros; índice de aridez igual ou inferior a 0,50 e percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60% (GURJÃO, 2020).

Esta região semiárida, tem grande parte da sua área coberta por uma vegetação denominada caatinga, com adaptação as condições impostas na região, este ecossistema é considerado de grande importância sendo um dos poucos que tem distribuição total restrita ao território brasileiro (SÁ E SILVA, 2010), tem características próprias sendo este um bioma único no mundo, apresenta uma diversidade de fauna e flora endêmicas, conferindo valores ecológicos e biológicos ao país (IRPAA, 2019).

O sertão do São Francisco está na região do semiárido dentro do bioma caatinga, localizado no Extremo Norte da Bahia, limita-se com os estados do Piauí e Pernambuco e com os Territórios de Identidade: Bacia do Rio Grande, Irecê, Velho Chico, Chapada Diamantina, Piemonte da Diamantina, Piemonte Norte do Itapicuru, Sisal, Semiárido Nordeste II e Itaparica (BARRETO, 2014).

O território Sertão do São Francisco, compreende 10 municípios: Campo Alegre de Lourdes, Canudos, Casa Nova, Curaçá, Juazeiro, Pilão Arcado, Remanso, Sento Sé, Sobradinho e Uauá, apresentados na figura 04 com as divisões geográficas.

Figura 04. Representação do Território Sertão do São Francisco, com divisão geográfica das 10 cidades:



Fonte: MDA, 2015

A maior parte do território é banhado pelo Rio São Francisco, que é um dos principais elementos geográfico, histórico, social, econômico e cultural, e representa um marco da identidade da cultura sertaneja e catingueira. O Rio percorre 420 km no território e sete dos municípios, com exceção de Campo Alegre de Lourdes, Uauá e Canudos (CODETER, 2018).

A área total do território é 61.366.575Km² (IBGE, 2019), com um destaque para o município de Sento Sé, que apresenta a maior área territorial, 11.980,172 Km². E Sobradinho o menor, em área territorial, sendo também este o município mais novo em emancipação política do território. (Tabela 01).

No Censo Demográfico de 2010, a população do território estava contabilizada em 494.431 habitantes, com densidade de 8 hab./Km² (Pereira, 2012). A tabela 01 traz dados populacionais por cidade, resultados do censo 2010 do IBGE.

Tabela 01. População e Km² de cada município que compõe o Território Sertão do São Francisco:

Município	População	Área (Km ²)
Campo alegre de Lourdes	28.090	2.914,587
Canudos	15.732	3.565,377
Casa Nova	64.940	9.647,072
Curaçá	32.168	5.950,614
Juazeiro	197.965	6.721,237
Pilão Arcado	32.860	11.597,923
Remanso	38.957	4.573,505
Sento Sé	37.425	11.980,172
Sobradinho	22.000	1.355,972
Uauá	24.294	3.060,116
População total	494.431	61.366.575


Fonte: adaptado de IBGE, 2010.

É observado que, a maior população está concentrada em Juazeiro, com cerca de 197.965 habitantes, e a menor concentração está localizada em Canudos com 15.732 habitantes, contribuindo para a soma de 494.431 habitantes total, onde cerca de 178.664 vivem na área rural, o que corresponde a 36,12%.

Essa população tem uma geração de renda baseada na criação e pequenos animais (caprinos, ovinos e aves) e o plantio de sequeiro. Uma alternativa que se mostra viável nessa área também, é o beneficiamento das frutas produzidas no Território, a exemplo do umbu, maracujá da caatinga, goiaba, manga, acerola dentre outras (SANTOS, 2008), cujo o processo de industrialização fornece uma grande variedade de produtos.

Os agentes de desenvolvimento territorial, indicam em suas análises que, o apoio ao beneficiamento da produção, é fundamental para o desenvolvimento da região, nas áreas rurais. E, que apesar de 70% dos produtos consumidos no Brasil serem produzidos pela agricultura familiar, os agricultores locais não conseguem comercializar seus produtos de forma sustentável (PTDRS, 2018).

O Plano Territorial de Desenvolvimento Rural sustentável de 2018, também cita que os processos de beneficiamento dos produtos da agricultura familiar, exigem melhorias na qualidade dos serviços, pois estes vem gerando proveitos sociais e econômicos para a população, gerando empregos permanentes e temporários. Quanto à produção, citam-se os produtos predominantes nos municípios inseridos no Território Sertão do São Francisco:



beneficiamento e envasamento de mel de abelha, em Campo Alegre de Lourdes; sequilhos e doces de Casa Nova; doces, geleia e compota de Curaçá; sucos, polpa de frutas e concentrados de Juazeiro; preparação do pescado e fabricação de conservas de peixe, doces e geleias de Remanso e Sobradinho; além dos doces, sucos, polpa de frutas, concentrados, cerveja de umbu e laticínios de Uauá, dentre outros (PTDRS, 2018).

A economia solidaria, está presente em vários cantos do mundo, apesar de ter surgido como alternativa para a falta de emprego e renda, vem se mostrando como fundamental para resolução de problemas também sociais. As experiências demonstradas ao longo deste trabalho dão conta dessas questões, basta levar em consideração seus princípios básicos e o contexto em que cada experiência surgiu. Trazemos também à luz da discussão, o território Sertão do São Francisco, que tem vários exemplos dessas experiências e que devem ser consideradas para compreensão do contexto das famílias presentes na zona rural deste território.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A economia de base solidaria vai muito além da luta por colocação no mercado de trabalho, traz uma constante reafirmação da solidariedade, ajuda mutua e cooperação, com valorização das relações entre sujeitos e espaço para todas as classes, gêneros e etnias, construindo um novo modelo de desenvolvimento a partir da organização coletiva.

As experiências discutidas aqui, mostram a importância dessas organizações para o contexto da valorização da comercialização e escoamento dos produtos da agricultura familiar. As experiências também trazem os resultados frutos de uma organização popular com um longo caminho percorrido.

REFERÊNCIAS

ALVES, Maria Odete; BURSZTYN, Marcel; CHACON, Suely Salgueiro. Uso de recursos comuns no sertão nordestino: a experiência da comunidade Lagoa dos Cavalos (Russas, Ceará, Brasil). *Seculo XXI*, v. 7, n. 1, p. 66, 2017.

BARRETO, Ranieri Muricy (org.). **Bahia**. Série: Estudos Estados Brasileiros. Editora: Fundação Perseu Abramo, São Paulo, 2014. 152 p.

BORINELLI, Benilson; SANTOS, Luis Miguel Luzio; PITAGUARI Sinival Osório (Org.) **Economia solidária em Londrina aspectos conceituais e experiência institucional**. Londrina: UEL, 2010. 224 p.: il. ISBN 978-85-7846-004-4.

BERTUCCI, Ademar de Andrade; SILVA, Roberto Marinho Alves (org). **Vinte anos de economia popular solidária: trajetória da Caritas Brasileira dos PACs à EPS.** Caritas Brasileira. Brasília, 2003.

CASTRO, Mariana Pereira de. **A auto-organização feminista como processo de aprendizagem coletiva: a experiência da Rede Xique-Xique.** 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

CENTRAL DA CAATINGA- **Central de Comercialização das Cooperativas da Caatinga,** 2019. Disponível em: <://centraldacaatinga.com.br/cecaat/historico/> acesso em: 20 de dezembro de 2019.

CODETER- Colegiado Territorial do Sertão do São Francisco – Bahia - TSSF-BA. **Plano Territorial de Desenvolvimento Sustentável e Solidário** – PTDS, 2018.

CUNHA, Gabriela Cavalcanti. **Outras políticas para outras economias: contextos e redes na construção de ações do Governo Federal voltadas a economia solidaria (2003-2010).** (Tese de doutorado), Universidade de Brasília. 2012.

Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Informalidade na economia solidária** – Coleção Cadernos de Debates do Observatório Nacional da Economia e do Cooperativismo. DIEESE, São Paulo, 2015.

FRANÇA FILHO, G; SILVA Jr. **Uma dinâmica associativa emblemática no nordeste brasileiro,** In: FRANÇA FILHO, G.; LAVILLE, J.; MEDEIROS, A.; MAGNEN, J. P. (Orgs.). Ação pública e economia solidária: uma perspectiva internacional. Edufrgs-Edufba, Porto Alegre/Salvador, 2006.

GREGOLIN, Marcos Roberto et al. Análise das cooperativas de agricultores familiares atendidas pelo projeto de ATER "Mais Gestão" no estado do Paraná **Revista de Gestão e Organizações Cooperativas,** Santa Maria, v.5, n.10, p.1-18, jul./dez. 2018.

HIGA, Willian. As redes de economia solidária: convergências e divergências entre a cidadania e a inovação tecnológica. **Anais: Simpósio Estadual Lutas Sociais na América Latina,** v. 1, 2005.

IRPAA. **Projeto Ecoforte - Rede Sabor Natural do Sertão.** Juazeiro, BA: IRPAA 2014.

LIMA, Claudia. **Boas práticas em economia solidária no Brasil.** CENTRO DE ESTUDOS DE ASSESSORIA – Brasília: CEA; FBES, 2016. – 40 p.; il.

MELO, Liana. **Muito Além do Real.** Projeto colabora Publicado em 12 em setembro 2018 (artigo em site) Disponível em: <https://projetocolabora.com.br/ods1/muito-alem-do-real/>.

METELLO, Daniela Gomes. **Os benefícios da associação em cadeias produtivas solidárias: o caso da Justa Trama – cadeia solidária do algodão agroecológico.** (Dissertação de mestrado) Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2007.

MOTTA, Eugenia. **Trajetórias e transformações no mundo da Economia Solidária.** Rio de Janeiro: Programa de pós-graduação em Antropologia/UFRJ. (Tese de Doutorado em Antropologia), v. 294, 2010.

PEREIRA, Monica Aparecida Tomé. **Fruticultura, emprego e migração: o caso da região de Petrolina-PE e Juazeiro-BA**. Tese (Doutorado em Demografia). Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas. Campinas-SP, 2012.

PTDRS- PLANO TERRITORIAL DE DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL, Fórum do Território Sertão do São Francisco, Juazeiro 2008.

RIBEIRO, Eduardo Magalhães; GALIZONI, Flávia Maria; ASSIS, Thiago de Paula. **Comercialização solidária no Brasil: uma estratégia em rede**. Editora: Edipucrs, Porto Alegre-RS, 2012.

SÁ, Iêdo Bezerra; SILVA, Pedro Gama da (org.). **Semiárido brasileiro: pesquisa desenvolvimento e inovação**. Embrapa Semiárido, Petrolina - PE, 2010.

SANTOS, Elisabete de Oliveira Costa. **A importância da marca para o marketing social da rede sabor natural do sertão**. Dissertação (pós-graduação em marketing institucional) – Faculdade São Francisco de Juazeiro – FASJ. 2008.

SENAES, Secretária Nacional de Economia Solidaria. **Economia Solidaria, outra economia acontece**: cartilha de Campanha Nacional de Mobilização Social. Brasília: MTE, SENAI, FBES, 2007.

SILVA, Andréia Vieira da. **Economia solidária: uma estratégia política de desenvolvimento**. 2010. 224 f. Tese (Doutorado em Sociologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2010.

SILVA, Sandro Pereira; CARNEIRO, Leandro Marcondes. **Os novos dados do mapeamento de economia solidária no Brasil**: nota metodológica e análise das dimensões socioestruturais dos empreendimentos. Ipea, 2016.

SILVA, José Luís Alves da; SILVA, Sandra Isabel Reis da. A economia solidária como base do desenvolvimento local. *e-cadernos CES [Online]*, 02 | 2008, posto online no dia 01 dezembro 2008, consultado o 15 dezembro 2019. URL: <http://journals.openedition.org/eces/1451>; DOI: 10.4000/eces.145.

SINGER, Paul. **Economia solidária** SINGER, Paul. **Economia solidária versus economia capitalista**. Sociedade e estado, v. 16, n. 1-2, p. 100-112, 2001.

SINGER, Paul. **Introdução à Economia Solidária**. 1ª ed. Editora: Fundação Perseu Abramo, São Paulo, 2002.

SINGER, Paul. Desenvolvimento capitalista e desenvolvimento solidário. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 18, n. 51, p. 7-22, ago. 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142004000200001&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 jan. 2020.

ZART, Laudemir Luiz; SANTOS, Josivaldo Constantino dos (org.). **Educação e Sócio-Economia Solidária**, Interação Universidade, Movimentos Sociais. Série Sociedade Solidária. Vol. 2, Editora Unemat. Cáceres-MT, 2006.

SCHIOCHET, Valmor; BRANDES, Mairon. Espaço e cadeias produtivas solidárias: o caso da reciclagem. **III Encontro De Economia Catarinense. Economia Solidária**, 2009.



CAPÍTULO 17

ANÁLISE FOLIAR DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS DO SEMIÁRIDO

Vitória Silva Ferreira, Graduanda em Engenharia Florestal, UFCG
Viviane Farias Silva, Professora do Curso de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, UFCG
Wanessa Alves Martins, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Hídricos, UFCG


RESUMO

As espécies vegetais possuem em sua composição elementos essenciais para seu desenvolvimento, sendo indispensável que estes estejam em concentrações adequadas para a manutenção e funcionamento do indivíduo. Na insuficiência de alguns desses elementos pode-se observar algumas anormalidades no crescimento, no desenvolvimento ou na reprodução vegetais ou pode impedir que uma planta possa completar seu ciclo de vida. Quando as espécies vegetais estão com déficit nutricional, ou quando são acometidas por praga ou doenças, deve-se ser rapidamente identificadas, sendo as folhas a principal parte da planta para iniciar o diagnóstico. O diagnóstico nutricional das plantas pode ser realizado através de análise visual. Essa análise permite, através das folhas, a obtenção do diagnóstico nutricional da espécie tornando-se possível realizar ações que supram o possível aparecimento de pragas, o excesso ou insuficiência de nutrientes, entre outros. Assim, a presente pesquisa foi realizada objetivando analisar a área foliar, estado nutricional e identificação de patologias de espécies florestais do semiárido. A metodologia aplicada foi a análise visual de amostras foliares de quatro espécies coletadas no município de Passagem - PB, através da utilização de um software AFSOft v1.1. Foram tiradas fotos de 5 folhas de cada espécie florestal obtidas de forma aleatória, tendo como referencial de escala os 10 centímetros anotados na folha. A partir das análises, foi possível concluir que a espécie *Jatropha mollissima* apresentou maior índice de deficiência nutricional e a espécie *Cnidocolus quercifolius* apresentou o menor índice e destaca-se que as amostras foliares da faveleira foram as únicas que manifestaram indícios de patologia ou pragas.

PALAVRAS-CHAVE: Diagnóstico foliar, Desequilíbrios nutricionais, Software AFSOft.

INTRODUÇÃO

Nas espécies vegetais quando há déficit nutricional, ou quando são acometidas por pragas ou doenças, deve-se ser rapidamente identificado, sendo as folhas a principal parte da planta para realizar o diagnóstico. Em casos de grandes plantações as perdas econômicas são significativas e por isso o interesse dos agricultores em obter respostas de forma rápida, como relatam Barbedo et al. (2018). Segundo os autores Sawarkar e Kawathekar (2018), as doenças nas culturas podem ser observadas nas folhas, local onde os sinais iniciais ocorrem com



frequência, evidenciando assim a relevância de analisar as folhas para averiguar possíveis enfermidades.

O estado nutricional dos vegetais pode ser estudado por meio da diagnose visual, que compreende a observação de sintomas de desequilíbrios nutricionais, e da diagnose foliar que consiste na análise de tecidos vegetais com o intuito de determinar o teor nutritivo através de amostras foliares. De acordo com a Embrapa (2021), o diagnóstico nutricional das plantas pode ser realizado através de análise visual, seja de forma direta ou por imagem fotográfica, analisando os sintomas de deficiência ou toxicidade descritos na literatura.

As espécies vegetais possuem em sua composição elementos essenciais para seu desenvolvimento, sendo indispensável que estes estejam em concentrações adequadas para a manutenção e funcionamento do indivíduo. Na insuficiência de alguns desses elementos pode-se observar algumas anormalidades no crescimento, no desenvolvimento ou na reprodução vegetais ou pode impedir que uma planta possa completar seu ciclo de vida (TAIZ, et al., 2017). Ainda de acordo com os referidos autores, a folha tem um papel muito importante, uma vez que é responsável pela fotossíntese, respiração e transpiração, sendo todos esses aspectos de fundamental importância para o bom desenvolvimento do vegetal.

Portanto, a análise foliar permite, através das características presentes nas folhas, a obtenção do diagnóstico nutricional da espécie tornando-se possível realizar ações que supram o possível aparecimento de pragas, o excesso ou insuficiência de nutrientes, entre outros. Este estudo é voltado para algumas espécies do bioma Caatinga que tem por características climáticas baixos índices pluviométricos e altas temperaturas nos meses de seca. Logo, se faz necessário ressaltar que devido às características desse ambiente os indivíduos apresentam adaptações, conferindo a estes um aspecto característico conhecido por xeromorfismo, e boa parte das espécies nativas desse bioma perdem suas folhas (caducifólias) durante a estação seca.

As espécies do Bioma Caatinga têm aspectos bem predominantes de adaptação a épocas de seca, por meio do sistema fisiológico e anatômico das plantas, as árvores em período de estiagens perdem suas folhas (ALVAREZ et al., 2012). Esta perda de folha é uma maneira de diminuir a perda de água para a atmosfera através da transpiração. Nesse contexto, a presente pesquisa foi realizada objetivando analisar a área foliar, estado nutricional e identificação de patologias de espécies florestais do semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

As amostras foliares utilizadas para o desenvolvimento do estudo foram coletadas no município de Passagem que está situado, de acordo com Beltrão et al. (2005), na região central do Estado da Paraíba, Meso-Região do Sertão Paraibano e Microrregião de Patos, e limita-se ao norte com os municípios de Quixaba e São Mamede, a leste com Areia de Baraúnas, ao Sul com Taperoá e Cacimba, e a oeste com Cacimba de Areia e Quixaba. Possui área de 139,6km², cuja sede municipal tem altitude de 300 metros e coordenadas de 715.467 EW e 9.210.536 NS (Figura 1).

Figura 1. Localização do município Passagem no estado Paraíba



Fonte: Familysearch.org (2021).

Quanto aos aspectos fisiográficos, o município insere-se no Polígono das Secas, possui clima Bsh-semiárido quente com chuvas de verão, e segundo a divisão do Estado da Paraíba em regiões bioclimáticas, possui bioclima 2b-Subdesértico quente de tendência tropical com 9 à 11 meses secos. A vegetação é do tipo Caatinga Cariris-Curimataú (BELTRÃO et al. 2005).

ESPÉCIES ANALISADAS

Para esta pesquisa foram analisadas 4 espécies florestais que fazem parte do Bioma Caatinga. A *Cnidoscolus quercifolius* Pohl (Figura 2) conhecida por faveleira ou favela, é uma espécie da família Euphorbiaceae caracterizada por apresentar hábito arbustivo arbóreo com tamanho variando de 2 a 12 m de altura, tricomas urticantes aciculiformes, recobrando ramos, pecíolos, lâmina foliar, perianto e frutos. Estípulas persistentes, glanduloso-fimbriadas, glabras. Lâmina foliar cartácea a subcoriácea, em geral pinatilobada a inteira, oval a oblanceolada ou irregularmente triangular, base cuneada á cordada, as vezes assimétrica, ápice acuminado a

agudo as vezes arredondado, margem inteira, com apículos glandulares nas terminações das nervuras primárias e secundárias, faces superior e inferior glabras, tricomas urticantes geralmente restritos as nervuras primárias e secundárias ou ausentes. Inflorescência compostas por 9-45 dicásios (OLIVEIRA, 2011).

Figura 2. Indivíduo de *Cnidoscolus quercifolius*; detalhes da lâmina foliar.



Fonte: Autores (2021)

A espécie *Jatropha molissima* (Pohl) Baill (Figura 3) comumente chamada de pinhão-bravo, de acordo com Costa (2018), é uma espécie que faz parte da família Euphorbiaceae, possui crescimento rápido e em condições de clima e solo favoráveis, podem chegar a uma altura de 5 metros e um diâmetro de 20 cm e tem como vantagem o fácil cultivo, adaptação a solos pouco férteis e tolerância a longos períodos de estiagem.

Segundo Leal e Agra (2005) é um arbusto com látex avermelhado, que varia de 2,0 a 3,0m de comprimento; com ramos cilíndricos, glabros, suculentos, estriados; estípulas caulinares espinhosas, lignificadas, persistentes; estípulas nectaríferas foliares. Folhas peltadas; pecíolo 4,0-10,0 cm, cilíndrico, puberulento, tricomas simples unisseriados; lâmina 3,0-15,0 x 4,0-10,0 cm, orbicular, 5- palmatilobada; lobos elípticos, puberulentos, tricomas simples, denteados, glandular- estipitados, base aguda, ápice glandular-acuminado, broquidródroma. Brácteas, 4,0-3,0 x 2,0- 1,5 mm, elípticas, nectaríferas, glandular-estipitadas.

Figura 3. Indivíduo de *Jatropha molissima*.



Fonte: Autores (2021)

Na Figura 4, observa-se a *Aspidosperma pyriformium* Mart. & Zucc cujo nome popular é pereiro, segundo Santos (2010), pertence a família Apocynaceae, é uma árvore de porte regular que pode atingir em média 5m de altura, de tronco bem desenvolvido, mas não muito grosso. A copa é normal. A casca é lisa e acinzentada, com lenticelas brancas quando a planta é jovem, e rugosa quando mais idosa; as folhas são ovais, simples, amargosas, glabras ou pilosas; suas flores são pequeninas, de cor clara e possuem um perfume muito agradável que exala no ambiente durante a noite, o fruto é popularmente conhecido por “galinha”. O Pereiro possui várias utilizações, dentre elas a sua madeira é utilizada para a carpintaria, para fazer carvão, cerca e lenha.

Figura 4. Indivíduo de *Aspidosperma pyriformium*; detalhes das lenticelas presente no caule.



Fonte: Autores (2021)

Ziziphus joazeiro Mart conhecida por juazeiro ou juá, (Figura 5), baseado nos estudos de Carvalho (2007), é considerada uma espécie arborea perenifólia contínuo durante o ano, por causa do seu sistema radicular extenso, que possui capacidade de obter água em longas distâncias. Embora, com a escassez hídrica muito severa pode ocorrer perda das folhagens desta árvore, mas não ocorre com frequência (OLIVEIRA, 1976). Pertence a família Rhamnaceae,

com tronco reto ou tortuoso, bastante esgalhado, com ramos armados de fortes espinhos, que freqüentemente se esgalham a partir da base do caule.

Figura 5. Indivíduo de *Ziziphus joazeiro*.

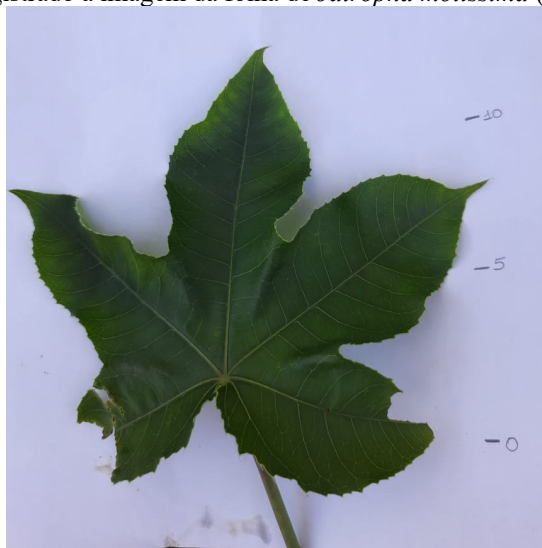


Fonte: Autores (2021)

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia aplicada foi a análise visual de amostras foliares das espécies, através da utilização de um software AFSoft v1.1 (EMBRAPA, 2021). Foram tiradas fotos de 5 folhas de cada espécie florestal obtidas de forma aleatória, tendo como referencial de escala os 10 centímetros anotados na folha (Figura 6), para usar no software, em seguida foram aplicados os procedimentos conforme descritos por Jorge e Silva, 2009.

Figura 6. Como foi registrado a imagem da folha de *Jatropha molíssima* (Pohl) Baill para análise.



Fonte: Autores (2021)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a diagnose visual das folhas das quatro espécies florestais avaliadas, observa-se na Tabela 1, que apenas a espécie *Cnidoscolus quercifolius* Pohl foi identificada com alguma doença, nas cinco amostras de folhas coletadas, variando a porcentagem de 4,57% a 27,1%. Na faveleira constatou-se que houve uma média de deficiência nutricional de 1,6% e uma média de normalidade das folhas cerca de 79,12%.

O Juá e o Pereiro tiveram porcentagens de normalidade das folhas superiores a 90%. A espécie florestal analisada que resultou em maior área foliar foi ao Pinhão-bravo com média de 114 cm² e aproximadamente 13 cm² estava com sintomas de deficiência nutricional, maior média de deficiência diagnosticada.

O diagnóstico visual das plantas, segundo Vidigal et al., (2019) detectaram deficiências nutricionais, através da observação, sendo evidenciada como uma ferramenta a ser utilizada em campo pelos agricultores. A deficiência de nitrogênio pode ser observada nas folhas antigas por causa da elevada mobilidade desse nutriente, como relatam Lizcano-Toledo et al. (2019).

Tabela 1. Análise do estado nutricional e detecção de doenças/pragas das amostras foliares através do AFSoft.

Espécie 1 - <i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl - faveleira ou favela							
Amostras	Normal		Deficiência nutricional		Doença		Área total
	(%)	(cm ²)	(%)	(cm ²)	(%)	(cm ²)	
1	66,6	47,7522	6,3	4,5171	27,1	19,430	71,7
2	81,08	72,9979	0,81	0,7293	18,1	16,295	90,032
3	95,43	54,0706	0	0	4,57	2,589	56,66
4	76,75	51,7525	0	0	23,25	15,677	67,43
5	75,72	60,7729	1,1	0,8829	23,17	18,596	80,26

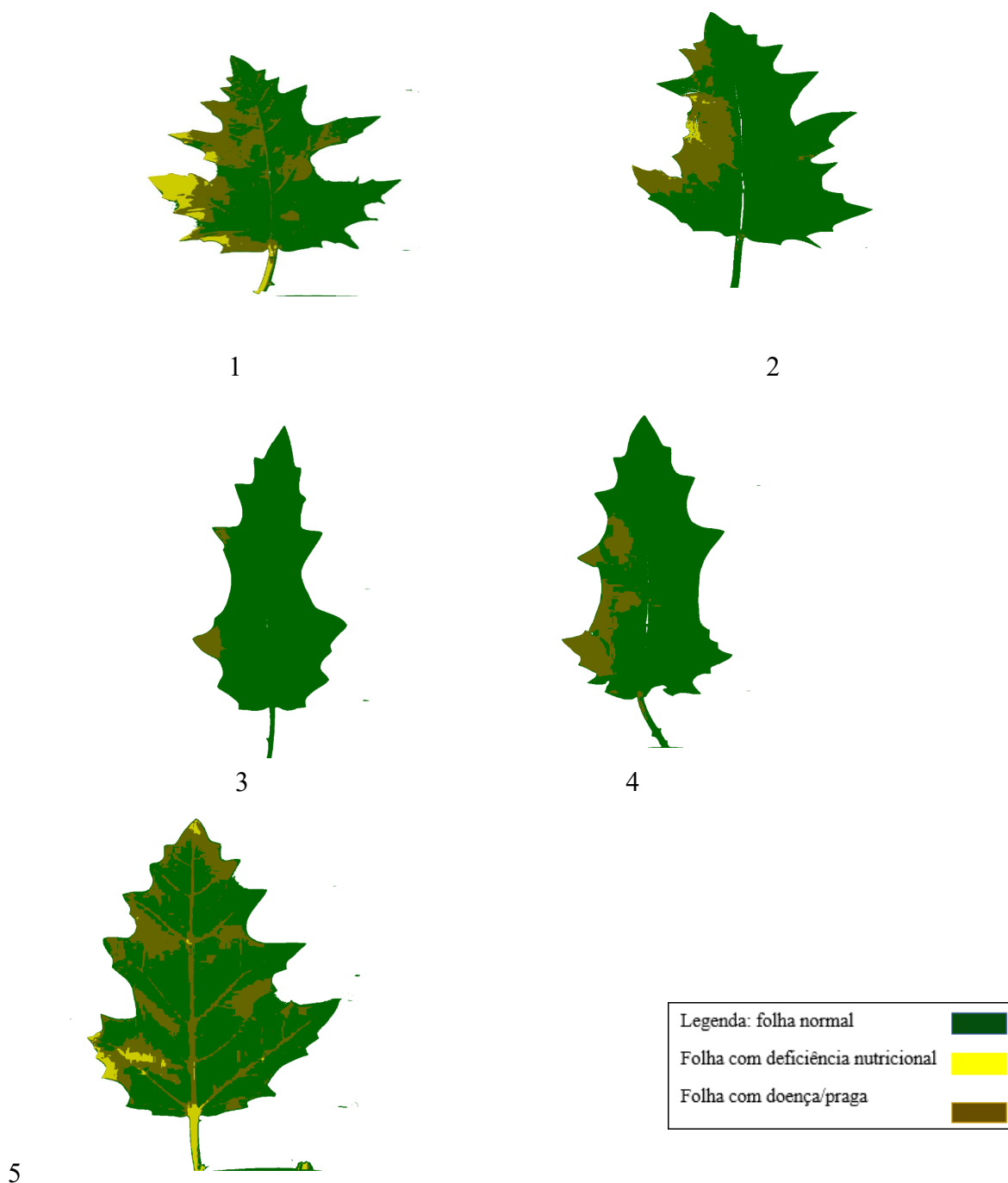
Média	79,12	57,4692	1,64	1,2259	19,2	14,517	73,216
Espécie 2 - <i>Jatropha molíssima</i> (Pohl) Baill - pinhão-bravo							
1	93,8	126,123	6,23	8,37			134,46
2	99,201	101,399	0,7989	0,807			102,217
3	78,157	71,396	21,842	19,953			91,35
4	94,341	88,866	5,658	5,330			94,197
5	79,386	118,015	20,613	30,64			148,66
Média	88,977	101,160	11,028	13,021			114,177
Espécie 3 - <i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart. & Zucc - pereiro							
1	96,82	36,762	3,17	1,203			37,97
2	70,66	31,987	29,34	13,282			45,27
3	97,48	48,233	2,51	1,241			49,48
4	97,18	48,978	2,81	1,416			50,4
5	97,21	64,469	2,78	1,843			66,32

Média	91,87	46,086	8,12	3,797			49,89
Espécie 4 - <i>Ziziphus joazeiro</i> Mart - juazeiro ou juá							
1	90,45	33,918	9,33	3,498			37,5
2	89,66	34,456338	10,33	3,969819			38,43
3	89,98	34,336	10,01	3,819			38,16
4	98,07	36,423	1,93	0,716			37,14
5	94,2	29,2491	5,74	1,782			31,05
Média	92,47	33,676	7,47	2,757			36,46

Fonte: dos autores (2021)

A falta de macronutrientes afeta no metabolismo da planta, Hawkerford et al. (2012) relatam que o fósforo tem função estrutural, evidenciando sua atuação na transferência e armazenamento de energia, sendo aplicada em diversos processos metabólicos, como a fotossíntese. Na Figura 7, nota-se nas imagens geradas pelo software que todas as amostras foram detectadas problemas com doenças, constatando que as amostras 3 e 4 não tiveram nenhum tipo de deficiência nutricional.

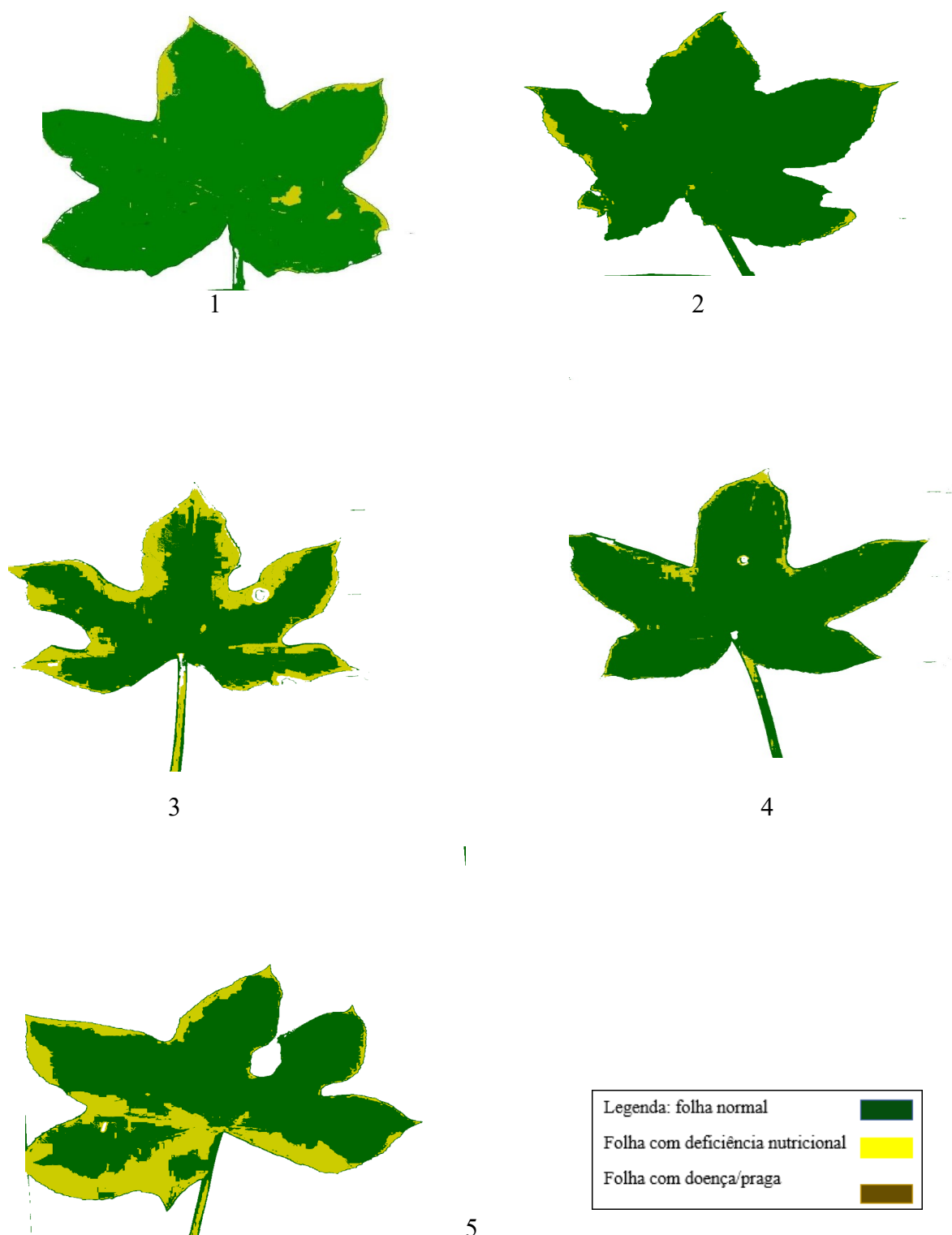
Figura 7. Identificação do estado nutricional e doenças/praga em folhas da espécie florestal *Cnidoscopus quercifolius* Pohl.



Fonte: Autores (2021)

De acordo com a Figura 8, observa-se que a amostra 3 e 5 coletadas foram identificadas deficiência nutricional elevadas quando comparadas às demais folhas da mesma espécie, destacando a significância da realização de adubação destas plantas para manter equilibrado o estado nutricional.

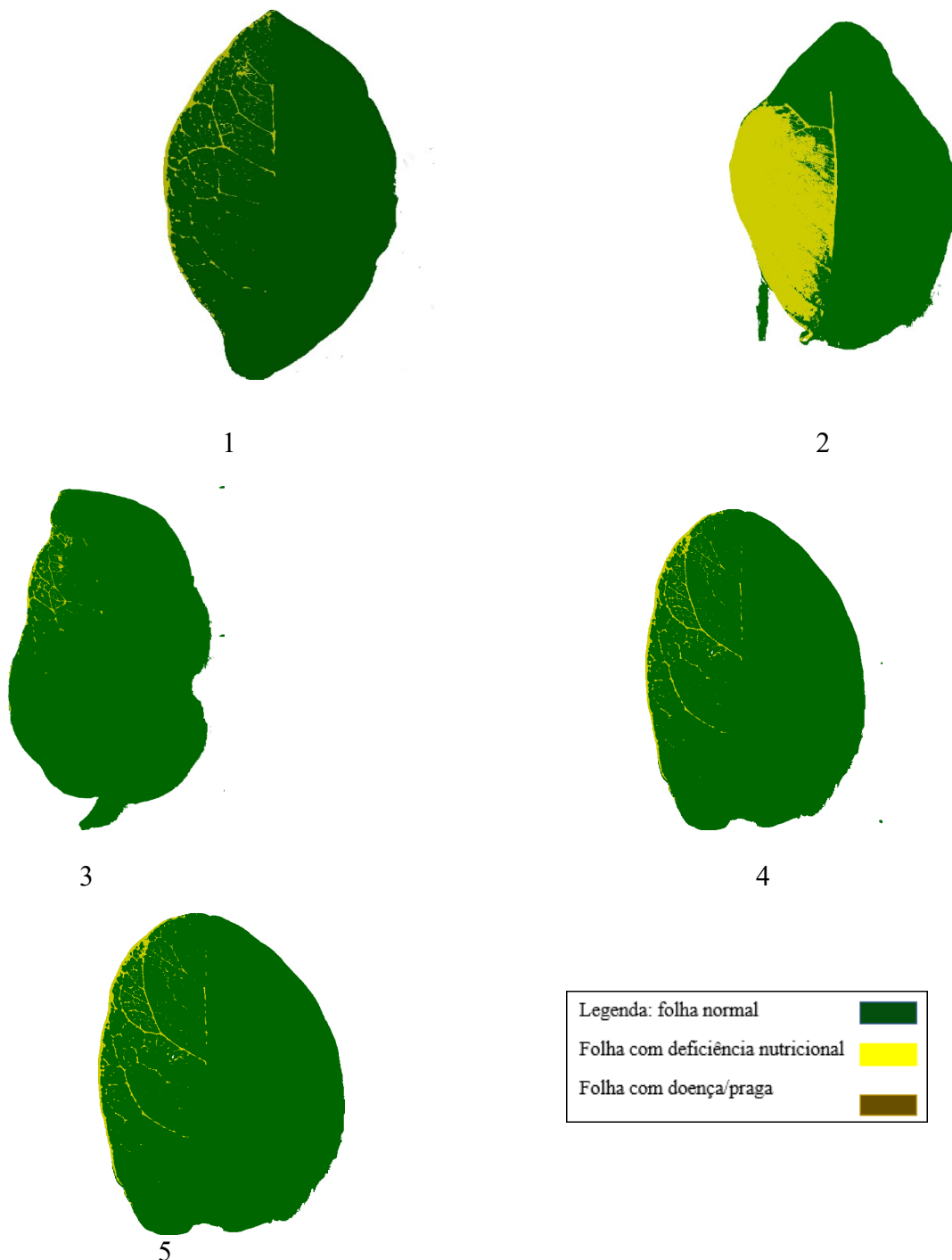
Figura 8. Identificação do estado nutricional e doenças/praga em folhas da espécie florestal *Jatropha molíssima* (Pohl) Baill.



Fonte: Autores (2021)

Na espécie florestal *Aspidosperma pyriformium* Mart. & Zucc, Figura 9, das cinco amostras coletadas, apenas a amostra 5 teve poucas evidências de deficiência nutricional, enquanto as demais folhas, nota-se algum tipo de déficit.

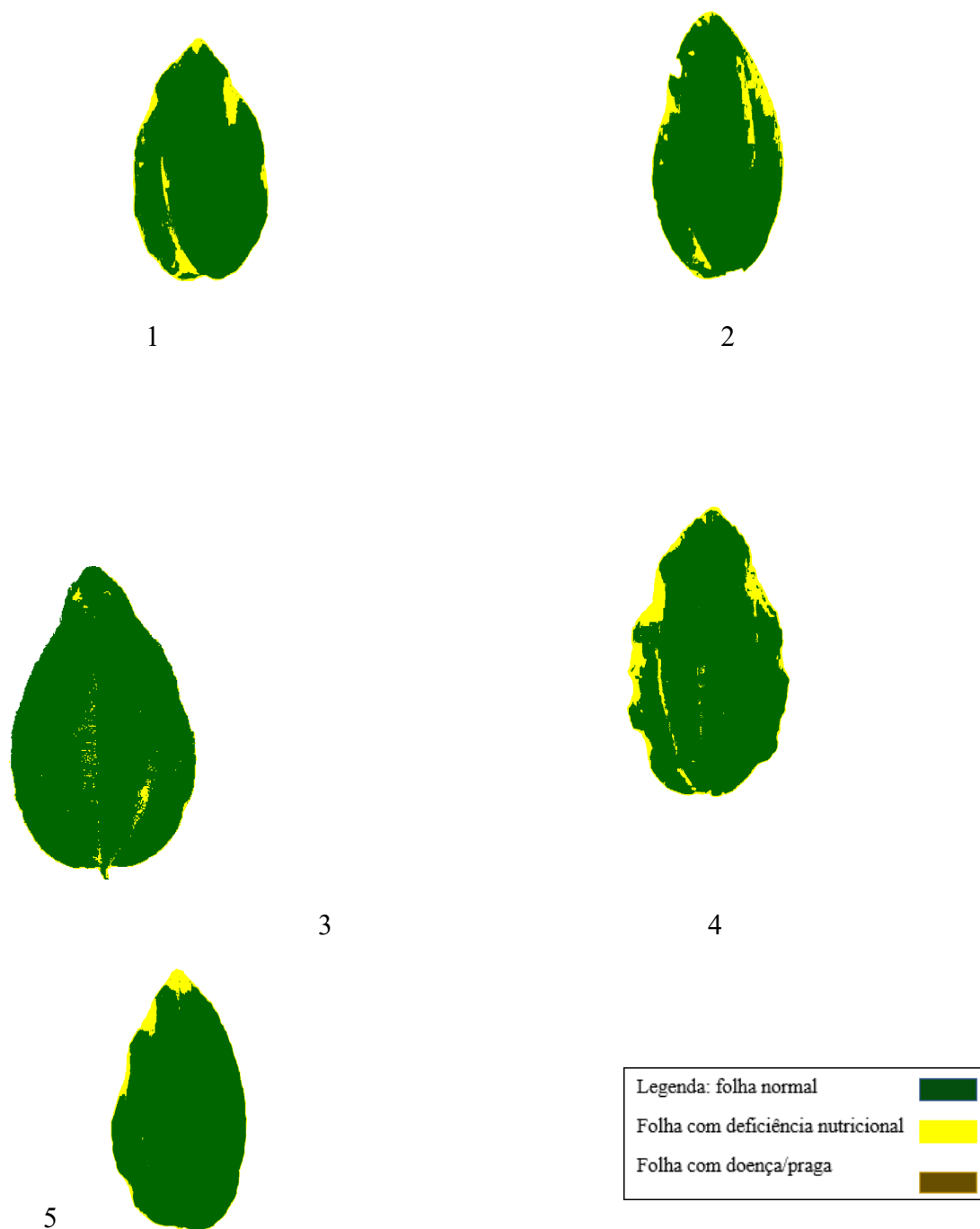
Figura 9. Identificação do estado nutricional, doenças/praga em folhas da espécie florestal *Aspidosperma pyriformium* Mart. & Zucc.



Fonte: Autores (2021)


O estado nutricional da espécie *Ziziphus joazeiro* Mart, Figura 10, nota-se que em todas as folhas avaliadas, foi diagnosticado problemas nutricionais.

Figura 10. Identificação do estado nutricional, doenças/praga em folhas da espécie florestal *Ziziphus joazeiro* Mart.



Fonte: Autores (2021)

A análise foliar permite observar como a planta está, se está bem nutrida ou não, se está sendo atacada por alguma praga, entre outros. Logo, esta análise pode trazer muitos benefícios, dentre eles, melhorar a produção dos agricultores, evitar a possível perda total ou parcial de



uma cultura através do diagnóstico antecipado e fazer uma intervenção visando suprir a deficiência nutricional, assim contribuindo com a economia.

Lacerda et al. (2020) afirmam que a disponibilização de nitrogênio em quantidades elevadas possibilita melhor qualidade as culturas, sendo parte da composição de moléculas de clorofila, nucleotídeos e proteínas, assim como é responsável pelo crescimento como relatam Taiz e Zeiger (2013). Já Hafeez et al. (2018) destacam que o potássio é fundamental para as culturas devido sua função na fisiologia, bioquímica e no metabolismo das plantas. Ali et al. (2019) destacam que disponibilizar nutrientes como o potássio as plantas são fundamentais para absorção de outros nutrientes disponíveis no solo.

CONCLUSÃO

A espécie *Jatropha mollissima* foi detectado maior índice de deficiência nutricional e a espécie *Cnidocolus quercifolius* com o menor índice nutricional e destaca-se que as amostras foliares da faveleira foram as únicas que manifestaram indícios de patologia ou pragas.

Tendo em vista a tamanha importância deste tipo de análise, os softwares desenvolvidos para avaliação foliar por meio de imagens têm um futuro promissor, pois trazem consigo facilidade em seu uso e obtenção de resultados mais rápido, se comparado a análise foliar feita de forma convencional.

REFERÊNCIAS

ALI, S.; HAFEEZ, A.; MA, X.; TUNG, S.A.; CHATTHA, M.S.; SHAH, A.N.; LUO, D.; SHOAIB, A.S.; LIU, J.; YANG, G. **Proporção igual de potássio-nitrogenio regulou o metabolismo do nitrogênio e o rendimento de algodão de alta densidade plantado tardiamente (*Gossypium hirsutum* L.) no vale do rio Yangtze, na China.** Culturas e produtos industriais, v.129, p.231-241. 2019.

ALVAREZ, I. A.; OLIVEIRA, U.R.; MATTOS, P.P.; BRAZ, E.M.; CANETTI, A. **Arborização urbana no semiárido: espécies potenciais da Caatinga.** Embrapa Florestas, 2012.

BARBEDO, J. G. A., KOENIGKAN, L. V., HALFELD-VIEIRA, B. A., COSTA, R. V., NECHET, K. L.,GODOY, C. V., JUNIOR, M. L., PATRICIO, F. R. A., TALAMINI, V., CHITARRA, L. G., ET AL. **Annotated plant pathology databases for image-based detection and recognition of diseases.** IEEE Latin America Transactions, 16(6):1749–1757.2018.

BELTRÃO, B. A. et al. **Diagnóstico do município de Passagem**. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado de Paraíba. Out 2005. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16250/Rel_Passagem.pdf?sequence=1#:~:text=O%20munic%C3%ADpio%20de%20Passagem%20situa,Cacimba%20de%20Araia%20e%20Quixaba. Acessado em: 01/06/2021.

CAATINGA – **Caracterização**. Ambiente Brasil, c1999-2021. Disponível em: https://ambientes.ambientebrasil.com.br/natural/biomas/caatinga_-_caracterizacao.html#:~:text=As%20plantas%20da%20caatinga%20possuem,morphos%2C%20forma%2C%20aspecto > Acessado em: 01/06/2021.

CARVALHO, P. E. R. **Juazeiro *Ziziphus joazeiro***. Circular técnica, 139, 1 ed. EMBRAPA FLORESTAS. Colombo/PR, 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/313897/1/Circular139.pdf> > Acessado em: 01/06/2021.

COSTA, R. J. O. **Perfil fitoquímico do extrato etanólico das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. e avaliação da sua atividade toxicológica, antitumoral e antibacteriana**. Dissertações de Mestrado – Ciências farmacêuticas. Universidade Federal de Pernambuco. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/30655> > Acessado em: 01/06/2021.

EMBRAPA. **Diagnose foliar**. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cenoura/arvore/CONT000gnhpgx1i02wx5ok0edacxlzp9g21y.html> . Acessado: 31/05/2021.

HAFEEZ, A.; ALI, S.; MA, X.; TUNG, S.A.; SHAH, N.A.; LIU, A.; AHMED, S.; MUHAMMAD CHATTHA, S.; YANHA, G. **Potassium to nitrogen ratio favors photosynthesis in late-planted cotton at high planting density**. Industrial Crops and Products, v.124, p.369-381, 2018.

HAWKESFORD M.; HORST W.; KICHEY T.; LAMBERS H.; SCHJOERRING J, SKRUMSAGER MOLLER I.; WHITE P. **Function of macronutrients**. In: Marschner P. (ed). Marschner's mineral nutrition of higher plants. Third Edition Oxford: Elsevier Ltd. p. 135-178. 2012.

SILVA, D. D. C., & JORGE, L. D. C. (2009). **AFsoft? software para análise foliar**. In **Embrapa Instrumentação**-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: JORNADA CIENTÍFICA-EMBRAPA SÃO CARLOS, 2009, São Carlos, SP. Anais... São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009. p. 53 (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 90).

LACERDA, C.L. **Emissões de gases de efeito estufa e estoques de carbono em planossolo cultivado com arroz irrigado: efeito dos sistemas de preparo do solo e de rotação de culturas**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Universidade Federal de Pelotas, 2020, 97p.

LEAL, C. K. A.; AGRA, M.F. **Estudo farmacobotânico comparativo das folhas de *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. e *Jatropha ribifolia* (Pohl) Baill. (Euphorbiaceae)**. Acta Farmacéutica Bonaerense, v.24, n.1, p.5-13, 2005. Disponível em:

<http://www.latamjpharm.org/trabajos/24/1/LAJOP_24_1_1_1_6WQ842B4X2.pdf>

Acessado em: 31/05/2021.

Lizcano Toledo, R.; Lerda, C.; Martin, M.; Gorra, R.; Mania, I.; Moretti, B.; ... & Celi, L. (2019). **Effects of inorganic and organic P availability on N fixing capacity of *Vicia villosa*. In First Joint Meeting on Soil and Plant System Sciences (SPSS 2019).** Natural and Human-induced Impacts on the Critical Zone and Food Production (pp. 114-114).

OLIVEIRA, É. C. S. de. **Caracterização biológica de *Cnidocolus quercifolius* Pohl em área de caatinga no seridó ocidental paraibano.** 157 f. Tese (Doutorado em Meteorologia), Programa de Pós-graduação em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande - Paraíba - Brasil, 2011.

OLIVEIRA, O. F. de. **Algumas árvores do Município de Mossoró.** Caatinga, Mossoró, v. 1, n. 1, p. 7-17, 1976

SANTOS, P. B. **Contribuição ao estudo químico, bromatológico e atividade biológica de *Angico Anadenanthera colubina* (Vell.) Brenan Var. *cebil* (Gris.) Alts. e *Pereiro Aspidosperma pyriforme* Mart.** Dissertação de mestrado (Sistemas Agrossilvopastoris no Semiárido). Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Patos/PB, 58p. 2010.

SAWARKAR, V.; KAWATHEKAR, S. **A review: Rose plant disease detection using image processing.** IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE) e-ISSN, pages 2278–0661. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGNER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal** [recurso eletrônico] / – 6. ed. – Porto Alegre : Artmed, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3ª edição. Porto Alegre, 2013.

VIDIGAL, S. M.; CECÍLIO FILHO, A. B.; MENDOZA-CORTEZ, J.W.; PEREIRA P.R.G. **Diagnóstico visual na avaliação do estado nutricional das hortaliças.** Informe Agropecuário 40(308):41-54. 2019

CAPÍTULO 18

QUALIDADE SANITÁRIA DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DE HORTALIÇAS CONSUMIDAS CRUAS¹

Denis Leocádio Teixeira, Doutor em Recursos Hídricos e Ambientais, Professor do Instituto de Ciências Agrárias, ICA/UFVJM

Beatriz Esser Harms, Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, ICA/UFVJM

RESUMO

O uso de água com baixa qualidade para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas, pode ocasionar uma série de doenças infecciosas, principalmente quando esses recursos hídricos estão expostos a contaminação pelo lançamento indevido de águas residuárias e esgotos domésticos. Considerando que grande parte das águas superficiais das bacias hidrográficas apresentam algum grau de contaminação por organismos patogênicos, objetivou-se com a realização deste trabalho, avaliar a qualidade sanitária da água utilizada para irrigação de hortaliças comercializadas na feira livre da cidade de Unaí-MG. Esse trabalho ainda teve por objetivo, a capacitação dos agricultores que produzem e comercializam as hortaliças na feira, no que se refere ao padrão de qualidade da água exigido para irrigação de frutas e hortaliças que são consumidas cruas. Inicialmente, foram realizadas pesquisas com os consumidores e agricultores para obtenção do nível de informação que os mesmos possuíam sobre o assunto, além do levantamento das principais fontes de captação de água utilizada para irrigação. A qualidade sanitária da água foi avaliada por meio de análises bacteriológicas para detecção de microrganismos indicadores de contaminação fecal, conforme estabelecido na Resolução CONAMA n° 357/2005. As principais fontes de abastecimento de água utilizadas para irrigação das hortaliças foram: poço artesiano, poço freático, cisterna, ribeirão, açude e nascente. Os resultados das análises revelaram que águas provenientes do ribeirão e do açude não possuíam qualidade sanitária suficiente para irrigação de hortaliças, já as demais fontes, apesar de apresentarem alguma susceptibilidade à contaminação, atenderam ao padrão de qualidade exigido pela Resolução CONAMA n° 357/2005. Todos os agricultores participantes do projeto foram capacitados e orientados a adotar medidas de caráter corretivo e preventivo da poluição hídrica em suas propriedades, de modo a atender ao padrão de qualidade de água exigido para irrigação de frutas e hortaliças que são consumidas cruas.

PALAVRAS-CHAVES: qualidade de água, contaminação microbiológica, higiene-alimentar, poluição hídrica, agricultura familiar.

¹ Projeto de Extensão Universitária fomentado pelo Programa Institucional de Bolsas de Extensão (PIBEX) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri


INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural limitado, essencial para o consumo humano e animal, produção industrial e irrigação de diversas culturas agrícolas. Apesar da maior parte da superfície da terra ser constituída por água, apenas 3% é doce, sendo que boa parte está presente nas calotas polares (VON SPERLING, 2006). Deste modo, o recurso hídrico está propício a escassez quantitativa e qualitativa, sendo esta última associada à poluição da água que pode inviabilizar a sua utilização para determinadas finalidades.

A captação de águas em corpos hídricos superficiais para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas, deve ser realizada com cautela, devido à baixa qualidade que essas águas podem apresentar. Isso decorre da elevada degradação ambiental dos solos e dos recursos hídricos verificada nos últimos anos, principalmente devido ao lançamento de águas residuárias sem tratamento nos cursos d'água. Águas contaminadas por microrganismos patogênicos, quando utilizadas para irrigação de frutas e hortaliças que são consumidas cruas, podem constituir veículos de contaminação e transmissão de várias doenças aos consumidores, tais como: amebíase, giardíase, febre tifoide e cólera. Assim, torna-se importante a análise e o controle sanitário das águas utilizadas neste tipo de irrigação, como forma de promoção da saúde pública (MAROUELLI et al., 2008).

Segundo Marouelli et al. (2014), apesar dos riscos de transmissão de uma série de doenças ao homem, águas contaminadas têm sido usadas para a irrigação de diferentes espécies vegetais sem qualquer critério técnico ou tratamento prévio adequado. Como consequência, pode ser constatada a ocorrência de organismos patogênicos, como a *Escherichia coli* enteropatogênica, as salmonelas, os ovos de helmintos e os cistos de protozoários, em hortaliças e frutas consumidas pela população. De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005), a captação de águas superficiais para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas, deve ser realizada em corpos hídricos de Classe 1 ou de Classe Especial. Considerando que a maioria dos cursos d'água não apresentam essa condição, devido ao nível de poluição que estão submetidos, a utilização de águas superficiais para irrigação dessas culturas pode comprometer a qualidade sanitária desses alimentos.

Em relação aos limites de contaminação das águas para fins de irrigação, para a situação mais favorável à contaminação, irrigação de hortaliças e frutas que se desenvolvem rente ao solo e são ingeridas cruas, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes (CT_{ERM}) por 100 mL em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período




de um ano, com frequência bimestral (Classe 1). Já na classe seguinte (Classe 2), permite-se a irrigação das demais hortaliças e plantas frutíferas com água contendo até 1.000 CT_{ERM}/100 mL (BRASIL, 2005), o mesmo padrão recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS), para a irrigação de culturas ingeridas cruas, portanto, acima do estabelecido no Brasil. Por outro lado, em alguns países desenvolvidos, os padrões de qualidade da água para irrigação são ainda mais rígidos que os adotados no Brasil, sobretudo no caso de hortaliças e frutas que são consumidas cruas. Como exemplo cita-se a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), a qual exige um padrão de qualidade para irrigação, semelhante ao padrão de potabilidade, ou seja, ausência de coliformes termotolerantes.

Embora no Brasil os padrões de qualidade de água para fins de irrigação sejam menos rígidos que aqueles para fins de abastecimento público, o tratamento sanitário da água para fins de irrigação é um processo dispendioso, devido, principalmente, ao grande volume de água usado na irrigação. Além do custo, existe a questão tecnológica envolvida no processo de tratamento, inacessível, por exemplo, aos pequenos agricultores (MAROUELLI et al., 2014). Deste modo, trabalhos visando o controle preventivo e corretivo da poluição hídrica devem ser priorizados, caso o produtor não disponha de outras alternativas para a captação de água de melhor qualidade.

Ações corretivas visam eliminar ou reduzir uma carga poluidora existente, já as ações preventivas objetivam evitar que o problema de poluição ocorra, são medidas adotadas antes do início de determinada atividade. Recomenda-se a adoção conjunta dessas ações na elaboração de um programa de controle da poluição hídrica, com o objetivo de agir nas principais fontes de poluição hídrica presentes nas propriedades rurais, como os esgotos domésticos gerados nas residências, o escoamento superficial, além de águas residuárias e resíduos sólidos provenientes de atividades agropecuárias (VON SPERLING, 2005).

Em Unaí, Minas Gerais, alguns agricultores familiares comercializam seus produtos na feira livre da cidade, tendo como clientes cidadãos que na maioria das vezes não possuem conhecimento da qualidade da água utilizada para irrigar as culturas, principalmente as hortaliças que são consumidas cruas, como alface, couve, almeirão, rúcula, repolho, azedinha, entres outras. Muitas vezes, nem mesmo os agricultores possuem conhecimento da qualidade da água que utilizam na irrigação, devido à falta de informação e de capacitação em relação às diretrizes de qualidade da água para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas.



Considerando o exposto anteriormente, esse trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade sanitária da água utilizada para irrigação de hortaliças que são comercializadas na feira livre da cidade de Unaí-MG. Ainda teve-se por objetivo, a capacitação dos agricultores familiares visando o atendimento do padrão de qualidade de água exigido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas.


METODOLOGIA

Este trabalho originou-se do Projeto de Extensão intitulado “Qualidade da água utilizada pelos feirantes de Unaí-MG para irrigação de hortaliças”, desenvolvido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Campus Unaí, junto ao curso de Engenharia Agrícola e Ambiental. As ações do projeto foram estruturadas a partir de uma visão multidisciplinar e interdisciplinar, articulando teoria e prática, enfatizando as inter-relações estabelecidas entre os diferentes saberes, entre o contexto acadêmico e a realidade social.

LEVANTAMENTO INICIAL DE INFORMAÇÕES

O estudo teve por base a tradicional “Feirinha do Convento”, que ocorre todos os sábados, há mais de 23 anos na cidade de Unaí-MG. A feira é composta por barracas que vendem hortaliças, frutas, pescados, carnes suínas defumadas, comidas e artesanatos. Inicialmente, questionários foram aplicados aos clientes da feira livre para levantamento do nível de conhecimento que esses possuíam em relação à procedência da água utilizada pelos agricultores para irrigação das hortaliças. Além de avaliar o conhecimento sobre o padrão de qualidade exigido para a atividade, e a forma que os mesmos higienizavam as hortaliças adquiridas na feira.

Na semana seguinte, os agricultores que comercializavam as hortaliças na feira foram convidados a participar do trabalho, nesta oportunidade foi realizada uma apresentação do projeto e aplicado um novo questionário com as seguintes perguntas: 1) Você e seus familiares consomem as hortaliças que produzem? 2) Qual o método de irrigação utilizado para as hortaliças? 3) Onde é realizada a captação da água utilizada na irrigação das hortaliças? Essa água é utilizada para outras atividades? 4) Você já realizou análises da água utilizada para a irrigação? 5) Você já ouviu falar em padrão de qualidade de água para irrigação de hortaliças?



6) Você considera importante a avaliação da qualidade da água utilizada na irrigação de hortaliças que são consumidas cruas?

Após a formação do grupo de agricultores que demonstraram interesse em participar efetivamente do projeto, e definida as principais fontes de abastecimento de água utilizada pelos agricultores para irrigação das hortaliças, realizou-se uma amostragem entre os participantes para avaliar a qualidade sanitária da água utilizada. Visitas técnicas foram realizadas nas propriedades dos agricultores para coletar amostras de água para análise e avaliar as condições sanitárias das fontes de captação de água.

Os agricultores selecionados para participar dessa fase do projeto eram os que possuíam menor nível de conhecimento e que utilizavam água com maior potencial de contaminação, uma vez que os recursos eram limitados para realizar a análise da água de todos os agricultores. Entretanto, a capacitação e as ações visando a melhoria da qualidade sanitária da água empregada na irrigação, foram destinadas a todos os participantes do projeto.

COLETA DAS AMOSTRAS DE ÁGUA - ANÁLISES LABORATORIAIS

As amostragens de água para análise foram realizadas durante as visitas técnicas às propriedades dos agricultores, iniciadas no segundo semestre de 2019. As águas provenientes de fontes subterrâneas foram coletadas nas saídas das bombas, após tempo suficiente para renovar a água presente na tubulação e eliminar qualquer fonte de contaminação existente na mesma. A amostra, contendo aproximadamente 100 ml, era armazenada em sacos de plástico esterilizados, específicos para este fim, logo em seguida, vedados e identificados com nome da amostra, sendo posteriormente armazenados em caixa de isopor contendo placas de gelo reutilizável previamente esterilizadas. Em relação às fontes superficiais, as amostragens foram realizadas junto à captação, sendo coletada uma amostra composta em relação à profundidade da coluna de água.

Após a coleta, as amostras eram encaminhadas para o Laboratório de Qualidade da Água do SAAE (Serviço Municipal de Saneamento Básico de Unai), para realização das análises microbiológicas, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005). Visando economicidade e praticidade, as análises de contaminação fecal foram realizadas utilizando-se kits existentes no mercado para detecção, inclusive simultânea, de coliformes totais e *Escherichia coli*, aprovado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados

Unidos (*Environmental Protection Agency, EPA*), e presente nos métodos padrões para o exame de água e águas residuárias (*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*).

Para detecção desses microrganismos foi empregado o teste Colilert (IDEXX, 2021), o qual apresenta os resultados em 24 horas. O reagente era adicionado a amostra de água e, posteriormente incubada a $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas. Após esse período, realizava-se a leitura dos resultados, sendo incolor – negativo, amarelo – coliformes totais, e amarelo/fluorescente – *Escherichia coli*. A avaliação quantitativa dos coliformes totais e de *Escherichia coli*, foram realizados por meio do Sistema Quanti-Tray/2000[®], o qual apresenta contagens do NMP de até 2.419 por amostra de 100 ml.

CAPACITAÇÃO DOS AGRICULTORES

Durante as visitas técnicas nas propriedades dos agricultores, além das amostragens de água, foram realizadas inspeções próximas às captações, com o objetivo de identificar possíveis fontes de contaminação pontual e difusa. Em seguida, os produtores foram orientados a adotar medidas de caráter corretivo e preventivo da poluição hídrica, conforme à necessidade, para atendimento aos padrões de qualidade da água para fins de irrigação de hortaliças que são consumidas cruas.

Ao longo do projeto foram oferecidos cursos de capacitação para os agricultores participantes, e distribuídos materiais didáticos elaborados pela equipe técnica do projeto contendo informações básicas de técnicas corretivas e preventivas da poluição hídrica. Além disso, foi subsidiado aos agricultores que participaram integralmente do projeto, a elaboração de um certificado informando a qualidade sanitária da água utilizada para a irrigação das hortaliças, para exposição na barraca durante a realização das feiras (Figura 1).

Figura 1: Certificado concedido aos feirantes no final do projeto.



Fonte: Autores, 2021.

RESULTADOS

Os resultados alcançados com a implementação do projeto serão apresentados e discutidos separadamente nos próximos tópicos, de forma a explorar da melhor forma possível as informações obtidas e as ações realizadas durante a realização do trabalho.


PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES EM RELAÇÃO À QUALIDADE DE ÁGUA

As respostas dos questionários aplicados aos clientes da feira revelaram que a grande maioria (91%) tem o hábito de frequentar a feira todos os sábados, sendo, portanto, clientes assíduos. Dentre os clientes pesquisados, todos relataram a compra de hortaliças que são consumidas cruas na feira, principalmente, alface, cebolinha, couve e salsinha.

Em relação à procedência da água utilizada para irrigação das hortaliças comercializadas na feira, 82% dos entrevistados não sabiam a origem da mesma, e o restante relataram poço artesiano e água superficial como fonte de abastecimento. Apesar de um entrevistado saber que a água utilizada para irrigação era proveniente de um rio, o mesmo não mostrou preocupação em relação à qualidade sanitária, relatando que tal qualidade seria importante apenas para água de consumo. Já os demais entrevistados consideraram importante a avaliação da qualidade da água utilizada na irrigação de hortaliças que são consumidas cruas, porém, apenas 64% já tinham ouvido dizer em padrão de qualidade de água para irrigação de hortaliças.

A principal preocupação dos consumidores, em relação à qualidade da água utilizada para irrigação de hortaliças, se refere a saúde de quem consome os produtos, uma vez que podem conter organismos patogênicos e agrotóxicos. Deste modo, a lavagem das hortaliças é uma prática recorrente entre os consumidores, apesar de apenas 20% dos entrevistados empregar o hipoclorito de sódio para sanitização desses alimentos. Outros 40% utilizam apenas água corrente e, surpreendentemente, 40% fazem uso incorreto do vinagre como agente sanitizante.

Verifica-se que boa parte da população reconhece a importância da qualidade de água para irrigação das hortaliças, porém, a maioria não tem conhecimento da sua procedência, e mesmo os que sabem, não possuem conhecimento técnico para avaliar que águas superficiais estão mais propícias a contaminação em comparação às águas subterrâneas. Apesar da aplicação do questionário ter como objetivo o levantamento inicial de informações, este serviu de estímulo aos consumidores para a consciência da fiscalização dos produtos adquiridos, com



o intuito de promover a melhoria da qualidade, e conscientização dos agricultores para fornecimento de produtos saudáveis e de acordo com os padrões de qualidade exigidos.

AValiação DA QUALIDADE DE ÁGUA PELOS AGRICULTORES

O perfil geral dos feirantes corresponde a homens e mulheres de meia idade (44% entre 40 e 50 anos; 33% entre 50 e 60 anos), agricultores familiares provenientes dos diversos projetos de assentamentos existentes no município de Unaí. As principais hortaliças cultivadas pelos agricultores são alface, couve, salsinha e cebolinha, as quais são consumidas na propriedade e vendidas na feira.

Todos os agricultores utilizam a irrigação por aspersão, método que consiste na aplicação da água sobre a superfície do terreno e diretamente sobre as plantas, assemelhando-se a uma chuva, por meio de emissores que fracionam o jato de água em gotas em decorrência da sua passagem sob pressão através de pequenos orifícios (BERNARDO et al., 2006). Este método de irrigação apresenta alto potencial de contaminação sanitária das hortaliças, caso a água utilizada contenha microrganismos de origem fecal.

As fontes de abastecimento de água utilizada pelos agricultores para irrigação das hortaliças são de origem subterrânea (44%) e superficial (66%), dentre as quais se encontram poço artesiano, poço freático, cisterna, ribeirão, açude e nascente. Apesar de 100% dos entrevistados considerarem importante a avaliação da qualidade da água, somente 67% sabiam da existência do padrão de qualidade da água para irrigação de hortaliças, sendo que apenas 22% já haviam realizado análise de água, todavia, não se lembravam dos resultados ou simplesmente não tinham conhecimento técnico suficiente para avaliar os resultados. Embora, as fontes analisadas eram de origem subterrânea, especificadamente, poço artesiano, o qual apresenta baixo risco de contaminação.

Os agricultores demonstraram ciência sobre a importância da qualidade da água para irrigação de hortaliças que são consumidas cruas, contudo, praticavam poucas ações, em nível de propriedade, para minimizar os riscos de contaminação da água subterrânea e superficial. A falta de capacitação relacionada ao tema, era o principal limitante para atuação dos agricultores, apensar de ser de extrema importância para os feirantes que produzem e comercializam produtos de gênero alimentícios em suas barracas.

Muitos agricultores feirantes não participaram do projeto, nem se quer responderam ao questionário, o que pode estar relacionado ao receio de serem denunciados por não empregarem

métodos recomendados para cultivo das hortaliças, ou por não compreenderem a real necessidade desse tipo de ação. A falta de fiscalização da vigilância sanitária na feira também pode ter contribuído para a baixa adesão dos agricultores ao projeto, pois se houvesse análises dos alimentos para comprovação da contaminação por organismos patogênicos, com adoção de medidas cabíveis, haveria maior interesse por programas e projetos de capacitação sobre o assunto. Apesar da Associação dos Feirantes ter sido parceira do projeto, considera-se que a participação efetiva dos agricultores foi baixa, tendo em vista a quantidade de barracas que comercializam hortaliças na Feira Livre de Unaí.


AVALIAÇÃO DA QUALIDADE SANITÁRIA DA ÁGUA

Os resultados das análises das principais fontes de abastecimento de água para irrigação das hortaliças consumidas cruas, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultados das análises de água das principais alternativas de captação.

FONTE	PARÂMETRO	VALOR
Poço Artesiano	Coliformes Totais	Presença
	<i>Escherichia coli</i>	< 250 UFC/100 mL
Poço Freático	Coliformes Totais	Presença
	<i>Escherichia coli</i>	< 250 UFC/100 mL
Cisterna	Coliformes Totais	Presença
	<i>Escherichia coli</i>	< 250 UFC/100 mL
Ribeirão	Coliformes Totais	Presença
	<i>Escherichia coli</i>	> 250 UFC/100 mL
Açude	Coliformes Totais	Presença
	<i>Escherichia coli</i>	> 250 UFC/100 mL
Nascente	Coliformes Totais	Presença
	<i>Escherichia coli</i>	< 250 UFC/100 mL

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados de pesquisa.



De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 a avaliação da qualidade da água para irrigação de hortaliças pode ser realizada considerando a contagem de *Escherichia coli* em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes, desde que estabelecido pelo órgão ambiental competente. Portanto, foi considerado neste trabalho a porcentagem de *E. coli*/coliformes termotolerantes igual a 80%, conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 274/2000 (BRASIL, 2000) e pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (CETESB) (SATO et al., 2008). Deste modo, foi considerado que 250 UFC/100 mL de *E. coli*/ (Tabela 1) equivalem a 200 UFC/100 mL de coliformes termotolerantes.

Verifica-se na Tabela 1 que as águas superficiais possuem qualidade sanitária inferior às águas subterrâneas, resultado já esperado, uma vez que são facilmente contaminadas por poluentes presentes na superfície do solo. O poço artesiano, por exemplo, tende a apresentar uma excelente qualidade de água devido à profundidade que o lençol artesianos se encontra da superfície, já o poço freático está mais propício à contaminação, pois o lençol freático geralmente está situado a uma menor profundidade da superfície, facilitando a contaminação por infiltração e percolação do poluente no solo. Durante as avaliações em campo não se observou fontes de contaminação pontual próxima aos poços, apesar de existirem fontes de poluição difusa, os resultados das análises corroboram que águas subterrâneas são mais indicadas para irrigação de hortaliças consumidas cruas.

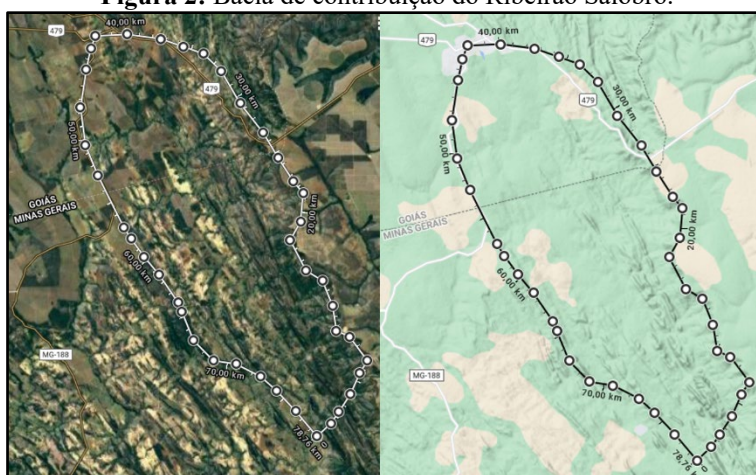
A água da cisterna, apesar de apresentar condição sanitária adequada para irrigação, deve ter o uso avaliado com critério, pois a baixa profundidade dessas fontes, juntamente com o maior perímetro exposto à contaminação na superfície do solo, pode comprometer a qualidade sanitária da água captada. Assim, torna-se importante manter a estrutura tampada, limpa e longe de possíveis fontes de contaminação, além disso, recomenda-se a construção de canaletas destinadas ao afastamento de águas de chuva (FUNASA, 2019). Foi verificada durante as visitas técnicas, a presença de animais como porcos, galinhas e bois próximos às cisternas de captação de água, caracterizando fontes de contaminação potencial devido a pequena profundidade do lençol freático.

A água proveniente da nascente apresentou qualidade satisfatória para irrigação, porém, por ser um afloramento do lençol freático na superfície do solo, as mesmas recomendações de proteção citadas anteriormente devem ser adotadas para esse tipo de fonte. Estruturas de proteção de nascentes são recomendadas para evitar a contaminação da água logo na sua origem, seja por partículas de solo, matéria orgânica oriunda das plantas circunvizinhas, ou de insetos e animais presentes (FUNASA, 2019). Na propriedade avaliada, a nascente localizava-

se em uma área conservada, não havia fontes de contaminação do lençol freático à montante da mesma, além de possuir canais para recolhimento e afastamento do escoamento superficial nas ocasiões de chuvas intensas.

Em relação às águas superficiais, observa-se na Tabela 1 que as águas provenientes do ribeirão e do açude não atenderam ao limite de contaminação estabelecido pela Resolução CONAMA n° 357/2005, para fins de irrigação de hortaliças e frutas que se desenvolvem rente ao solo e são ingeridas cruas. O ribeirão avaliado (Ribeirão Salobro) apresenta uma grande bacia de contribuição, sua nascente está localizada no município de Goiás e ao longo do seu percurso de mais de 35 km, desde a nascente, atravessa várias propriedades rurais até o ponto de captação (Figura 2).


Figura 2: Bacia de contribuição do Ribeirão Salobro.



Fonte: Google Maps, adaptado pelos autores, 2021.

De acordo com Marouelli et al. (2014) grande parte dos rios encontram poluídos por lançamento indevido de esgoto e águas residuárias agroindustriais, inviabilizando o seu uso para irrigação de hortaliças. Deste modo, a captação da água no ribeirão foi desaconselhada devido à grande dificuldade para implementar um programa de melhoria da qualidade de água em uma bacia hidrográfica com tamanha proporção.

No que diz respeito ao açude, a qualidade sanitária da água também não foi adequada para irrigação das hortaliças consumidas cruas. Mas ao contrário do ribeirão, a bacia de drenagem do açude era pequena, sendo possível a verificação das fontes de contaminação da água. Como fontes de poluição pontual, identificou-se o lançamento de águas residuárias da suinocultura e esgoto doméstico das residências no curso d'água, já em relação às fontes difusas, observou-se a presença de gado nas pastagens próximas ao açude, assim como, áreas destinadas ao plantio que na ocorrência de uma chuva intensa poderia gerar escoamento superficial e transporte de poluentes para o açude. Também foi observada proliferação de algas



e macrófitas no açude, consequência da eutrofização decorrente do carreamento de nutrientes e matéria orgânica para o curso hídrico.

Coliformes totais foram encontrados em todas as amostras coletadas, conforme apresentado na Tabela 1, entretanto, não há restrição em relação à quantidade de coliformes totais para irrigação de hortaliças, uma vez que a presença dessas bactérias ocorre naturalmente no ambiente (BRASIL, 2005). Segundo Marouelli et al. (2014) coliformes totais pertencem a um grande grupo de bactérias que estão presentes, tanto em solos, como em águas não contaminados por material fecal. Entretanto, vale ressaltar que diversos agricultores fazem uso das águas de origem subterrânea para abastecimento de suas residências, tendo sido recomendado o emprego de algum método de desinfecção anteriormente ao consumo.

CAPACITAÇÃO DOS AGRICULTORES

A capacitação dos agricultores ocorreu em um primeiro momento durante as visitas para coleta das amostras de água para análise. De acordo com o tipo de captação, verificava-se possíveis fontes de contaminação, sendo os agricultores orientados a adotar medidas de caráter corretivo e preventivo da poluição hídrica.

A identificação das fontes de poluição foi realizada por meio de inspeções sanitárias nas áreas próximas às fontes de abastecimento de água, conforme sugerido por Marouelli et al. (2014). Deste modo, previamente aos resultados das análises, os agricultores que captavam águas superficiais foram informados de uma possível inadequação da qualidade da água para irrigação das hortaliças. O agricultor que captava água do Ribeirão Salobro, por exemplo, foi orientado a substituir a fonte de captação, tendo em vista que a bacia de contribuição era muito grande para se adotar qualquer medida de caráter preventivo e corretivo da poluição hídrica.

Após a realização das análises das águas, foi realizado um encontro para apresentação dos resultados e para a capacitação coletiva, onde todos os participantes do projeto foram convidados. Na oportunidade foi enfatizado que fontes de águas subterrâneas, mesmo com baixo potencial de contaminação, necessitam de ações de manutenção da qualidade, como o cercamento dos poços, cisternas e nascentes, a captação e a condução do escoamento superficial à montante dessas estruturas e a preservação das áreas de infiltração de possíveis fontes de contaminação como águas residuárias e esgoto doméstico, lixo, e criatórios de animais. Em relação às águas provenientes de açudes, os agricultores foram orientados para identificar potenciais fontes de poluição hídrica na bacia de contribuição, a implementar sistemas de

tratamento de águas residuárias, construir estruturas para contenção e infiltração do escoamento superficial, além de preservar e recuperar as matas ciliares.

Apesar de todos os participantes do projeto terem sido convidados para a capacitação final, apenas uma parte se fez presente, deste modo, o material que seria utilizado para conscientização e formação dos agricultores como apostila, banner, cartilhas e folders (Figura 3), foram distribuídos posteriormente na feira.

Figura 3: Material utilizado para capacitação dos agricultores.



Fonte: Arquivo pessoal.

A baixa demanda por capacitação, conforme já relatado anteriormente, pode estar relacionado à falta de uma fiscalização mais restritiva para comercialização de produtos de gênero alimentício na feira livre da cidade, uma vez que a maioria dos agricultores reconhecem a importância da qualidade da água para irrigação de hortaliças consumidas cruas, conforme as respostas dos questionários.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As águas utilizadas para irrigação de hortaliças comercializadas na feira livre da cidade de Unaí-MG, apresentaram qualidade sanitária satisfatória quando provenientes de fontes subterrâneas. Já em relação às águas captadas superficialmente, essas não atenderam ao limite de contaminação estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para irrigação de hortaliças e frutas que se desenvolvem rente ao solo e que são ingeridas cruas.

Os agricultores foram capacitados visando a melhoria da qualidade das águas por meio de formação individual e coletiva, sendo orientados a adotar medidas de caráter corretivo e preventivo da poluição hídrica em suas propriedades, com objetivo de atender ao padrão de qualidade de água exigido para irrigação de hortaliças.

Aos consumidores, cabe o questionamento aos feirantes em relação à procedência da água empregada na irrigação, e a fiscalização dos produtos adquiridos, com o intuito de promover a melhoria da qualidade e a conscientização dos agricultores para fornecimento de produtos saudáveis e de acordo com os padrões de qualidade exigidos. Além disso, recomenda-se a higienização correta das hortaliças adquiridas, por meio de agentes sanitizantes que contenham hipoclorito de sódio em sua composição.

Projetos e programas de capacitação dos agricultores familiares para adoção de boas práticas de cultivo e de pós-colheita, são essenciais para a saúde pública, entretanto, para que essas ações possuam efetividade, devem estar associadas a fiscalizações sanitárias mais restritivas, de modo a estimular a participação dos produtores.


REFERÊNCIAS

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8 ed. Viçosa: UFV, 2006. 625p

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 274 de 29 de novembro de 2000. Estabelece condições de balneabilidade das águas brasileiras. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2000. Seção 1, p. 70-71.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e de outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2005. Seção 1, p. 58-63.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FUNASA. **Manual de saneamento**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – 5.ed. Brasília: Funasa, 2019. 545p.



IDEXX Laboratories, Inc. Disponível em: <<https://www.idexx.com.br/pt-br/water/water-products-services/colilert/>>. Acesso em: 08 jul. 2021.

MAROUELLI, W. A.; CARVALHO E SILVA, W. L.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. 2 ed. Revisada, atualizada e ampliada. Brasília. DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2008. 150p.

MAROUELLI, W. A.; MALDONADE, I. R.; BRAGA, M. B.; SILVA, H. R. Qualidade e segurança sanitária da água para fins de irrigação. **Circular técnica**. Brasília. DF: Embrapa Hortaliças, nº 134, 2014. 20p.

SATO, M. I. Z.; HACHICH, E. M.; MENEGON JUNIOR, N.; MELO, A. D. J.; COELHO, M. C. L. S.; BARI, M. D.; RAMOS, S. R. Monitoramento de Escherichia coli e coliformes termotolerantes em pontos da rede de avaliação da qualidade de águas interiores do Estado de São Paulo. **Relatório Técnico**. São Paulo: CETESB. 2008. 22p.

VON SPERLING, M. Afinal, quanta água temos no planeta. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 11, n. 4, p. 189-199, 2006.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. 452p.


CAPÍTULO 19

PRODUÇÃO DE COMPOSTAGEM ORGÂNICA E SILAGEM ÁCIDA DE RESÍDUOS DE PEIXES

Marcelo dos Santos Nascimento, Doutor em Aquicultura e Pesquisador, Universidade Nilton Lins, Manaus, Amazonas
Auriele Machado Vieira, Doutor em Engenharia de Pesca e Pesquisador, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, Paraná
Renata Franco dos Santos, Mestre em Aquicultura e Pesquisadora, Universidade Nilton Lins, Manaus, Amazonas
Saulo Jander Barbosa Pereira, Biólogo, Professor, *Secretaria* de Estado da *Educação do Amazonas*, Manaus, Amazonas
Alex Darlan Silva Lopes, Professor, *Secretaria* de Estado da *Educação do Amazonas*, Manaus, Amazonas, Manaus, Amazonas

RESUMO

O descarte incorreto dos resíduos de peixes pode causar grandes transtornos ambientais, sanitários e econômicos. Nesse contexto, a produção de compostagem e silagem desses resíduos pode transformá-los em adubo orgânico e em alimento de alto valor biológico. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar e caracterizar a produção de compostagem orgânica e silagem ácida a partir dos resíduos de peixes coletados na feira da Manaus Moderna, Manaus, AM. Para avaliação da produção da compostagem foi adotado um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram: compostagem de resíduo de peixe e maravalha; compostagem de resíduo de peixe e aparado de grama e compostagem de resíduo de peixe e poda de árvores. O processo de produção das compostagens foi acompanhado durante 40 dias, até a estabilidade da temperatura. Os parâmetros avaliados foram: temperatura, umidade, potencial hidrogeniônico (pH), cinzas, matéria orgânica total, carbono orgânico total, nitrogênio total, relação C/N e índice de mineralização. Para a elaboração das silagens os resíduos foram submetidos a um processo de higienização, o qual consistiu em um cozimento sob temperatura de 100 °C, por um período de 45 minutos. Foram elaboradas três silagens, em triplicada; silagem formulada com 6% de ácido acético glacial; silagem formulada com 5% de ácido cítrico e 1% de ácido acético glacial e silagem formulada com 5% de ácido fumárico e 1% de ácido acético glacial. O processo de ensilagem foi realizado em temperatura ambiente e o período de hidrólise foi acompanhada com medições diárias de pH e temperatura até estabilização dos parâmetros. A composição físico-química das compostagens e silagens foram submetidos à análise de homogeneidade e normalidade para verificar se as médias apresentavam distribuição normal e posteriormente aplicou-se a análise de variância (ANOVA) e o teste de Turkey a um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Os resultados dos parâmetros físico-químicos avaliados ao final do processo de compostagem servem para avaliar a eficácia do processo. Assim, observando que o método de compostagem é uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos de peixe, mesmo que os resultados do presente estudo tenham apresentado valores para umidade e relação C/N superiores aos recomendados pela legislação brasileira para o uso de fertilizantes orgânicos para ambas os



compostos, desta forma, sugerindo o uso de uma maior fonte nitrogênio para a elaboração de compostos orgânicos nas condições experimentais do presente estudo. Já a elaboração de silagem ácida de resíduos de peixes mostrou ser uma alternativa viável para agregar valor aos resíduos de peixes descartados em feiras e peixarias, bem como contribuir com a diminuição da emissão de poluentes ao meio ambiente. Além disso, servir como subsídio na produção de rações de baixo custo para a aquicultura.


PALAVRAS - CHAVE: pescado, aproveitamento, produção, ensilado, composto orgânica, gestão ambiental.

INTRODUÇÃO

O processamento e comercialização de alimentos de origem animal geram uma grande quantidade de lixo orgânico (NASCIMENTO et al., 2018). Esses resíduos quando descartado de forma incorreta, constituem um problema sanitário e ambiental para a sociedade (Pimenta et al., 2008). Neste cenário, o crescimento populacional nos centros urbanos tem agravado a problemática do gerenciamento dos resíduos sólidos gerados pelo aumento no número de habitantes, causados principalmente pelo volume de lixo produzido e pelo estilo de vida consumista (OLIVEIRA et al., 2012).

O termo resíduo refere-se a todos os subprodutos e sobras do processamento de alimentos que são de valor relativamente baixo (MELO et al., 2012). Desta forma, a reciclagem de resíduos, seja de origem agrícola ou industrial, oriundos das mais diversas cadeias produtivas, cujos descartes indevidos podem causar impactos negativos ao ambiente, como é o caso dos resíduos provenientes da indústria pesqueira, apresenta-se como uma importante ferramenta para minimizar o déficit de fertilizantes orgânicos e de outros produtos voltados para nutrição animal (OLIVEIRA et al., 2012; NASCIMENTO et al., 2014; SANES et al., 2015; KAZEMI et al., 2017).

A cultura do aproveitamento dos resíduos de pescado ainda é pouco difundida em várias regiões do Brasil, sendo que a maioria desses resíduos é descartada, como se observa nas indústrias de beneficiamento de pescado devido, principalmente, à falta de reconhecimento deste recurso como matéria prima e fonte para outros produtos (PESSATTI 2001; NASCIMENTO et al., 2014; NASCIMENTO et al., 2018). Partes como, cabeças, escamas, peles, vísceras e carcaças (esqueleto com carne aderida) são descartadas durante o processamento e, dependendo da espécie de peixe processada e do produto final obtido pelo frigorífico, estes descartes podem representar algo entre 8 a 16%, (no caso do pescado eviscerado), e 60 a 72% na produção de filés sem pele (KUBITZA e CAMPOS, 2006). Um exemplo disso e a ocorrências de acúmulos de resíduos de peixes em mercados públicos e feiras



livres, que devido à forma incorreta deste descarte, constitui problema sanitário e ambiental para a sociedade (PIMENTA et al., 2008).

Deste modo, o emprego de tecnologias emergentes e inovadoras surge como uma alternativa para agregar valor aos resíduos de peixes que são descartados de forma incorreta no meio ambiente. Neste contexto, há duas tecnologias simples e sustentáveis para o aproveitamento dos resíduos de peixes como é o caso da compostagem, que pode transformá-los em fertilizante orgânico, servindo como adubo para a plantação de hortaliças e da silagem que tem várias aplicações industriais, tanto na nutrição animal como também na produção de fertilizantes, sendo ambas tecnologias amigável ao ambiente, segura, simples e econômicas (ARAÚJO, 2010; PINTO et al., 2017).

A compostagem é um processo naturalmente controlado, pelo qual os microrganismos benéficos (bactérias e fungos) transformam os resíduos orgânicos em produtos finais estáveis, com baixo risco ambiental e sanitário (KUBITZA e CAMPOS, 2006). Para isto, este processo é desenvolvido em duas fases, na primeira ocorre a degradação ativa e, na segunda, a maturação (humificação) do material orgânico, (MATOS et al., 1998).

A compostagem apresenta-se como alternativa viável para sistemas de produção orgânica, em virtude de sua elevada qualidade nutricional e biológica, teores de matéria orgânica, capacidade de troca catiônica e saturação por bases permite obter um maior grau de fertilidade dos solos no sistema orgânico (PEIXOTO, 1988).

Enquanto a silagem é um método de preservação do resíduo de pescado efetuada pela ação de ácidos ou por fermentação microbiana sendo uma metodologia de aproveitamento de resíduos muito antiga, sobretudo em comunidades de recursos escassos, carentes de tecnologia, com abundância de recursos e de subprodutos provenientes do beneficiamento industrial (MAIA et al., 1998; OETTERER, 2002).

Dentre os métodos de preparação de silagens, o mais utilizado é quando a matéria-prima é misturada com ácidos orgânicos ou minerais e se liquefaz devido à ação de enzimas presentes no pescado, sendo o crescimento microbiano inibido devido a diminuição de pH (ESPÍNDOLA FILHO et al., 2000).

Além de se tratar de uma forma de aproveitamento de resíduos a silagem apresenta elevados valores de aminoácidos essenciais que pode ser uma excelente fonte de proteína para compor rações para peixes, sem causar prejuízos ao crescimento, saúde e além de diminuir os custos das rações, tornando-a uma excelente alternativa, por agregar valor ao biológico

proveniente dos resíduos sólidos do pescado (VIDOTTI et al., 2003; ASSANO, 2004; CARVALHO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2006; ABIMORAD et al., 2009). Dessa forma a compostagem e a silagem se apresentam como alternativas viáveis para o aproveitamento dos resíduos de peixes.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar e caracterizar a produção de compostagem orgânica e silagens ácidas de resíduos de peixes coletados na feira da Manaus Moderna, Manaus, Amazonas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos de peixes (nadadeiras, cabeça, vísceras e escamas) gerados do beneficiamento do pescado foram coletados na feira da Manaus Moderna, localizada na cidade de Manaus (AM), e posteriormente transportados em caixas térmicas (figura 1) com gelo na proporção de 1:1 (gelo: resíduos) até a Universidade Nilton Lins, onde foram armazenados em frizer a - 5°C até início dos experimentos. A maravalha foi proveniente de madeiras da região de Manaus, apara de grama e podas de arvores foram coletadas no campus da Universidade Nilton Lins.

Figura 1: Resíduos do beneficiamento do pescado.



Fonte: Nascimento (2020)

COMPOSTAGEM ORGÂNICO

O processo de produção das compostagens foi realizado no setor de Horto da Universidade Nilton Lins (UNL). O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram: (CPM) compostagem de resíduo de peixe e maravalha; (CPG) compostagem de resíduo de peixe e aparo de grama e (CPA) compostagem de resíduo de peixe e poda de árvores. O processo de produção foi acompanhado

durante 40 dias, até a estabilidade da temperatura.

Foram montadas nove composteiras de madeira medindo 1,00 m de comprimento, 0,70 cm de largura e 0,40 de altura, onde na parte superior as mesmas ficaram abertas e protegidas por lonas plástica e telhas (figura 2). As composteiras foram preenchidas de acordo com cada tratamento com as fontes de carbono, maravalha, apara de gramas e podas de árvores e resíduos de peixes na altura de 0,30 cm respectivamente. As proporções entre as matérias primas foram baseadas em estudos de LIAO et al., (1995) e LAOS et al., (2002). A altura utilizada para as camadas do agente de estruturação foi de 0,10 cm, baseado na metodologia de PAIVA (2004) determinadas por pesagens e definida por medições com auxílio de uma fita métrica. Resultado no total de 6 kg de resíduo de peixe para cada composteira.

Durante o processo de compostagem, as células foram reviradas a partir do decimo quinto dia, seguindo novamente a cada cinco dias até o período de estabilização da temperatura das biomassas. A água foi adicionada com o auxílio de um recipiente graduado, na proporção de 30% da massa de cada biomassa (COSTA et al., 2005), o que correspondeu 2,4 L por composteira. As temperaturas do ambiente (máxima e mínima) para a região foram coletadas no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a temperatura da biomassa interna e da camada superficial foram aferidas diariamente com o auxílio de um termômetro de mercúrio.

Figura 1: Células de compostagem ou composteiras



Fonte: Nascimento (2020)

SILAGEM ÁCIDA

O material de estudo destinado a elaboração das silagens (nadadeiras, cabeça e vísceras) foi submetido a um processo de higienização, o qual consistiu em um cozimento sob temperatura de 100 °C, por um período de 45 minutos (NASCIMENTO et al., 2014).

Para a formulação das silagens ácidas (figura 3) foi adotada a metodologia descrita por Vasconcelos et al. (2011) e Nascimento et al. (2014) com adaptações. Foram elaboradas três silagens ácidas: Silagem A, formulada com 6% de ácido acético glacial, Silagem B, com 5% de ácido cítrico e 1% de ácido acético glacial e Silagem C, com 5% de ácido fumárico e 1% de ácido acético glacial. As silagens foram formuladas com os três lotes de resíduos tratados em triplicada. A hidrólise foi acompanhada com medições diárias de pH (com auxílio de um phmetro digital) e temperatura (com auxílio de um termômetro de mercúrio) até estabilização.

Figura 3: Silagens ácidas de peixe



Fonte: Nascimento (2020)

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA DAS MATÉRIAS PRIMAS, COMPOSTAGEM E SILAGENS

As análises físico-químicas das matérias primas usadas (Tabela 1) e das compostagens e silagens (Tabela 2 e 5), foram realizadas no laboratório de análises de alimentos da Universidade Nilton Lins. As análises seguiram os padrões metodológicos como segue: umidade realizadas em estufa a 105°C, cinzas em forno Mufla a 550°C, nitrogênio total e proteínas totais pelo método de digestão de Kjeldahl e a fração lipídica pelo extrator de Soxhlet, sendo as análises realizadas em triplicada de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2000).

A porcentagem do material orgânico foi calculada pela diferença do peso entre a matéria seca e as cinzas, conforme a metodologia descrita por Kiehl (2004), sendo que para obter o teor de matéria orgânica foi aplicada a equação $MO = 100 - \% \text{ de cinzas}$. O carbono orgânico total foi realizado através da divisão da matéria orgânica total por 1,8 (fator de Bemmelen), aplicando a equação $C = MO / 1,80$, seguindo os métodos descritos por Kiehl (2004) e o índice de mineração do composto foi realizado com auxílio da equação $IMC = \% CZ \div \% C$, onde $\% CZ = A$

porcentagem de cinzas na amostra; %C = A porcentagem de carbono orgânico total da amostra, conforme Drozd et al. (1997).

Tabela 1: Composição físico-química dos substratos, resíduo de peixe maravalha, poda de grama e aparado de árvores.

Parâmetros	Substrato			
	Resíduo de Peixe	Maravalha	Aparado de grama	Poda de árvore
pH	6,55±0,19	6,11±0,06	6,38±0,17	6,07±0,05
Umidade (%)	80,35± 1,58	20,30±4,10	16,73±0,10	16,66±0,11
Cinzas (%)	29,21 ±1,39	1,06±0,03	0,96±0,01	0,97±0,33
Matéria orgânica (%)	70,78±1,39	98,93±0,03	99,04±0,01	99,14±0,19
Carbono orgânico total (%)	39,32±0,77	54,96±0,02	55,02±0,00	55,08±0,01
Nitrogênio total (%)	11,01±0,03	0,23±0,21	1,70±0,08	1,48±0,02
Carbono/nitrogênio	3,57±0,08	234,41±21,32	32,26±0,79	37,18±2,09
Índice de mineralização	0,74±0,05	0,02±0,01	0,02±0,00	0,02±0,01

Fonte: Elaborada pelos autores

ANÁLISES ESTATÍSTICAS DOS RESULTADOS

A avaliação dos resultados foi realizada através da tabulação dos dados no Microsoft Excel® 2016. Os resultados de temperatura das compostagens orgânicas, rendimento das silagens, pH e temperatura das silagens foram discutidos com base na estatística descritiva. Para composição físico-química das compostagens e silagens foi aplicado análises de homogeneidade e normalidade para verificar se as médias apresentavam distribuição normal e posteriormente aplicou-se a análise de variância (ANOVA) e o teste de Turkey a um nível de significância de 5%. As variáveis que não apresentaram distribuição normal foram analisadas por ANOVA de Kruskal-Wallis. Todos os resultados foram expressos em média e desvio padrão.

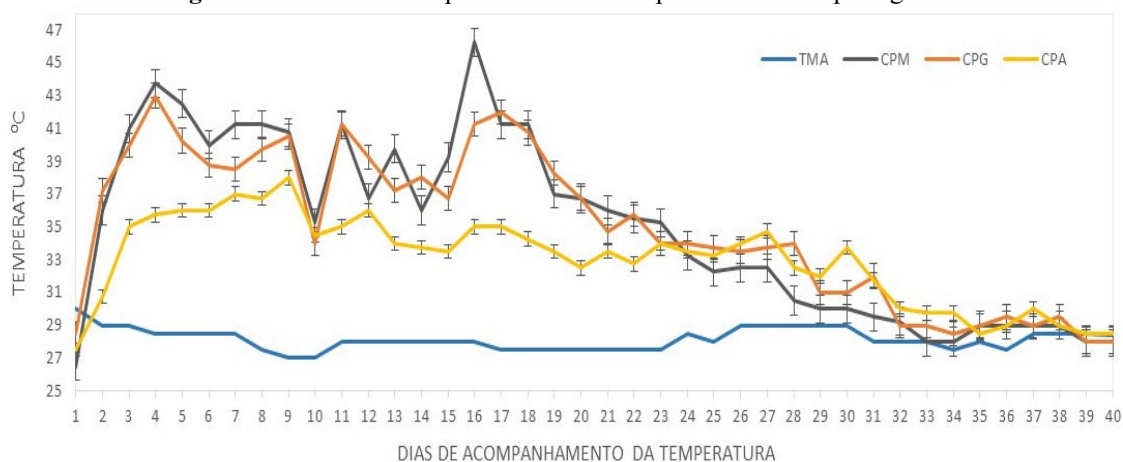
RESULTADOS E DISCUSSÃO

COMPOSTAGEM ORGÂNICA

Os valores referentes às temperaturas médias das compostagens com seus respectivos desvios padrões e os valores médios da temperatura ambiente, durante o período de 40 dias estão descritos na figura 4. Onde podemos observar que a estabilização das biomassas dos compostos de resíduo de peixe e maravalha (CPM), resíduo de peixe e aparado de grama (CPG) ocorreu próxima ao trigésimo segundo dia, e no composto de resíduo de peixe e poda de árvore

(CPA) ocorreu no trigésimo quinto dia, isso em decorrência a temperatura das biomassas atingirem temperaturas próximas a ambiente, conforme ilustra a figura 4.

Figura 4: Médias das temperaturas durante o processo de compostagem.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Legenda: TMA: temperatura média ambiente; CPM: compostagem de resíduo de peixe e maravalha. CPG: compostagem de resíduo de peixe e aparas de grama; CPA: compostagem de resíduo de peixe e poda de árvores.

Outro dado importante foram as biomassas CPM e CPG nos primeiros dias do processo de compostagem que atingiram temperaturas acima de 40°C, enquanto na biomassa CPA foi diferente. Sendo que a biomassa do composto CPM atingiu temperaturas mais altas (46,25°C) entre o décimo sexto e o décimo sétimo dia. As reduções e variações das temperaturas nas biomassas durante o processo de compostagem podem ter ocorrido devido a presença de chuvas intensas durante 18 dias na região, assim favorecendo a perda de calor e resultando na alta variação de temperatura. Em decorrência disto predominou-se as bactérias mesófila durante a maioria parte do período experimental em ambos os tratamentos.

Observa-se também que as biomassas CPM e CPG nos primeiros dias do processo de compostagem atingiram temperaturas acima de 40° C, o mesmo não foi observado para a biomassa CPA. Sendo que a biomassa do composto CPM atingiu temperaturas mais altas (46,3° C) entre o décimo sexto e o décimo sétimo dia. As reduções e variações das temperaturas nas biomassas durante o processo de compostagem podem ter ocorrido devido a presença de chuvas intensas durante 18 dias na região, assim favorecendo a perda de calor e resultando na alta variação de temperatura, em decorrência disso predominando a população de bactérias mesófila durante a maior parte do período experimental em ambos os tratamentos.

O comportamento da temperatura da biomassa observado nos tratamentos é característico dos processos de compostagem, apresentando o mesmo comportamento encontrado por Valente et al. (2016), em compostagem de resíduos de filetagem de pescado e

casca de arroz, por Kazemi et al. (2017) sobre compostagem baseada em resíduos de peixes marinhos, como observado por Sanes et al. (2015), em compostagem com resíduo de peixe e casca de acácia.

Segundo Kiehl (2004), logo após a montagem da leira a temperatura pode ser menor do que a do ambiente, devido ao resfriamento provocado pela evaporação da água presente na decomposição da massa, característica essa observada no presente estudo com ambas as biomassas apresentando temperaturas variando entre 26,5 a 27,5° C, enquanto a temperatura ambiente apresentava-se na faixa de 30° C. Segundo o mesmo autor, nos dias subsequentes, a decomposição do composto começa a gerar calor e a temperatura começa a subir: nessa ascensão tem-se inicialmente a fase mesófila, seguida de outra mais quente denominada termófila. Prosseguindo a decomposição, a temperatura vai baixar e o composto entrar na fase mesófila novamente.

Os resultados referentes à composição físico-química das compostagens estão presentes na tabela 2. Onde podemos observar que não ocorreu diferença significativa ($P > 0,05$) para os valores de pH, Cinzas, matéria orgânica total e índice de mineralização entre os tratamentos.

Tabela 2: Composição físico-química das compostagens após 40 dias de mistura dos resíduos de peixe e substratos.


Parâmetros	Compostagem		
	CPM	CPG	CPA
pH	7,92±0,09	8,12±0,0	8,09±0,04
Umidade (%)	55,59±0,59a	69,97±3,18b	69,63±6,20b
Cinzas (%)	2,58±0,48	3,28±1,75	4,72±0,04
Matéria orgânica (%)	97,42±0,48	96,72±1,74	95,28±0,04
Carbono orgânico total (%)	54,12±0,26	53,74±0,97	52,93±0,02
Nitrogênio total (%)	0,96±0,45b	1,42±0,10a	1,16±0,23ab
Relação carbono/nitrogênio	56,54±2,41a	47,49±2,72ab	37,35±2,71b
Índice de mineralização	0,05±0,03	0,06±0,00	0,09±0,01

Fonte: Elaborada pelos autores.

Legendas: CPM: compostagem de resíduo de peixe e maravalha; CPG: compostagem resíduo de peixe e apra de grama; CPA: compostagem de resíduo de peixe e poda de árvores.

Os valores encontrados nos parâmetros avaliados na composição físico-química das compostagens estão próximos aos valores encontrados por Valente et al. (2016), em seu estudo com compostagens de resíduos de filetagens de pescados e casca de arroz. O pH e a relação carbono/nitrogênio também apresentaram valores próximos aos encontrados por Kazemi et al. (2017), em sua pesquisa com compostagem baseada em resíduos de pescados marinhos.

Segundo o MAPA – Instrução Normativa nº 25, de 23/07/2009, os valores de pH mínimo aceitável para a comercialização de composto orgânicos devem ser iguais ou maior que 6,0. Deste modo, para o parâmetro pH, os compostos avaliados neste estudo atendem tal



legislação vigente. De acordo Iglesias-Jiménez e Pérez García (1989), valores baixos de pH são indicativos de falta de maturação devido à curta duração do processo ou à ocorrência de processos anaeróbios no interior da pilha em compostagem. Já Kiehl (2004) descreve que o pH fornece informações sobre o estado de decomposição da matéria orgânica, onde a matéria-prima crua tem reação ácida; quando neutra ou quase neutra, o composto está estabilizado, assim, o composto humificado apresentará obrigatoriamente reação alcalina.

De acordo com Drozd et al. (1997), os valores de Índice de mineralização devem ser maiores que 1,30, pois quando mais alto este valor, maior a mineralização da matéria orgânica, sendo este valor maior dos que os observados para os compostos avaliados (Tabela 2), os resultados do presente estudo corroboram com os obtidos por Valente et al. (2014) que observaram valores de 0,1 para compostagem de resíduo de peixe e maravalha.

No entanto, os valores de umidade para os compostos estão acima dos recomendados pela legislação ($\leq 50\%$). Esses valores acima dos recomendados podem ter sido influenciados pela presença de fortes chuvas que deixavam ao redor das composteiras inundadas durante 18 dias. Segundo Liang et al. (2003), a umidade é um fator primordial para a atividade metabólica e fisiológica dos microrganismos. Mas valores maiores acima de 50% podem fazer com que a água ocupe os espaços vazios do meio, impedindo a livre passagem do oxigênio na biomassa do composto.

Para os valores de nitrogênio e relação C/N foi observado diferença ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Sendo as medias para nitrogênio total, estando dentro dos valores recomendados pela legislação. Já os valores de relação C/N estão acima dos recomendados para o uso de fertilizantes, de acordo com a instrução normativa nº 25/2009 que sugere uma relação igual ou menor que 20/1. Segundo Kiehl (2004), quando um fertilizante orgânico com uma relação C/N alta é aplicado em um cultivo de plantas, os microorganismos retiram N do solo na forma de NH_3 , que estará indisponível para as raízes das plantas.

Os resultados do presente estudo referentes a C/N corroboram Zhu (2007) afirma que valores mais elevados de relação C/N significam que não há nitrogênio suficiente para um ótimo crescimento das populações microbianas, havendo imobilização de nitrogênio pelos microorganismos, prejudicando assim a velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos. As diferenças significativas ($P > 0,05$) observadas entre os compostos avaliados sugerem que a composição dos materiais que constituíram as misturas tem influenciado no processo de compostagem. Segundo Kiehl (2004), o acompanhamento da relação C:N durante a

compostagem permite conhecer o andamento do processo, pois quando o composto atinge a semicura, a relação C:N se situa em torno de 18/1, e quando atinge a maturidade, ou seja, transformou-se em produto acabado ou humificado, a relação C/N se situa em torno de 10/1.

SILAGEM ÁCIDA

O rendimento das silagens elaboradas com diferentes concentrações de ácidos orgânicos, apresentou rendimento variando entre 56,24 a 56,79% para as silagens úmidas e 18,86 a 23,06% para as frações secas, em função do peso dos resíduos *in natura* (tabela 1). Resultado estes próximos aos observados por Nascimento et al. (2014), utilizando 12 % de ácido acético glacial, onde alcançaram um rendimento de 54,44% para silagem úmida e 16,34 para silagem seca. Enquanto Vasconcelos et al. (2011), em silagens de resíduos de tilápia com 6 % de ácido acético glacial, apresentaram um rendimento de 37% na parte úmida e 9,86 para fração seca, valores estes abaixo dos observados no presente estudo, onde podemos observar uma perda de água mais pronunciada na silagem A (18,86 %) do que nas demais (tabela 3).

Tabela 3: Rendimento do processo silagem ácida de resíduos de peixes, em função do resíduo *in natura*.

Descrição	Tratamentos					
	Silagem A (kg)	%	Silagem B (kg)	%	Silagem C (kg)	%
Resíduo <i>in natura</i>	1,097	100	1,097	100	1,097	100
Resíduo triturado	0,721	66,00	0,721	66,00	0,721	66,00
Silagem úmida	0,617	56,24	0,619	56,42	0,623	56,79
Silagem seca	0,207	18,86	0,231	21,05	0,253	23,06

Fonte: Elaborada pelos autores.

Legendas: Silagem A, formulada com 6% de ácido acético glacial; silagem B, formulada com 5% de ácido cítrico e 1% de ácido acético glacial; silagem C, formulada com 5% de ácido fumárico e 1% de ácido acético glacial.

Os parâmetros de pH e temperatura das silagens apresentaram variações contaste ao longo do processo de ensilado, sendo que a estabilização desses parâmetros ocorreu para silagem A no vigésimo terceiro dia, silagem B, no decimo nono e para silagem C, no vigésimo sétimo dia (tabela 4). Podemos observar que ao decimo dia do processo de ensilado, ambas as silagens apresentaram uma queda expressiva nos valores de pH (3,0 a 3,59) e um aumento na temperatura (29,10 a 29,30°C), e que os valores de pH nas silagens B e C apresentaram valores de pH abaixo de 4 durante todo processo. De acordo com Raa e Gildberg (1982), essa variação nos valores de pH e temperatura pode ser explicado pelo fato de que as reações de hidrólise ocorridas pela adição dos ácidos desprenderam calor para o ambiente.

Vasconcelos et al. (2011) e Nascimento et al. (2014), em silagens elaboradas com 6 e 12% de ácido acético glacial, observaram em seus estudos que o tempo de estabilização das silagens foi no trigésimo quarto dia e trigésimo primeiro dia respectivamente. Já para Vidotti (2001), a estabilização das silagens fermentada e ácida ocorreu no trigésimo primeiro dia. Segundo Seibel e Soares (2003) e Carvalho et al. (2006) valores de pH na faixa de 4 para silagens é ideal para o favorecimento da atividade de algumas enzimas, além de impedir a proliferação de micro-organismos patogênicos indesejáveis que causam a decomposição anaeróbica de proteínas e a putrefação.

Tabela 4: Valores médios de pH e temperatura das silagens ácidas de resíduos de peixes.

Tempo (dias)	pH			Temperatura (°C)		
	Silagem A	Silagem B	Silagem C	Silagem A	Silagem B	Silagem C
1°	4,05±0,07	3,59±0,01	3,70±0,00	26,50±0,40	27,00±0,10	27,00±0,10
10°	3,59±0,01	3,02±0,02	3,00±0,03	29,10±0,10	29,30±0,02	29,15±0,21
19°	4,09±0,01	3,60±0,01	3,59±0,09	26,10±0,14	27,00±0,00	25,70±0,14
23 - 27°	4,11±0,01	-	3,67±0,06	26,30±0,07	-	26,40±0,09

Fonte: Elaboração pelos autores.

Legendas: Silagem A, formulada com 6% de ácido acético glacial; silagem B, formulada com 5% de ácido cítrico e 1% de ácido acético glacial; silagem C, formulada com 5% de ácido fumarico e 1% de ácido acético glacial.

Os resultados da composição físico-química das silagens ácidas e resíduos de peixes, estão descritos na tabela 5, onde observa-se que não houve diferenças estatística ($P < 0,05$) para umidade, cinzas e nitrogênio total. Já o teor proteico dos resíduos de peixes foi estatisticamente inferior aos teores observados nas silagens, fato esse que pode ser indicativo de que a elaboração das silagens ácidas permitiu melhor aproveitamento das proteínas em decorrência da hidrólise proteica. Vidotti (2001) em trabalho utilizando resíduo de tilápia observou teor de 39,6% de proteína. Já Oliveira et al., (2006) com silagem ácida de resíduo de filetagem de tilápia encontraram valores para proteína de 39,08 a 48,30% no 1° e 30° dias de estocagem, respectivamente, apresentando resultados superiores aos encontrados neste trabalho.

Tabela 5: Composição físico-química dos resíduos de peixe e das silagens ácidas.

Composição %	Tratamentos				Valor de P
	Resíduo de Peixe	Silagem A	Silagem B	Silagem C	
Umidade	55,51± 5,01	66,44± 2,01	62,71±1,16	59,43±5,91	0,12
Proteína	18,43 ±1,39a	28,46±2,17b	27,04±3,75b	29,42±1,33b	0,04
Lipídeo	24,31±1,87a	32,82±2,19b	25,89±2,03a	28,55±2,19b	0,03
Nitrogênio total	3,90±1,39	4,55±2,01	4,32±1,16	4,70±1,33	0,16
Cinzas	6,08±1,02	6,53±1,02	7,69±0,88	6,08±1,48	0,08

Fonte: Elaboração pelos autores.

Legendas: Silagem A, formulada com 6% de ácido acético glacial; silagem B, formulada com 5% de ácido cítrico e 1% de ácido acético glacial; silagem C, formulada com 5% de ácido fumarico e 1% de ácido acético glacial.

Para os teores de lipídeos foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as silagens e resíduos de peixes, onde podemos observar que as silagens A e C apresentaram os maiores teores desse nutriente (32,82 e 28,55%) respectivamente. Ferraz de Arruda et al. (2006) apresentaram um percentual de 18,40% no teor de lipídio em silagem ácida de tilápia. Já Vasconcelos et al., (2011) indicaram níveis de lipídeo de 23,83% para silagem ácida úmida e 13,25% para silagem seca. Valores estes inferiores aos encontrados no presente estudo. Segundo Pimenta et al. (2008) o conteúdo de gordura presente tanto na matéria prima como na silagem é um importante parâmetro de qualidade a ser considerado no produto.

A variação na composição físico-química dos nutrientes em silagens de resíduos de peixes pode ocorrer tanto pela variação na composição química das espécies, tipo de resíduos, ingredientes utilizados na elaboração e formas de processamento das silagens (CARVALHO et al., 2006; BOSCOLO et al., 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros físico-químicos avaliados ao final do processo de produção das compostagens servem para avaliar a eficácia do processo. Assim, observando que o método de compostagem é uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos de peixe, mesmo os resultados do presente estudo tenham apresentado valores para umidade e relação C/N superiores aos recomendados pela instrução normativa nº 25/2009 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para o uso de fertilizantes orgânicos para ambas os compostos avaliados, desta forma, sugerindo um substrato com maior fonte nitrogênio para a elaboração de compostos orgânicos nas condições experimentais do presente estudo.

Os resultados do presente estudo referente a elaboração de silagens ácidas de resíduos de peixes mostrou-se ser uma alternativa viável para agregar valor aos resíduos de peixes descartados em feiras e peixarias, bem como contribuir com a diminuição da emissão de poluentes ao meio ambiente. Além disso, servir como subsídio na produção de rações de baixo custo para a aquicultura.

REFERÊNCIAS

ABIMORAD, E.G *et al.* Silagem de peixe em ração artesanal para tilápia-do-nilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 5, p. 519-525, 2009.

AOAC. Official methods of analysis, 17 ed., Washington, DC: **Association of Official Analytical Chemists**, 2000. 937 p.

ARAÚJO, F. B. Avaliação de adubos orgânicos elaborados a partir de resíduo de pescado, na cultura do feijão (*Phaseolus Vulgaris*). **Cadernos de Agroecologia**. Pelotas, RS. 2010.

ASSANO, M. **Utilização de diferentes fontes e níveis de proteína no crescimento da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*)**. 2004. 35 f. Dissertação (Mestrado em Aquicultura) – Centro de Aquicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

BOSCOLO, W. R *et al.* Rações orgânicas suplementadas com farinha de resíduos de peixe para juvenis da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 686-692, 2010.

BRASIL. 2009 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA nº25, de 23 de julho de 2009**. Dispõe sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Diário Oficial da União de 28 de julho de 2009, Seção 1, p.20.


CARVALHO, G. G. P *et al.* Silagem de resíduo de peixes em dietas para alevinos de tilápia-do-nilo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.126-130, 2006.

COSTA, M. S. S *et al.* Efeito da aeração no primeiro estágio da compostagem de carcaça de aves. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 549-556, 2005.

DROZD, J. *et al.* Organic matter transformation and humic indices of compost maturity stage during composting of municipal solid wastes. **Grunwaldzka**, v. 53, p. 855-861, 1997.

ESPÍNDOLA FILHO, A.; OETTERER, M.; TRANI, P. E. *Processamento agroindustrial de resíduos de peixes, camarões, mexilhões e ostras pelo sistema cooperativo, em setor de pescado*. In: Work Shop –Tecnologia de Pescado. Ital, 2000. 16 p.

FERRAZ DE ARRUDA, L *et al.* Nutritional aspects of Nile tilápia (*Oreochromis niloticus*) silage. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.4, p.749-753, 2006.



IGLESIAS-JIMÉNEZ E.; PÉREZ GARCÍA V. Evaluation of city refuse compost maturity: a review. **Biological Wastes** 27, 115-142, 1989.

KAZEMI, K.; ZHANG, B.; LYE L. M.; ZHU, Z. Evaluation of state and evolution of marine fish waste composting by enzyme activities. **Canadian Journal of Civil Engineering** 44, 348-357, 2017.

KIEHL, E. J. Fertilizantes Orgânicos. Piracicaba: **Editora Agronômica Ceres Ltda.**, 1985, 492p.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto.** Piracicaba,:E. J. Kiehl, 1998.

Kubitza F.; Campos J. L. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. **Panorama da aquicultura**, 16, 23-29, 2006.

KUBITZA, F.; CAMPOS, J. L. O aproveitamento dos subprodutos do processamento de pescado. **Panorama da Aquicultura**. v. 16, n. 94, p.23-29, 2006.

LAOS, F.; *et al.* Composting of fish offal and biosolids in Northwestern Patagonia. **Bioresource Technology**, 81: 179-186, 2002.

LIANG, C.; DAS, K. C.; MCCLENDON, R. W. The influence of temperature and moisture contents regimes on the aerobic microbial activity of a biosolids composting blend. **Bioresource Technology**, v.86, p. 131-137, 2003.

LIAO, P. H.; MAY, A. C.; CHIENG, S. T. Monitoring process efficiency of a full-scale invessel system for composting fisheries wastes. **Bioresource Technology**, v.54, p. 159-163, 1995.

MAIA, W. M.; NUNES, M. L.; FIGUEIREDO, M. J.; BRAGAGNOLO, N. Caracterização da fração lipídica de silagens de resíduos de tilápia para utilização em rações para aquicultura. **In: Anais do Simpósio Brasileiro de Aquicultura**, v. 2, p.55-64, 1998.

MATOS, A. T *et al.* Compostagem de alguns resíduos orgânicos, utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p.199-203, 1998.


Melo F. O *et al.* Aproveitamento do resíduo a partir do beneficiamento de pescado de uma indústria pesqueira no norte do Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar** 44, 5-11, 2012.

NASCIMENTO, S. *et al.* Avaliação e caracterização do processo de compostagem de resíduos de peixes. **Revista Pubvet**, v.12, n.11, a217, p.1-7, 2018.

NASCIMENTO, S. M.; FREITAS, K. F. S.; SILVA, M. V. Produção e caracterização de silagens de resíduos de peixes Comercializados no mercado público de Parnaíba-PI, **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, v.10, n.18, p. 2014.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado.** Guaíba: Agropecuária, 2002.

OLIVEIRA A. L.T *et al.* Alternativa sustentável para descarte de resíduos de pescado em Fortaleza. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, 6, 1-16, 2012.



OLIVEIRA, M. M *et al.* Digestibilidade e desempenho de alevinos de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem ácida de pescado. **Ciência Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1196-1204, 2006.

PAIVA D. P. 2004. Uso da compostagem como destino de suínos mortos e restos de parição. **In: Manual de boas práticas** (ed. by Oliveira PA), pp. 100-104. EMBRAPA, Concórdia, Santa Catarina, Brasil.

PEIXOTO, R. T. dos G. Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo. Londrina, PR: **IAPAR**, 1988. p. 48.

PESSATTI M. L. 2001. **Aproveitamento dos subprodutos do pescado**. Meta 11.

PIMENTA, M. E. S. G.; FREATO. T. A.; DE OLIVEIRA, G. R. Silagem de pescado: uma forma interessante de aproveitamento de resíduos do processamento de peixes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n. 4, p.592-598, 2008.

PINTO, B. B.V.; BEZERRA. A, E.; AMORIM, E.; VALADÃO, R. C.; OLIVEIRA, G, M. O resíduo de pescado e o uso sustentável na elaboração de coprodutos. **Revista Mundi Meio Ambiente e Agrárias**, v. 2, p. 1-26, 2017.

RAA, J.; GILBERG, A. Fish silage. *Journal of the Food Science and Nutrition*, v. 61, p.383-419, 1982.

SANES F. S. M *et al.* Compostagem e fermentação de resíduos de pescado para produção de fertilizantes orgânicos Waste composting and proving fish for production the organic fertilizers. Semina: **Ciências Agrárias** 36, 1241-1252, 2015.

SEIBEL, N. F.; SOARES, L. A. S. Produção de silagem química com resíduos de pescado marinho. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.2, p.333-337, 2003.

TEDESCO, M. J *et al.* **Análises de solo, plantas e outros materiais**. POA: Faculdade de Agronomia/UFRGS, 1995.174p.

VALENTE, B. S. *et al.* Compostagem na gestão de resíduos de pescado de água doce. **Boletim do Instituto de Pesca**, São Paulo, v.40, n. 1, p.95-103, 2014.

VASCONCELOS, M. M. M.; MESQUITA, M. S. C.; ALBUQUERQUE, S. P. Padrões físico-químicos e rendimento de silagem ácida de tilápia. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v.6, n.1, p.31-34, 2011.

VIDOTTI, R. M. **Produção e utilização de silagens de peixes na nutrição do pacu (*Piaractus mesopotamicus*)**. 2001. Tese (Doutorado em Aqüicultura) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Aqüicultura, Jaboticabal. SP.

VIDOTTI, R. M.; VIEGAS, E. M. M.; CARNEIRO, D. J. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. **Animal Feed Science and Technology**, v. 105, p. 199-204, 2003.

ZHU, N. Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw. **Bioresource Technology**, v.98, p, 9-13, 2007.



CAPÍTULO 20

EMPREGO DA RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA DESINFECÇÃO DE ESGOTO SANITÁRIO

Stefanny Guimarães da Silva, Graduanda de Engenharia Ambiental, UNICENTRO
Jeanette Beber Souza, Professora Dr^a de Engenharia Ambiental, DENAM UNICENTRO

RESUMO

O curso de Engenharia Ambiental da UNICENTRO e o Programa de Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental (PPGESA-UNICENTRO/UEPG) vem realizando há cerca de 10 anos, pesquisas que empregam a radiação UV como alternativa para desinfecção de esgoto sanitário. No contexto de urgente consolidação das boas práticas sanitárias, visando melhorar o nível de saúde da população, o presente trabalho de TCC revisita algumas das principais pesquisas desenvolvidas no âmbito do curso de Engenharia Ambiental da UNICENTRO que abordaram o uso da radiação ultravioleta como agente alternativo ao cloro para desinfecção de esgoto sanitário, atrelado ainda à revisão narrativa da literatura sobre o tema. A radiação UV é um processo físico de desinfecção que atinge o DNA dos microrganismos, impedindo sua capacidade de reprodução. Nesse caso, não há geração de subprodutos tóxicos, a operação é simples, além do curto tempo de contato. Os resultados alcançados pelas pesquisas avaliadas permitiram concluir que o uso da radiação ultravioleta pode ser uma excelente alternativa de desinfecção.

PALAVRAS-CHAVE: Desinfecção, raios UV, águas residuárias; microrganismos indicadores.

1. INTRODUÇÃO

O lançamento de esgoto sanitário, *in natura* ou parcamente tratado, nos corpos hídricos prejudica a estética do ambiente, diminui as fontes de água disponíveis para potabilização, além de serem fontes inequívocas de contaminação, possibilitando a transmissão de várias doenças infecciosas à população causadas por bactérias, vírus entéricos e parasitas intestinais (SHAKIR *et al.*, 2017).

“A ausência de serviços adequados de abastecimento de água e de coleta de esgoto em áreas urbanas propiciou a ocorrência de doenças em escala massiva” discorreu Chadwick, (1842), ao retratar as condições sanitárias em Londres em meados do século 19.

1. CONTEXTO ATUAL

Na atualidade, é fato informar, e tais dados podem ser acessados diretamente da plataforma DataSUS do governo federal, que os investimentos em saneamento melhoram a qualidade de vida, aumentam a expectativa de vida, resultam em economia ao diminuir número de internações e gastos com medicamentos, e contribuem de forma relevante para a redução do número de mortes (DANIEL, 2013).

No contexto da pandemia de COVID-19 o debate sobre acesso ao saneamento básico no Brasil ganha contornos ainda mais relevantes, por se tratar de uma variável de grande importância profilática nas ações de combate à doença. Os resultados compilados por Ferreira, Silva e Figueiredo Filho (2020) apontaram que as capitais brasileiras com maiores níveis de acesso ao saneamento básico foram também as que apresentaram as menores taxas de incidência e mortalidade pela COVID-19. Ou seja, saneamento de qualidade está associado a menores níveis de casos e óbitos. Os autores refletem ainda que, investimento na expansão das infraestruturas de água e esgoto, bem como na melhoria da gestão desses serviços constituem importantes estratégias para mitigação de doenças infecciosas.

Devido à possibilidade de transmissão de doenças por excretas, o esgoto deve ser tratado. Muito embora, cistos de protozoários e ovos helmintos sejam removidos, em sua maior parte, por sedimentação/filtração a principal etapa do tratamento de esgoto sanitário que visa a inativação microbiana é a desinfecção.

2. DESINFECÇÃO

Desinfecção é a destruição parcial ou inativação de organismos causadores de doenças por meio da exposição a agentes químicos como o cloro, ozônio, ou físicos, como a radiação ultravioleta (METCALF; EDDY, 2003).

Desinfecção de águas residuárias difere-se da esterilização, uma vez que não elimina todo e qualquer microrganismo vivo, mas visa destruir ou reduzir tipos específicos de microrganismos, em especial os patógenos (HAWRYLIK, 2020). A desinfecção é a etapa onde ocorre a redução da densidade de microrganismos de interesse para que se cumpra a legislação ambiental quanto ao lançamento em corpos hídricos e/ou para fins de reuso.

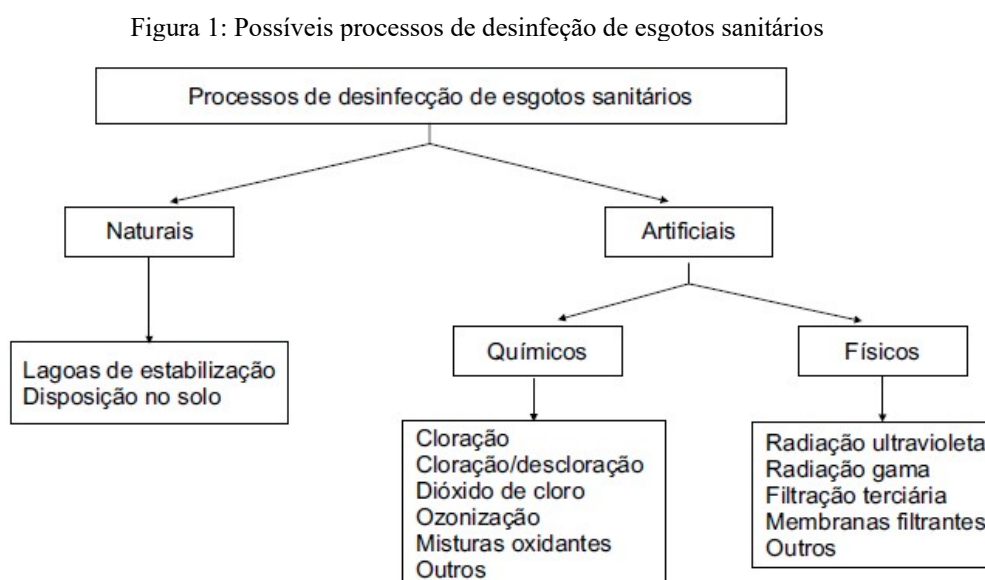
2.1 MENSURANDO A DESINFECÇÃO

Para a mensuração da eficiência dos tratamentos, são utilizados microrganismos indicadores de contaminação fecal. Os indicadores permitem avaliar o risco de contaminação por matéria fecal que podem transportar microrganismos patogênicos (RODIER *et al.*, 2009). Comumente, se faz o uso de bactérias do grupo coliforme, mais especificamente a *Escherichia coli* como microrganismos indicadores de contaminação fecal, além de outros como colifagos e *Clostridium perfringens* também são empregados, sendo que este último indica poluição fecal mais remota do que a indicada pela *E. coli* (PEDROSO *et al.*, 2018). Os microrganismos escolhidos como indicadores de contaminação fecal devem apresentar uma série de características, dentre elas, serem exclusivamente originárias do trato gastrointestinal humano e não serem transmissores de doenças.

2.2 MÉTODOS DE DESINFECÇÃO


A desinfecção pode ocorrer por meio da destruição ou danificação das estruturas celulares, ou pela alteração de importantes compostos envolvidos no catabolismo, síntese e/ou crescimento celular.

Na figura 1 são apresentadas algumas alternativas tecnológicas de desinfecção de esgotos sanitários.



Fonte: Gonçalves *et al* (2003).

Importante salientar que a decisão pela implementação da desinfecção de esgotos não é tarefa simples, e deve estar em consonância com os padrões de qualidade estabelecidos para as



diferentes situações, devendo-se se considerar ainda: os custos envolvidos, a eficácia com relação à efetiva remoção das quatro principais classes de organismos de interesse em termos de saúde pública (bactérias, vírus, protozoários, helmintos), possível geração de compostos tóxicos, usos do corpo receptor, visão integrada da bacia hidrográfica, entre outros aspectos (VON SPERLING, 2005).

A eficácia do processo de desinfecção dependerá da qualidade do esgoto submetido ao processo, dessa forma essa etapa deve ser realizada após outras etapas de tratamento, na maioria das vezes físicas e biológicas (HAWRYLIK, 2020).


2.2.1 CLORO

No saneamento ambiental o uso do cloro como principal agente oxidante para diversas finalidades faz com que seu emprego também seja primeiramente cogitado quando se pretende a desinfecção de esgotos sanitários. De fato, o cloro é efetivo para inativação de microrganismos patogênicos, entretanto, tendo em vista o elevado poder de oxidação do cloro, para a satisfação da demanda, são necessárias elevadas dosagens de aplicação, o que encarece o processo.

Ainda, ressalta-se a preocupação relativa à geração de subprodutos tóxicos aos seres humanos e contaminantes formados a partir da cloração quando na presença de ácidos húmicos ou fúlvicos e outros que podem dar origem aos trihalometanos, compostos potencialmente carcinogênicos (HUA; YEATS, 2009; BRASIL, 2007). Deve-se ainda destacar a preocupação quanto à toxicidade relativa aos seres aquáticos do corpo receptor provocada pelo cloro residual. Ou seja, o cloro residual deve ser monitorado de forma que apresente valores mínimos a ponto de não causar efeitos deletérios a esses ambientes. Nesse sentido, exige-se a descloração dos efluentes antes do lançamento no corpo receptor, quando do uso do cloro.

3. RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA

Dentre os agentes desinfetantes alternativos ao cloro, destaca-se a radiação ultravioleta, a qual só passou a ser amplamente pesquisada visando aplicação em estações de tratamento de esgoto na segunda metade do século XX, embora o poder germicida de raios solares já fosse bem conhecido, desde o século anterior. O intervalo temporal se deu devido ao lento desenvolvimento das lâmpadas germicidas, aliado ao fato de que a técnica da cloração sempre se sobrepôs em grande medida.



O método de desinfecção por radiação UV apresenta excelentes resultados, além de ser considerado ecologicamente mais favorável, por não propiciar residual químico remanescente à água ou efluente. A desinfecção com radiação ultravioleta é eficaz na inativação de microrganismos patogênicos de elevada importância para a saúde pública (HAWRYLIK, 2020).


Hijnen *et al.*, (2005) observaram que o Adenovírus é o vírus mais resistente à radiação ultravioleta, bem como os esporos bacterianos, em contrapartida, o vírus da hepatite A foi o mais sensível à radiação UV. O Norovírus, responsável por gastroenterites virais, teve baixo potencial de inativação quando comparado a outros vírus. Bactérias e esporos encontrados no ambiente natural são mais resistentes que aqueles cultivados em laboratórios, sendo necessária maior dosagem para inativação. Comumente as espécies ambientais são mais resistentes que as espécies semeadas, isto foi observado no caso de *Salmonella spp*, Coliformes fecais, enterococos, *Bacillus spp* e coliformes termotolerantes (MAMANE-GRAVETZ *et al.*, 2005; MAYA *et al.*, 2003; WATERCARE, 2002). No entanto, os adenovírus ambientais foram menos resistentes a radiação UV do que os adenovírus semeados (HIJNEN *et al.*, 2005).

Clancy *et al.* (1998) observaram que oocistos de *Cryptosporidium parvum* e *Giardia muris* são altamente sensíveis a radiação ultravioleta. Johnson *et al.* (2005) demonstraram que oocistos de *C. homini*, também apresentaram sensibilidade. Embora esses protozoários sejam menos sensíveis a radiação UV se comparados com as bactérias, eles são mais susceptíveis do que os vírus.

Estudos científicos comprovaram que a tecnologia de desinfecção por radiação UV é também eficaz contra oocistos de *Cryptosporidium* e *Giardia*, dois protozoários patogênicos de grande importância quando se trata da segurança quanto ao consumo de água. O protozoário *Acanthamoeba* é altamente resistente aos raios UV (HIJNEN *et al.*, 2005).

3.1 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA RADIAÇÃO UV

Dentre as vantagens da desinfecção por radiação UV está a não geração de subprodutos tóxicos e o fato de não ser um tratamento corrosivo (LIBERTI *et al.*, 2003), a ampla variedade de microrganismos passíveis de inativação, a menor utilização de espaço físico para implantação comparativamente a outros métodos de desinfecção, é de fácil operação, elimina os riscos na geração, manuseio, transporte e estocagem de produtos químicos, além de apresentar um curto tempo de contato, em torno de 20 a 30 segundos, é uma tecnologia sem



resíduos e sem geração de subprodutos (BOUROUACHE *et al.*, 2019). Torna-se, sob alguns aspectos, uma tecnologia mais competitiva/vantajosa que a cloração em várias aplicações.

A eficácia da radiação UV está relacionada à dose de energia absorvida por cada organismo, dosagens baixas podem não ser eficientes para inativação de alguns vírus, esporos e cistos, podendo ocorrer apenas a danificação do material genético ao invés de sua destruição (COLLIVIGNARELLI *et al.*, 2017). Além disso, a eficiência é altamente influenciada pelo tempo de exposição e pelas condições do efluente em exposição (FARRELL *et al.*, 2018).


Carga elevada de sólidos suspensos totais reduz significativamente a eficiência do tratamento UV (SHARRER *et al.*, 2005). Assim, para que a radiação UV possa penetrar satisfatoriamente na massa líquida, com menor demanda de energia, idealmente, o efluente deve ser bem clarificado (BOUROUACHE *et al.*, 2019; SHAHAWY *et al.*, 2019).

Diferentemente do que ocorre no caso do cloro ou ozônio, a desinfecção por radiação UV não é afetada pelo pH e temperatura do efluente, ou pela presença de matéria orgânica reativa (SEVERIN *et al.*, 1983; USEPA, 2003). A variabilidade quanto à aplicação da dosagem de radiação se dá pela qualidade da água, propriedades de adsorção, reflexão e refração, e pelo tempo de detenção hidráulica e não pela interação com a matéria orgânica do efluente. No entanto, a presença de compostos orgânicos e inorgânicos que absorvem radiação ultravioleta reduz sua intensidade. Também, o reflexo causado pelos materiais usados na construção dos reatores UV influencia na eficiência de inativação (SOMMER *et al.*, 1996), muito embora este fator tenha pouca influência naqueles sistemas que contenham várias lâmpadas, devido à maior relação superfície-volume.

Destaca-se ainda a necessidade de um programa preventivo para o controle da formação de biofilmes nos tubos, no caso de reatores com lâmpadas imersas, pois, o contato direto da lâmpada com o efluente a ser tratado possibilita essa formação. Além do mais deve-se atentar também aos fenômenos de fotorreativação e recuperação no escuro, que são mecanismos de defesa de preservação das espécies. Além disso, estudos relatam aumento da resistência à radiação ultravioleta em bactérias ambientais e esporos bacterianos (HIJNEN *et al.*, 2005).

3.3 LAMPÂDAS GERMICIDAS

Na radiação UV ocorre transferência de energia eletromagnética de comprimentos de ondas curtos ao material genético dos microrganismos por meio de lâmpadas especiais, assim, quando a radiação UV penetra a parede celular do microrganismo-alvo, ela é capaz de interferir



na biossíntese e na reprodução celular, ocasionando danos aos ácidos nucleicos dos microrganismos inativando-os (USEPA, 1999; AGUIAR, 2000; BARROSO, 2009).


Os agentes físicos responsáveis pela transferência de radiação UV são as lâmpadas germicidas, que podem ser de mercúrio, ou não, e instaladas no reator de maneira emersa ou imersa. Nos reatores com lâmpadas emersas o líquido não entra em contato com as lâmpadas, dessa forma a durabilidade delas aumenta, já nos reatores com lâmpadas imersas ocorre o contato direto das lâmpadas com o líquido a ser desinfetado, o que faz com que seja aumentada a formação de biofilme nas lâmpadas, com mais manutenção e redução do tempo de vida útil das lâmpadas.

As lâmpadas de radiação UV geralmente possuem um tubo de quartzo que contém um gás inerte, comumente o argônio, e mercúrio. Os raios UV são emitidos pelo fluxo de elétrons do vapor de mercúrio ionizado das lâmpadas germicidas. Para que haja a inativação microbiana os raios UV precisam atravessar a célula, penetrar a membrana celular externa para então atingir o material genético e impedir a reprodução microbiana (GONÇALVES, 2003).

As lâmpadas germicidas não são revestidas com fósforo como as lâmpadas fluorescentes, desta forma só transmitem a radiação ultravioleta. Os reatores são os responsáveis por controlar a potência das lâmpadas, eles podem ser eletrônicos ou eletromagnéticos. Os eletrônicos operam com frequência bem mais elevada, resultando em temperaturas mais elevadas e maior vida útil em relação ao eletromagnético (BARROSO, 2009). As lâmpadas podem ter envoltório de proteção e podem ser inseridas em escoamento forçado em um conduto opaco. Em reatores de canais abertos as lâmpadas podem ser dispostas paralelas ou transversalmente ao fluxo.

A emissão de radiação UV entre os comprimentos de onda de 185 a 254 nm ocorre pelas lâmpadas de baixa pressão, recomendadas para pequenas vazões de água, geralmente de poço. As de média pressão emitem radiação entre 180 a 400 nm, não são influenciadas por variações de temperatura. E as lâmpadas de média pressão e alta intensidade são usadas quando a vazão é muito elevada, pois com elas o espaço é menor por precisar de um menor número de lâmpadas (DI BERNARDO E DANTAS, 2005).

Comumente utilizam-se as lâmpadas germicidas à vapor de mercúrio, no entanto, o mercúrio é extremamente tóxico à saúde humana e prejudicial ao ambiente, principalmente se houver a quebra da lâmpada durante a operação (NANCE *et al.*, 2012). Além do mais, estas lâmpadas são frágeis e sensíveis à variação de temperatura, dessa forma, os diodos emissores



de luz ultravioleta (UV-LED) vêm tomando frente como uma nova fonte de lâmpadas UV, são de alta durabilidade, não possuem mercúrio em sua composição, permitem o uso com alta luminescência e menor gasto energético, tem *design* compacto e não necessitam de tempo para estabilização (SILVA, 2018; CHEVREMONT *et al.*, 2013; WÜRTELE *et al.*, 2011;). No entanto, as lâmpadas LED são de baixa potência e o custo, atualmente, ainda é maior do que das lâmpadas UV convencionais.

Na radiação UV-LED não é possível mensurar a intensidade da luz através de instrumentos como o radiômetro, uma vez que essas lâmpadas possuem emissão de luz em todas as direções, abrangendo um arco hemisférico e não uma radiação com feixe em forma colimada como as lâmpadas de bulbo de mercúrio (SONG *et al.*, 2016). Teoricamente, as lâmpadas LED apresentam vantagens como menor manutenção, uma vez que o calor gerado é dissipado do lado oposto ao da fonte de luz e as lâmpadas de mercúrio o aumento da temperatura diminui a transmitância ultravioleta nas bordas (NESSIM; GEHR, 2006; ARIK *et al.*, 2004).

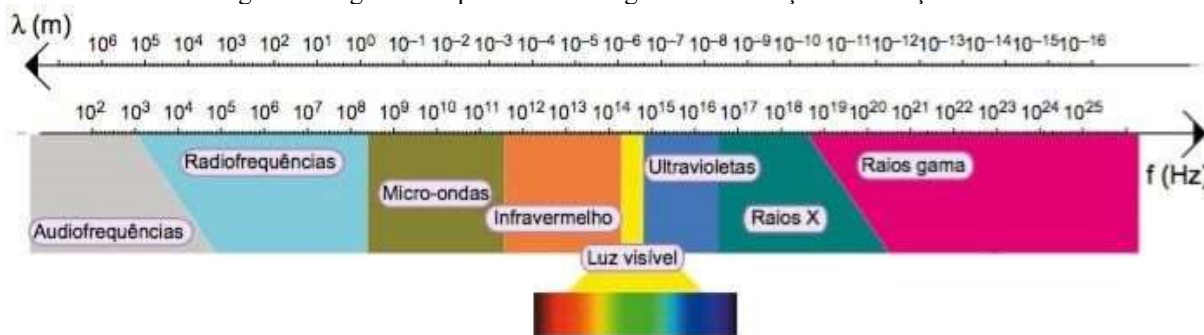
3.4 COMPRIMENTO DE ONDA DA DESINFECÇÃO E SEUS EFEITOS

Para a aplicação da desinfecção com radiação ultravioleta é necessário que a lâmpada produza a radiação em um comprimento de onda apropriado para o objetivo esperado, o comprimento de onda próximo de 254 nm é o que mostra maior eficácia de inativação (OLAŃCZUK-NEYMAN K; QUANT B., 2015).

A radiação UV refere-se à onda eletromagnética com comprimento entre 200 nm e 400 nm. A radiação UV foi usada pela primeira vez em desinfecção de água potável em 1910 (White *et al.*, 1986). O espectro UV pode ser dividido em 4 bandas de onda com base em diferentes comprimentos de onda, incluindo UV A (315 nm a 400 nm), UV B (280 nm a 315 nm), UV C (200 nm a 280 nm) e vácuo ultravioleta (100 nm e 200 nm) (CORTAT *et al.*, 2013). As bandas com comprimento de onda entre 200 nm a 300 nm podem danificar a estrutura do DNA e do RNA de bactérias, vírus e microrganismos unicelulares e, portanto, inibem a síntese proteica. Portanto, UVB e UVC têm os melhores efeitos germicidas. Geralmente, compreende-se que a banda do comprimento de onda 253,7 nm é ideal para desinfecção UV (MEULEMANS, 1987).

Na Figura 2 é apresentada a região do espectro eletromagnético da radiação UV.

Figura 2: Região do espectro eletromagnético de atuação da radiação UV.

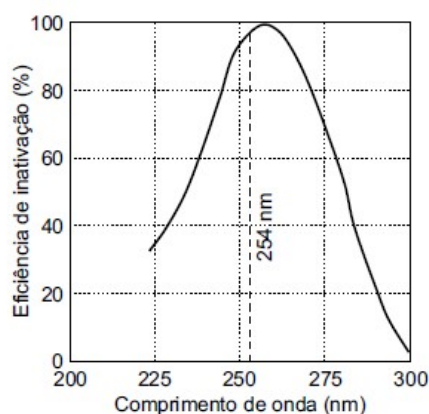


Fonte: Gonçalves *et al* (2003)

Assim, a radiação denominada UV-C é a mais aplicada como germicida, ela se encontra em um comprimento de onda variando de 200 a 280 nm, abrangendo o comprimento de onda com maior efeito bactericida, 254 nm (BILLOTA; DANIEL, 2012).

Na Figura 3 é apresentado o efeito germicida associado ao comprimento de onda UV.


FIGURA 3: Efeito germicida associado ao comprimento de onda da radiação ultravioleta



Fonte: Gonçalves *et al* (2003).

O comprimento de onda influencia na lesão ocorrida quando o organismo é atingido pela radiação. A radiação UVC é a que apresenta maiores efeitos germicidas, as lesões causadas pela radiação interferem em vários dos processos celulares como replicação, transcrição e segregação cromossômica, o que pode levar à apoptose, parada do ciclo celular, aberrações cromossômicas e envelhecimento (YI; HE, 2013; LIU *et al.* 2011). Os raios ultravioletas agem induzindo mudanças nos ácidos nucleicos dos microrganismos, principalmente nos nucleotídeos de DNA.

Devido ao comprimento de onda da radiação UV ser baixo a energia associada é alta e essa energia é capaz de romper as ligações de átomos que compõem uma molécula, fenômeno conhecido como fotólise. Os danos causados ao ácido ribonucleico (RNA) são menos expressivos, uma vez que se encontram no interior da célula como mensageiro, transportador e



ribossômico é possível sua reparação (WEF, 1996; BITTON, 1994). Por sua vez, o ácido desoxirribonucleico (DNA) sofre lesões muitas vezes irreversíveis, principalmente por causa da dimerização das bases nitrogenadas, formando organismos incapazes de se replicar (USEPA, 1999; WEF, 1996).

A radiação ultravioleta causa a fotólise do material genético dos organismos presentes no esgoto, inativando-os. O DNA é um polímero constituído por uma sequência de quatro bases nitrogenadas ligadas por pontes de hidrogênio, formando um código genético. Os microrganismos presentes no esgoto são sensíveis a radiações com comprimento de onda entre 200 a 300 nm (GONÇALVES *et al*, 2003). A radiação UV atua na parede celular, sendo absorvida pelos ácidos nucleicos, por algumas proteínas e outras moléculas importantes (DANIEL; CAMPOS, 1992), essa energia rompe as ligações não saturadas, acarretando a dimerização de pirimidinas adjacentes de um mesmo fio de cromossomo, ocorrendo a deformação da estrutura helicoidal do DNA, dificultando a replicação do ácido nucléico e quando ocorre forma células mutantes que serão incapazes de se duplicar (WEF, 1995).

3.5 MECANISMOS DE DEFESA

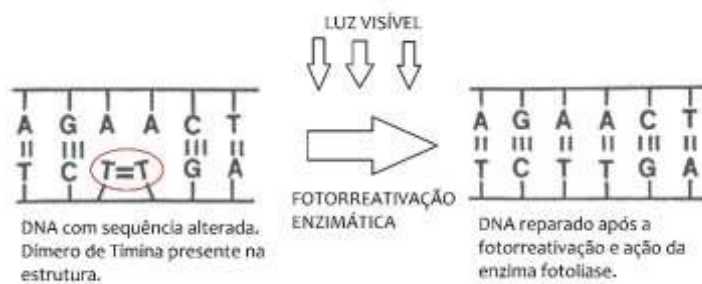
Quando se opta pelo uso da radiação ultravioleta como desinfetante corre-se o risco da ocorrência dos mecanismos biológicos, desenvolvidos pela evolução natural, de recuperação do dano em microrganismos afetados, para que haja preservação das espécies. Estes mecanismos permitem a recuperação por lesões causadas de fontes externas, sendo assim, deve-se considerar que os microrganismos são capazes de se recuperar após o processo de radiação ultravioleta. Podendo inviabilizar o uso da radiação UV, uma vez que as concentrações dos microrganismos podem aumentar, formando um obstáculo para alcançar níveis confiáveis de desinfecção (HALLMICH; GEHR, 2010).

O principal mecanismo é a fotorreativação, quando a recuperação ocorre na presença de luz, que, por sua vez, depende da intensidade e distribuição espectral da luz solar conforme a estação do ano, hora do dia, condições climáticas e as condições do corpo receptor, sendo que, quanto menor a turbidez e a profundidade, maior será a chance de que o fenômeno ocorra. Trata-se da evolução dos mecanismos de defesa, assim, quando os microrganismos são expostos à radiação ultravioleta e ocorre a ruptura dos dímeros de timina, há recuperação da lesão no DNA (PIRES, 2002).

O fenômeno da fotorreativação é realizado por uma única enzima, a chamada fotoliase, esta enzima absorve a luz visível em uma faixa de comprimento de onda entre 320 nm e 500 nm é responsável pela reversão dos dímeros de pirimidina em monômeros de pirimidina (BRETTEL; BYRDIN, 2010; YAMAMOTO *et al.*, 2013). Ocorre decréscimo na fotorreativação e na recuperação no escuro com o aumento da dose média efetiva de radiação ultravioleta, possivelmente por causa da completa inativação da maioria dos microrganismos expostos à radiação UV.

Na Figura 4 é apresentado o esquema representativo do fenômeno de fotorreativação que ocorre no DNA.

Figura 4: esquema representativo do fenômeno de fotorreativação no DNA.




Fonte: Gonçalves (2015).

Há também mecanismos de reparo que ocorrem na ausência de luz, processo conhecido como reparo por excisão de nucleotídeos ou recuperação no escuro (DIDERICH *et al.* 2011). Nesse processo a célula detecta qual fita da dupla hélice foi danificada, retira a área da lesão e é feita sua ressíntese (NOUSPIKEL, 2009).

Os genes desempenham várias funções desde o reconhecimento do dano a incisão do DNA lesado, esse processo envolve a ação de 30 proteínas (CORTAT *et al.* 2013). Esse processo pode ser subdividido em dois: o reparo do genoma global, onde o reconhecimento da lesão e o recrutamento das proteínas para o reparo são realizadas por dois complexos proteicos; e o reparo acoplado à transcrição onde a lesão ao DNA faz como que o RNA polimerase II pare durante a transcrição, reconhecendo o dano (DIDERICH *et al.*, 2011).

4. MÉTODO INTERATIVO DE DESINFECÇÃO

Além da aplicação isolada de um único método de desinfecção, há a possibilidade da combinação de processos físicos e químicos denominado método interativo ou combinado de



desinfecção, no qual são utilizados dois ou mais desinfetantes de forma simultânea ou sequencialmente (USEPA, 1999).

Normalmente, aplica-se a radiação ultravioleta em conjunto com desinfetantes químicos, esses sistemas são indicados visando inativação de microrganismos resistentes a um único estágio de desinfecção, como os protozoários *Giardia* e *Cryptosporidium*. O método combinado apresenta a vantagem de aumentar a eficiência na inativação microbiana, além da possibilidade de ocorrer sinergismo. O efeito sinérgico permite que a ação do desinfetante primário potencialize os resultados do segundo desinfetante aplicado, melhorando a eficiência do processo (SOUZA; DANIEL, 2011; BILOTTA; DANIEL, 2007; WANG *et al.*, 2006; LOTIERZO *et al.*, 2003). O sinergismo pode minimizar a geração de subprodutos, reduzir doses aplicadas e o tempo de contato dos desinfetantes, ocasionando redução de custos operacionais (CHO *et al.*, 2006).

Seja com o emprego de um método desinfecção ou da desinfecção combinada, o mais importante é que a desinfecção dos esgotos sanitários deve ser analisada como uma etapa necessária do ponto de vista da saúde pública, além de ser essencial para a proteção dos recursos hídricos, criando uma barreira contra a propagação de doenças transmitidas pela água.

2. METODOLOGIA

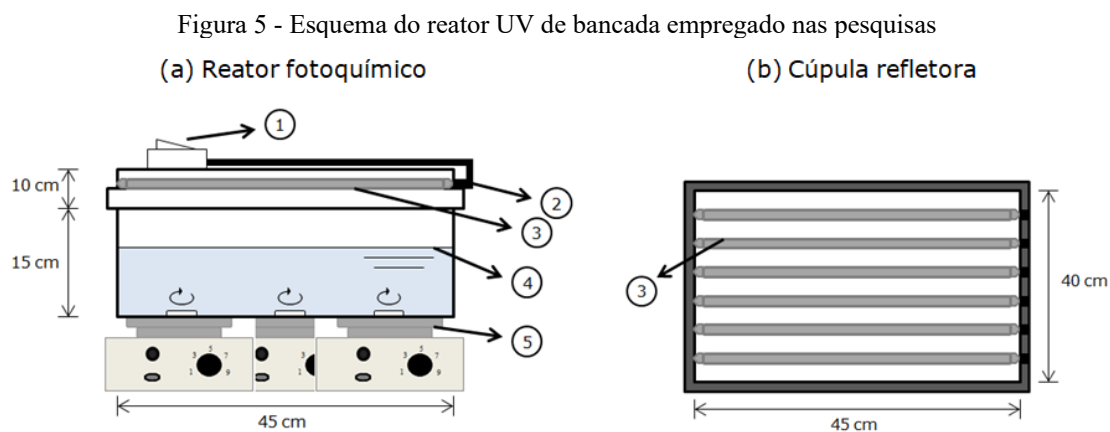
O presente TCC traz uma revisão narrativa da literatura sobre uso da radiação ultravioleta para desinfecção de esgoto, realizada por meio de levantamento bibliográfico nas bases de dados: Google Scholar, SciELO, ScienceDirect, biblioteca da Finep. Os filtros de pesquisa foram: desinfecção, radiação ultravioleta, águas residuárias, lâmpadas UV. Um dos critérios de seleção se deu pelos indicadores utilizados, dando preferência às pesquisas que contemplavam os termos *Escherichia coli*, Coliformes Totais, *Clostridium perfringens* e/ou colifagos. A referência temporal foram artigos publicados a partir do ano de 2010.

Num segundo espectro foram compiladas as principais pesquisas com radiação UV para desinfecção realizadas no laboratório de Saneamento Ambiental e Qualidade da Água da UNICENTRO, no âmbito dos cursos de Graduação em Engenharia Ambiental e Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental (PPGESA), associação ampla entre a UNICENTRO e a UEPG.

Tais pesquisas foram realizadas com emprego de um reator UV de bancada de laboratório, em regime de batelada. O reator, estruturado em aço inox com cúpula removível

em alumínio, continha 6 lâmpadas emersas de baixa pressão de vapor de mercúrio, da marca Philips, distanciadas entre si em 2,2 cm, com 15 W de potência nominal cada uma e interruptores individuais de energia.

O esquema do reator UV empregado nas pesquisas (com suas respectivas dimensões) é apresentado na Figura 5.



(Fonte: FILIPAKI, VIDAL & SOUZA, *no prelo*)


Nota: 1 – Interruptores para acionamento das lâmpadas; 2 – Conexão elétrica; 3 – Lâmpadas germicidas; 4 – Lâmina líquida; 5 – Agitadores magnéticos.

Todos os parâmetros operacionais dos estudos como os cálculos das intensidades de radiação, doses aplicadas, entre outras, são bem descritas nos referidos trabalhos. As análises físico-químicas e microbiológicas de caracterização dos efluentes realizadas no contexto de todas as pesquisas realizadas no referido laboratório, seguem as determinações preconizadas no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WATER ENVIRONMENT FEDERATION, 2012). Além disso, a coleta e preservação das amostras dos efluentes foram realizadas de acordo com os procedimentos descritos na norma ABNT NBR 9898 (1987).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os trabalhos já publicados e compilados aqui são: SOUZA *et al.* (2012); MONTEIRO *et al.* (2013); SOUZA *et al.* (2014); PEDROSO (2015); PEDROSO *et al.*, (2018); KOVALSKI *et al.* (2020) e MILLEK *et al.* (2021); FILIPAKI, VIDAL & SOUZA (*no prelo*).

As pesquisas experimentais realizadas no laboratório, utilizaram, em todos os casos, matriz real, ou seja, as amostras de esgoto doméstico eram coletadas diretamente nas estações de tratamento de esgoto do município de Irati/PR, onde se localiza *Campus* da UNICENTRO;




o efluente industrial utilizado por MILLEK *et al* (2021) foi coletado em uma indústria papelreira, localizada no Estado do Paraná, que, por motivo de sigilo empresarial, não foi nominada. E a água de lavagem de filtro (ALF) coletada na ETA municipal.

Na pesquisa realizada por SOUZA *et al.* (2012) foi utilizado efluente de estação de tratamento de esgoto por tratamento biológico anaeróbio seguido de lagoa facultativa, usando um sistema de radiação UV por batelada, com lâmpadas emersas e intensidade média de 6,364 mW.cm⁻² para 6 lâmpadas e 3,182 mW.cm⁻² para 3 lâmpadas ligadas. O ensaio que apresentou resultados de inativação microbiana mais efetivos foi com 42,28 mWs.cm⁻² de dose de radiação, obtendo-se inativação total de 5 log de *E. coli* e a dose de 95,13 mWs.cm⁻² permitiu inativação de 5,5 log de Coliformes Totais. Segundo os autores as características do esgoto influenciaram a desinfecção, sendo que, para a boa utilização da radiação UV o efluente deve apresentar boa qualidade, principalmente no que se refere à presença de sólidos e turbidez.

PEDROSO (2015) avaliou a aplicabilidade da radiação UV na desinfecção de efluente sanitário proveniente de tratamento realizado por reator UASB seguido por filtro anaeróbio. O autor também detectou a influência negativa da turbidez e dos SST na inativação microbiana quando empregada radiação UV, além da influência da altura de lâmina líquida do efluente no interior do reator UV. Para o ensaio, realizado com lâmina líquida de 2 cm, dose média efetiva de radiação de 68,07 mWs/cm² e 30 segundos de exposição, alcançaram-se inativações médias de 2,29 log para *E. coli* e 3,82 log para CT. Já para a altura de lâmina líquida de 6 cm os melhores resultados foram obtidos com tempo de exposição de 90 segundos e dose média efetiva de 98,68 mWs/cm², obtendo-se inativações de 3 log para *E. coli* e 2,20 log para CT.

PEDROSO *et al.*, (2018) empregando o mesmo efluente anterior estudaram as inativações propiciadas pela radiação UV em diferentes grupos de microrganismos indicadores, a saber: *E. coli*, CT, *C. perfringens* e colifagos. Os autores verificaram que o microrganismo mais resistente foi *C. perfringens*. No entanto, para *E. coli*, CT e colifagos o tratamento realizado com intensidade média de radiação de 5,48±1,09, para todos os tempos de exposição UV e altura de lâmina líquida de experimentação obtiveram inativações consideradas satisfatórias, o que foi comprovado estatisticamente pela ANOVA de medidas repetidas. Após a desinfecção, foram avaliados os fenômenos de recuperação microbiológica fotorreativação e recuperação no escuro para *E. coli* e CT, sendo ambos mecanismos considerados insignificantes, o que foi comprovado estatisticamente pelos testes t de Student (dados paramétricos) e Wilcoxon (dados não paramétricos). Em todas as análises estatísticas o nível de significância foi de 5%.




KOVALSKI *et al* (2020) também empregaram na pesquisa esgoto doméstico e os microrganismos indicadores *Escherichia coli*, coliformes totais, *Clostridium perfringens* e colifagos. Para as três condições propostas de aplicação da radiação UV: A (62,02 mWs/cm²); B (123,99 mWs/cm²) e C (206,65 mWs/cm²) não foi observada diferença significativa quanto à inativação dos microrganismos, obtendo-se 5,7 log e 5,2 log para *E. coli* e CT, respectivamente. Embora os autores tenham obtido excelente resultado na inativação de *E. coli* e CT, as bactérias *C. perfringens* foram as mais resistentes à desinfecção UV, sendo que a maior eficiência alcançada foi de 2 log para a maior dose aplicada. Assim, fez-se o uso posterior da desinfecção combinada com ácido peracético e com peróxido de hidrogênio, visando melhorar a eficiência global da desinfecção.

Nesse mesmo estudo de KOVALSKI *et al* (2020), quando ocorreu a combinação de UV e ácido peracético (APA) obteve-se redução de 5,6 log de *E. coli* para concentrações de APA de 3 mg L⁻¹ e dose média de UV de 206,65 mWs cm⁻¹; para CT, nas mesmas condições de dosagem, a inativação média de *C. perfringens* foi de 2 log e para colifagos 2,2 log. Com o emprego do processo oxidativo avançado realizado com peróxido de hidrogênio e radiação UV constatou-se que a dosagem de UV necessária foi praticamente a metade à do processo anterior, para inativação semelhante. Para *E. coli* e CT a inativação foi de 5,4 e 5,0 log, respectivamente, para a dosagem combinada de 3 mg L⁻¹ H₂O₂/101,28 mWs/cm². Para *C. perfringens* atingiu-se a inativação máxima de 1,9 log e, para colifagos a inativação média obtida foi de 2,7 log. Nessa pesquisa, os autores puderam constatar que embora tenha havido algum ganho com os processos combinados de UV com APA, H₂O₂ tais resultados foram semelhantes àqueles obtidos apenas com a radiação UV.

Ainda na linha dos processos combinados com radiação UV, a pesquisa de SOUZA *et al.* (2014) empregou radiação UV, ácido peracético e o método combinado de desinfecção de UV/APA. Com o uso individual de UV foram alcançadas inativações de 3,48 log de *E. coli*; 3,35 log de CT e 3,1 log de colifagos para dose UV de 164,84 mWs/cm². Já no método combinado, com destaque para *E. coli*, obteve-se inativação de 4,5 log, alcançando-se 100% de inativação desse microrganismo indicador, concluindo-se que, nessa pesquisa, o método combinado PAA/UV foi mais eficiente que o emprego da radiação UV isolada.

Na pesquisa de MONTEIRO *et al* (2013) investigou-se o processo de coagulação/precipitação seguido da radiação ultravioleta visando o tratamento terciário de esgoto sanitário proveniente de lagoas de polimento. Para isto foram feitos ensaios em *jart-test* para simular a coagulação e em reator UV para simular a desinfecção, variando-se as condições



operacionais. O processo demonstrou bom desempenho, verificando-se moderada remoção de turbidez (27%-66%), DQO (22%-53%), cor aparente (22%- 64%), cor verdadeira (34%-60%), fósforo (31%-52%), sólidos totais (2%-21%) e sólidos suspensos (10%-30%). Visando melhorar o processo de coagulação foram realizados testes com polímeros aniônicos e catiônicos, sendo que o catiônico apresentou melhores resultados. A dosagem de coagulante considerada ótima foi 60 mg L⁻¹ de cloreto férrico combinado com 20 mg L⁻¹ de polímero catiônico. Na melhor configuração operacional obtida alcançou-se inativação de 4,65 log para CT e 4,60 log para *E. coli*, obtendo-se remoções de 62,7% de turbidez, 65,3% e 69,7% de cor aparente e cor verdadeira respectivamente, 50,3% de DQO e 47,3% de sólidos suspensos. Concluindo-se que o processo foi adequado para a remoção de poluentes de uma lagoa de polimento, mas com a ressalva quanto à qualidade do efluente no que se refere à presença excessiva de algas que prejudicam os tratamentos ora propostos.

MILLEK *et al* (2021) que propôs o uso da radiação ultravioleta como alternativa para o tratamento de efluente de indústria de papel e celulose da região, tendo em vista que, nessa indústria ocorria a associação do efluente industrial com o sanitário, o que, apesar das vantagens como diluição dos compostos tóxicos e fornecimento de nutrientes ao tratamento na ETE, trazia como desvantagem a presença de microrganismos ao efluente final da fábrica, sendo necessário então a etapa da desinfecção.

Com tempo de exposição de 90 segundos e dose efetiva média de 92,8 mWscm⁻², MILLEK *et al* (2021) os autores alcançaram inativação de 2,94 log de CT e 2,41 log de *E. coli*, sendo que, em termos percentuais a remoção foi de 99,96% e 100%, respectivamente. Concluindo que, o efluente industrial combinado com o efluente doméstico, quando aplicado radiação ultravioleta como tratamento terciário atendeu os padrões da legislação ambiental e obteve potencial para reuso.

Uma proposta diferenciada de emprego da radiação UV realizada no âmbito do mesmo laboratório foi a pesquisa de FILIPAKI, VIDAL e SOUZA (*no prelo*) cujo objetivo foi avaliar a tratabilidade da água de lavagem dos filtros (ALF) de uma ETA do tipo ciclo completo, por meio da aplicação de coagulante recuperado do lodo da própria estação e subsequente desinfecção empregando-se radiação ultravioleta (UV). Após etapa de clarificação da ALF, que permitiu a redução da turbidez em 98%, as eficiências de desinfecção, avaliadas por meio da inativação das bactérias indicadoras: *Escherichia coli*, *Clostridium perfringens* e CT foram de 1,3 log, 2,6 log e 2,0 log, respectivamente, em doses UV que variaram de 49,6 a 297,3 mWs cm⁻².

4. CONCLUSÕES

Os artigos analisados permitiram concluir que o uso da radiação ultravioleta como agente desinfetante pode ser uma excelente proposta, especialmente após a clarificação dos efluentes, ou seja, com baixa presença de turbidez ou sólidos suspensos totais, uma vez que essas características atenuam os raios UV, servindo de proteção para os microrganismos.

De modo geral, a radiação é eficiente na inativação de gama variada de microrganismos, sendo que, no caso das pesquisas experimentais avaliadas a mensuração se deu pelos microrganismos indicadores: *Escherichia coli*, Coliformes Totais, *Clostridium perfringens* e colifagos.

Com esta pesquisa conclui-se que a radiação ultravioleta é uma excelente alternativa ao uso do cloro, principalmente quando se faz necessário processo adicional de descloração, tornando o processo UV economicamente competitivo. Além do mais, trata-se de um processo sem resíduos e sem geração de produtos tóxicos, que requer pouco tempo de contato e pouco espaço para aplicação.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. M. D. S. **Avaliação do emprego da radiação ultravioleta na desinfecção de águas com cor e turbidez moderada**. Orientador: Marcelo Libanio. 2000. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia, UFMG, Belo Horizonte, 2000.

APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for examination of water and wastewater. 22nd ed. Washington: American Public Health Association; 2012.

ARIK, M. *et al.* Thermal management of LEDs: package to system. In: OPTICAL SCIENCE AND TECHNOLOGY, 48., 2004, Bellingham. **Anais[...]**. São Diego: Proc. SPIE, 2003. v. 5187.

BARROSO, L. B. Radiação ultravioleta para desinfecção de água. **Ciências Naturais e Tecnológicas**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 1-13, fev. 2009.

BILOTTA, P.; DANIEL, L. A. Sequential application of ozone and UV radiation to eliminate resistant microbiological indicators. In: IWA SPECIALIST CONFERENCE ON WASTEWATER RECLAMATION AND REUSE, 6., 9-12 out. 2007, Antwerp. **Proceedings [...]**. Antwerp: IWA, 2007.

BILOTTA, P.; DANIEL, L. A. Utilização de lâmpadas germicidas na desinfecção de esgoto sanitário. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 7, n. 1, p. 120-129, 2012. (<http://dx.doi.org/10.4136/ambiagua.845>).



BITTON, G. Wastewater microbiology. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, New York, v. 64 (2). 280p., out. 1995. Doi: <https://doi.org/10.1002/jctb.280640218>

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Potenciais fatores de risco à saúde decorrentes da presença de subprodutos de cloração na água utilizada para consumo humano. - Brasília: Funasa, 2007. 126 p.: il.

BRETTEL, K.; M. BYRDIN. Reaction mechanisms of DNA photolyase. *Current Opinion in Structural Biology*. **Gif-sur-Yvette**, v. 20, p. 693–701, 2010.

CHADWICH, E. Report on the sanitary condition of the labouring population on Great Britain and on the means of its improvement. Londres, 1842.

CHEVREMONT A. C., *et al.* Fate of carbamazepine and anthracene in soils watered with UV-LED treated wastewaters. **Water Research**, Marselha: ELSEVIER, n. 17, p. 6574-6584, 1 nov. 2013.

CHO, M., *et al.* Investigating synergism during sequential inactivation of *Bacillus subtilis* spores with several disinfectants. **Water Research**, ELSEVIER, 40(15), p. 2911-2920. Aug. 2006. Doi: 10.1016 / j.watres.2006.05.042

CLANCY, J.L., *et al.* UV light inactivation of *Cryptosporidium* oocysts. *J. Am. Water Works Assoc.*

90 (9), 92–102. 1998.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. RESOLUÇÃO N° 357: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, be. Brasília: Minist, 2005. 27 p

COLLIVIGNARELLI, M. C., *et al.* Overview of the Main Disinfection Processes for Wastewater and Drinking Water Treatment Plants. **Sustainability**, Itália: MDPI, n. 10, p. 1-21, 31 dez. 2017.

CORTAT, B., *et al.* The Relative Roles of DNA damage Induced by UVA Irradiation in Human Cells. **Photochemi. Photobiol. Sci.**, São Paulo, v. 12, p. 1483 – 1495, 2013. Doi: 10.1039/c3pp50023c

DANIEL, L.A; CAMPOS, J.R. Fundamentos a aspectos de projetos de sistemas de desinfecção de esgoto sanitário com radiação ultravioleta. *Revista DAE-Sabesp*, v. 163 n.7, p. 5-11, jan/fev. 1992.

DANIEL, L.A. Meio Ambiente e Saúde Pública. In: Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão. Coordenadores Maria do Carmo Calijuri, Davi Gasparini Fernandes Cunha. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. v. 2. São Carlos: Rima, 2005.

DIDERICH, K., *et al.* Premature Aging and Cancer in Nucleotide Excision Repair disorders. **DNA Repair**. Rotterdam, v. 10, p. 772 – 780, 2011. Doi: 10.1016/j.dnarep.2011.04.025

FARRELL C., *et al.* Turbidity composition and the relationship with microbial attachment and UV inactivation efficacy. **Sci Total Environ.** Bedfordshire: ELSEVIER, v. 624, p. 638–647, 15 dez. 2017. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.173>

FILIPAKI, A.; VIDAL, C.M.S.; SOUZA, J. B. Tratamento de água de lavagem de filtro de ETA empregando coagulante recuperado e desinfecção por radiação ultravioleta. *Revista DAE, no prelo.*

GONÇALVES, R. F. *et al.* Desinfecção por Radiação Ultravioleta. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). Desinfecção de efluentes sanitários, remoção de organismos patogênicos e substâncias nocivas. Aplicações para fins produtivos como agricultura, aquicultura e hidroponia. 1 ed. Vitória : ABES, 2003. p. 209-275,

HALLMICH C, GEHR R: Effect of pre- and post-UV disinfection conditions on photoreactivation of fecal coliforms in wastewater effluents. **Water Research**, Quebec: ELSEVIER, v.44 (9), p. 2885-2893. mai. 2010. doi.org/10.1016/j.watres.2010.02.003

HAWRYLIK, E., Methods used in disinfections of wastewater and sewage sludge – short review. **ACEE**, Bialystok, v. 2020, n. 2, p. 51-63, mar. 2020.

HENZE M., COMEAU Y. (2008). Wastewater Characterization. In: Biological Wastewater Treatment: Principles Modelling and Design. Published by **IWA Publishing**, London, England.

HIJNEN, W.A.M. *et al.*, Inactivation credit of UV radiation for viruses, bacteria and protozoan (oo)cysts in water: A review. **Water Research**. Elsevier: Dubendorf, v. 2006, n. 40, p. 3-22, ago. 2005.

HUA, G; YEATS, S. Control of Trihalomethanes in Wastewater Treatment. In: Florida Water Resources Conference, p. 6-12, April, 2009.

JOHNSON, A. M. *et al.* UV Inactivation of *Cryptosporidium hominis* as Measured in Cell Culture. **Appl. Environ. Microbiol.** La Verne: American Society for Microbiology , ed. 5, n. 71, p. 28002802.

KOVALSKI, T. ; PEDROSO, C. R. ; SOUZA, J.B.; CAVALLINI, G.S . Análise comparativa de técnicas de desinfecção em efluente de ETE municipal utilizando microrganismos indicadores. **Revista Aidis de Ingeniería y Ciencias Ambientales**, v. 13, p. 582-603, 2020.

LIBERTI, L., *et al.* Advanced treatment for municipal wastewater reuse in agriculture. UV disinfection: parasite removal and byproduct formation. **Desalination** 152 (1), p.315-324, 2003.

LIU, Z., *et al.* Dynamics and Mechanism of Cyclobutane Pyrimidine Dimer repair by DNA photolyase. **PNAS**. Columbus, v. 108, n. 36, p. 14831 – 14836, 2011.

LOTIERZO, M. *et al.* Synergistic effects of sequential treatment by UV irradiation and chemical disinfectant for drinking water disinfection. In: UV WORLD CONGRESS, 2., 03-05 jul. 2003, Vienna. **Proceedings[...]**. Vienna: IU Light Association, 2003.

MAMANE-GRAVETZ, H., *et al.* Spectral sensitivity of *Bacillus subtilis* spores and MS2 coliphage for validation testing of ultraviolet reactors for water disinfection. **Environ. Sci. Technol.** 39 (20), 7845–7852. 2005.

MAYA, C., *et al.* Evaluation of the UV disinfection process in bacteria and amphizoic amoeba inactivation. **Water Sci. Technol.:** Water Supply 3 (4), 285–291., 2005.

METCALF; EDDY. **Wastewater engineering –treatment and reuse.** 4. ed. New York : McGrawHill, 2003. 1819p.

MEULEMANS, C.C. The Basic Principles of UV–Disinfection of Water. **Ozone: Science & Engineering**, [S.L.], v. 9, n. 4, p. 299-313, set. 1987. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01919518708552146>.

MICHAŁKIEWICZ M., *et al.* Wastewater disinfection. **Journal of Ecological Engineering:** Polish, v. 24, p. 38–51, 2011.

MILLEK, K. M; SOUZA, J.B ; VIDAL, C. M. S. Radiação ultravioleta como alternativa tecnológica para desinfecção de efluente de indústria de papel. **Acta Ambiental Catarinense**, v. 18, p. 253-267, 2021

MONTEIRO, V.R.C ; VIDAL, C. M. S. ; SOUZA, J.B ; CAVALLINI, G.S . Tratamento Terciário de Esgoto Sanitário Proveniente de Lagoa de Polimento Utilizando Sistema de Coagulação/Precipitação Seguido de Radiação Ultravioleta. **Semina. Ciências Exatas e Tecnológicas** (Impresso), v. 34, p. 67-80, 2013

NANCE, P., *et al.* Human health risks from mercury exposure from broken compact fluorescent lamps (CFLs). **Regul. Toxicol. Pharmacol.** v. 62 (3), p. 542-552. 2012.

NESSIM, Y.; GEHR, R. Fouling Mechanisms in a Laboratory-Scale UV Disinfection System. **Water Environment Research.** v.78(12). p.2311-2323. 2006. Doi: 10.2175/106143006X95474

NHAVENE, E. P. F. **Estudo do gene da fotoliase de tripanossomatídeos: expressão heteróloga do gene de *Trypanosoma brucei* em *Trypanosoma cruzi*.** Orientador: Prof. Dr. Carlos Renato Machado. 2014. 78 f. Dissertação (mestrado) - Curso de Biologia, Biologia Geral, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

NOUSPIKEL, T. Nucleotide Excision Repair: Variations on Versatility. **Cellular and Molecular Life Sciences.** Sheffield, v. 66, n. 6, p. 994 – 1009, 2009.

OLAŃCZUK-NEYMAN K.; QUANT B. Sewage disinfection. **Seidel-Przywecki Sp. z o.o** Publishing House, Warsaw, Poland. 2015.

PEDROSO, C. R. ; SOUZA, J.B; KOVALSKI, T. ; VIDAL, C.M.S ; MARTINS, K. G. . Inativação de microrganismos indicadores de contaminação fecal por radiação ultravioleta e avaliação dos fenômenos de fotorreativação e recuperação no escuro. **ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ONLINE)** , v. 23, p. 987-994, 2018.

PIRES, M. R. **Desinfecção de esgotos com radiação ultravioleta: influencia da qualidade do efluente e da fotorreativação.** Orientador: José Euclides Stipp Paterniani. 2002. 128 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, Campinas, 2002.

PROF. DR. MARCOS BROWN GONÇALVES. Mecanismo de Fotorreativação enzimática. São Paulo: USP, 2015. Disponível em: <http://romeo.if.usp.br/~browngon/04/fotorreativacao.html>. Acesso em: 15 fev. 2021.

RODIER J. *ET AL.* L'analyse de l'eau-9e éd.: Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. **Water Analysis-9th ed: Natural Waters, Waste Waters, Seawater 2009.** Dunod

SADOWY E., LUCZKIEWICZ A. Drug-resistant and hospital-associated *Enterococcus faecium* from wastewater, riverine estuary and anthropogenically impacted marine catchment basin. **BMC Microbiology**, 14, 14–66. 2014.

SEVERIN, B.F., *et al.* Effects of temperature on ultraviolet light disinfection. **Environ. Sci. Technol.** 17 (12), p.717–721. 1983.

SHAKIR E., *et al.* Environmental and health risks associated with reuse of wastewater for irrigation. **Egypt J Pet** v.26. p.95–102.2017. <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2016.01.003>.

SHARRER M.J., *et al.* Inactivation of bacteria using ultraviolet irradiation in a recirculating salmonid culture system. **Aquac Eng** v.33. p.135–149. 2005.

SOMMER, R., *et al.* Microbiocidal effect of reflected UV radiation in devices for water disinfection. **Water Sci. Technol.** v.34 (7-8), p. 173–177. 1996.

SONG, K.; *et al.* Application of ultraviolet light-emitting diodes (UV-LED) for water disinfection: A review. **Water Res.** V.94, p.341–349, 2016.

SOUZA, J. B.; VIDAL, C.M.S ; CAVALLINI, G.S ; QUARTAROLI, L ; MARCON, L. R. C. Avaliação do emprego da radiação ultravioleta na desinfecção de esgoto sanitário. **Semina. Ciências Exatas e Tecnológicas**, 2012.

SOUZA, J.B.; DANIEL, L.A. Effect of Synergism for *Escherichia coli* Inactivation Applying the Combined Ozone-Chlorine Disinfection Method. **Environmental Technology.** v. 32, p. 1401-1408, 2011.


SOUZA, J.B; VALDEZ, F. Q. ; JERANOSKI, R. F. ; VIDAL, C.M.S ; CAVALLINI, G. S. Water and Wastewater Disinfection with Peracetic Acid and UV Radiation and Using Advanced Oxidative Process PAA/UV. **International Journal of Photoenergy (Print)** , v. 2015, p. 1-7, 2015.

USEPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Municipal Wastewater Disinfection – Design Manual, EPA/625/1-86/021, Cincinnati, 1999, 247 p.

USEPA, 2003. Ultraviolet disinfection guidance manual. EPA 815-D-03-007, June 2003, EPA, Washington, DC, USA

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3 ed., v.1 Belo Horizonte: DESA, UFMG. 2005. 452 p.

WANG, J. Disinfection technology of hospital wastes and wastewater: Suggestions for disinfection strategy during coronavirus Disease 2019 (COVID-19) pandemic in China. **Environmental Pollution.** Elsevier: China, v. 262, n. 114665, p. 1-10, fev. 2020.



WATERCARE, 2002. Pilot plant investigations, surrogate study, results and recommendations. Disinfection review group report Water Care Services Ltd., New Zealand, 2002.

WEF – Water Environment Federation. Operation of municipal wastewater treatment plants: manual of practice MOP-11.5.ed. Alexandria: WEF, 1996 a.1351 p.

WHITE, S. C. *et al.* A study of operational ultraviolet disinfection equipment at secondary treatment plants. **JWPCF**, n. 58, v. 3, p. 181-192, 1986.

WÜRTELE, M.A., *et al.* Application of GaN-based ultraviolet-C light emitting diodes e UV LEDs e for water disinfection. **Water Res.** v.45 (3), p. 1481-1489. 2011.

YAMAMOTO, J.; *et al.* Repair of the (6–4) Photoproduct by DNA Photolyase Requires Two Photons. **Angewandte Chemie International Edition**. Osaka, v. 52, p. 1 – 6. 2013.

YE L., ZHANG T. Bacterial communities in diferente sections of a municipal wastewater treatment plant revealed by 16S rDNA 454 pyrosequencing. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 97(6), p. 2681–2690. 2013.

YI, C.; HE C. DNA Repair by Reversal of DNA Damage. **Cold Spring Harbor Perspectives Biology**. Beijing v. 1, p. 1 – 18, 2013.

CAPÍTULO 21

DOI: 10.47402/ed.ep.c202181418622

PROJETO DE GERAÇÃO DE ENERGIA FOTOVOLTAICA: ANÁLISE DAS VIABILIDADES TÉCNICA E ECONÔMICA EM DIFERENTES CENÁRIOS DE EXPANSÃO DE UMA INSTALAÇÃO COMERCIAL

Maicon Natã Kretschmer Szetsko, Engenheiro Eletricista, graduado pela Universidade Federal do Pampa, UNIPAMPA

Fladimir Fernandes dos Santos, Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento, UFSC e Professor Associado do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, UNIPAMPA

RESUMO


O estudo mostra a análise das viabilidades técnica e econômica de projetos de geração de energia fotovoltaica conectado à rede, realizada em um estabelecimento comercial que possui um consumo médio mensal de 5699 kWh. Para a realização da análise foram simulados três cenários diferentes, sendo um considerando o consumo médio atual de energia elétrica, outro com aumento de 30% de carga de energia elétrica do estabelecimento e, por último, considerando um aumento de 50% na carga. Para cada cenário o sistema fotovoltaico foi dimensionado para atender o consumo e, nos dois cenários de aumento de carga, o aumento simulado ocorreu a partir do quarto ano, considerando-se, com base na literatura pesquisada, que está previsto um aumento no consumo médio de energia elétrica no Brasil entre 2019 e 2023. Foram levados em consideração os seguintes fatores para análise econômica: vida útil do projeto, custos com operação e manutenção, variação do preço do quilowatt hora e aquisição de um financiamento para compra do sistema fotovoltaico. Para análise dos projetos de viabilidade econômica foram utilizados métodos da engenharia econômica como: Payback descontado, Valor Presente Líquido (VPL) e Taxa Interna de Retorno (TIR). Em todo os cenários simulados os projetos se mostraram viáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Energia Fotovoltaica; Viabilidade Técnica; Viabilidade Econômica.

INTRODUÇÃO

A busca por sistemas autossustentáveis, econômicos e com fatores socioambientais vêm crescendo muito, principalmente no setor de energia elétrica. As matrizes energéticas mundiais existentes são, em sua maior parte, compostas de fontes não renováveis, o que vem na contramão do desenvolvimento sustentável. Segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2021), as fontes de energia renováveis representam apenas 14% da matriz energética mundial, sendo que a eólica, a solar e a geotérmica correspondem à 2%.

No Brasil, a matriz energética renovável é composta por 46,2% e o consumo de energia de fontes não renováveis ainda é maior do que o de renováveis. Cabe destacar que as fontes não



renováveis de energia são consideradas como as maiores responsáveis pela emissão de gases de efeito estufa (EPE, 2021).

Destaca-se que a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) brasileira criou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica, no qual o consumidor pode gerar sua própria energia elétrica, utilizando fontes renováveis ou cogeração qualificada. Isso foi desenvolvido buscando diversificar a matriz energética, diminuir os impactos ambientais, entre outros fatores.


Mas a ANEEL orienta que as iniciativas de instalação de sistemas geradores de energia elétrica competem aos consumidores. Dito isto, fica a critério de cada consumidor realizar estudos de custo/benefício com base em diversas variáveis, tais como: tipo da fonte geradora, tecnologia dos equipamentos, porte da unidade consumidora, porte da unidade geradora, local de instalação do sistema fotovoltaico, valor da tarifa de energia, forma de pagamento/financiamento, bem como a existência, ou não, de outras unidades consumidoras.

No Brasil e no mundo é notório o crescimento anual no consumo de energia elétrica. Segundo estudo realizado por Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), ficou previsto um aumento no consumo médio de energia elétrica no Brasil, de 3,8% ao ano, entre 2019 e 2023 (ONS; EPE; CCEE, 2018). Assim, com esse aumento, nota-se também um acréscimo significativo nos valores pagos na tarifa de energia elétrica.

Com a possibilidade de o consumidor poder gerar sua própria energia elétrica, este estudo mostra o caso de um cliente comercial localizado na cidade de São Luiz Gonzaga-RS, utilizando o sistema de geração fotovoltaico, no âmbito de um investimento, no qual ele informa a necessidade de expansão em seu empreendimento, conseqüentemente, com aumento na demanda de carga de energia elétrica.

Vale dizer que existem diversas variáveis que influenciam para que um projeto solar fotovoltaico seja considerado viável, ou não. Diante o exposto, este estudo tem como objetivo a avaliação da viabilidade técnica e econômica do investimento a ser realizado no projeto de sistema gerador fotovoltaico supracitado, considerando as futuras expansões de carga de energia. Cabe citar que a pesquisa foi desenvolvida com dados obtidos no ano de 2019.

Tendo em vista o aumento de consumo e a possibilidade de geração própria de energia elétrica, justifica-se a elaboração deste trabalho, no qual é levado em consideração estes fatos para a aquisição de um sistema de geração fotovoltaico, já considerando o aumento futuro de



carga em seu período inicial de instalação, ou seja, onde o investidor, a partir do quarto ano, com o sistema já economicamente estável, decide ampliar o seu comércio.

ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICA EM SISTEMAS FOTOVOLTAICOS


Teles Filho (2015) realizou um estudo econômico para implantação de micro e minigeração de energia fotovoltaica instaladas na região Nordeste do Brasil, onde foram consideradas potências instaladas nas grandezas de 1,5 kW, 100 kW e 1 MW. Foram considerados os seguintes pontos para a realização da análise: taxa de geração; custos de operação e de manutenção; e energia gerada. Utilizou os métodos de VPL e TIR para cálculos de viabilidade, no qual ficou constatado que o sistema de 1,5 kW apresentou VPL negativo e TIR inferior à Taxa Mínima Atrativa (TMA). Os demais sistemas apresentaram VPL positivo e TIR maior que a TMA.

Para Botega (2017), um sistema residencial instalado na cidade de Alegrete – RS, considerando um sistema composto por 16 módulos fotovoltaicos de potência máxima de 275W, onde o consumo médio na residência era de 575 kW/mês, totalizando um valor de investimento inicial de R\$31.000,00 e utilizando o método do *Payback* simples, ficou destacado que o investimento estaria completamente amortizado no 11º ano.

Pscheidt (2017) realizou a análise da viabilidade econômica de um sistema, no qual foi dimensionado para uma edificação com 12,4 kWp. Em seu estudo o autor concluiu que a viabilidade econômica do projeto analisado é economicamente viável, apresentando *Payback* simples de 5 anos e 3 meses. Ademais, com valor do VPL positivo e a TIR maior que a TMA.

Gonçalves (2018) realizou um estudo de viabilidade técnica e econômica sobre a implantação de um sistema fotovoltaico em uma Autarquia da prefeitura municipal de Santana do Livramento-RS, com intuito de reduzir os custos em energia elétrica. Para tal estudo levou em consideração a vida útil e a manutenção dos equipamentos, a variação do preço do quilowatt hora e os valores das bandeiras tarifárias. Para avaliação econômica foram utilizados métodos econômicos como: TIR, VPL e *Payback* simples. Este estudo se mostrou favorável para implantação do sistema fotovoltaico nos quatro cenários de bandeiras tarifárias analisados, tendo, no pior cenário, o *Payback* simples em torno de 4,6 anos, o VPL de R\$422.538,07 e a TIR de 26,52%.

Rosa (2018) investigou a viabilidade técnica e econômica de um sistema fotovoltaico em um estádio de futebol localizado na cidade de Criciúma – SC. Os resultados mostraram que,



o sistema fotovoltaico é uma alternativa viável tecnicamente, visto que possui posicionamento geográfico favorável para o posicionamento dos módulos. O autor ainda constatou que economicamente o sistema também é viável, apresentando um *Payback* descontado de 6,5 anos, além de mostrar que o investimento é quatro vezes melhor do que investir na poupança.

Stalter (2019) desenvolveu um trabalho que analisa tecnicamente e economicamente a instalação de geração de energia fotovoltaica em um cliente na cidade de Rosário do Sul – RS, considerando dois perfis de consumidor, sendo um residencial e um comercial, para saber qual deles têm a melhor relação custo-benefício. Neste trabalho foi analisado o tempo de retorno de investimento, através dos métodos do *Payback* simples, *Payback* descontado, além do cálculo do VPL e da TIR. Nele, obteve-se tempo de retorno (*Payback* descontado) de 5 anos e 4 meses para o ponto comercial e 8 anos e 4 meses para a instalação residencial e o VPL e a TIR foram viáveis em ambos.

Tarone (2018) realizou um estudo sobre viabilidade econômica de um sistema de compensação de energia elétrica produzida por painéis fotovoltaicos em um estabelecimento comercial, onde foram relevantes os seguintes fatores para realização do estudo: a vida útil dos equipamentos, a manutenção, a variação do preço do quilowatt hora, a inflação e o acréscimo causado pelas bandeiras tarifárias. Para tal estudo utilizou dos métodos da engenharia econômica: VPL, TIR e *Payback* simples. Neste trabalho todos os cenários se mostraram positivos, enfatizando o cenário da bandeira vermelha patamar 2 que obteve uma TIR de 22,58%, VPL de R\$444.462,28 e *Payback* simples de 5 anos e 2 meses.

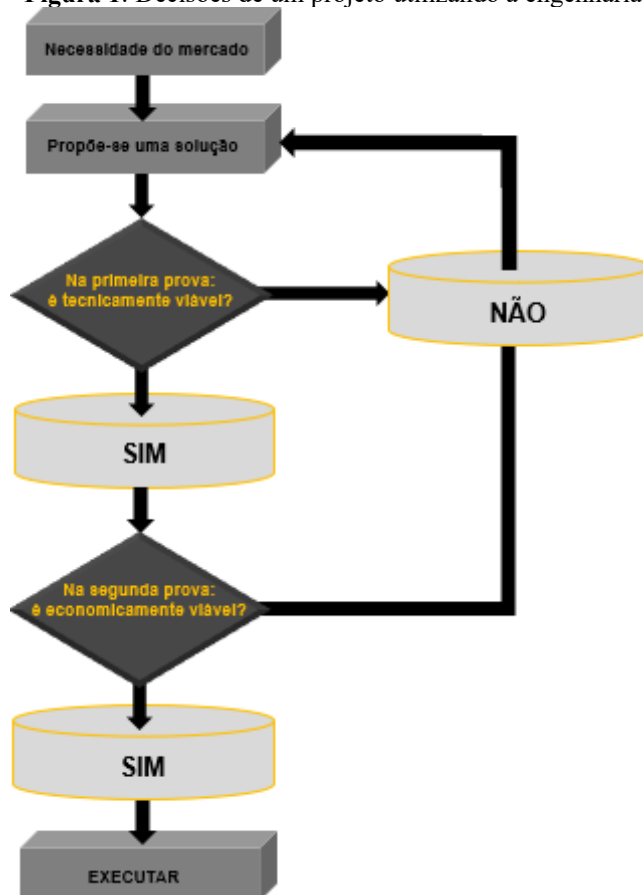
METODOLOGIA

Inicialmente foi feita uma pesquisa bibliográfica, na qual foram levantados assuntos pertinentes ao cenário nacional e internacional de energia fotovoltaica. Esta análise serviu de base para demonstrar a utilização e o crescimento dessa fonte de energia em proporções significativas no Brasil e no mundo. Ademais, foram investigados estudos similares de análise de viabilidade técnica e econômica de geração de energia fotovoltaica.

A seguir, com base em Buarque (1984), foram desenvolvidas as etapas da pesquisa. Diante disso, entende-se que, com a necessidade imposta pelo mercado (cliente), é preciso propor uma solução; nesse sentido, pode-se afirmar que a engenharia é elaborada concomitantemente com outras etapas (provas) importantes, que são executadas no projeto de investimento, como mostra a Figura 1.



Figura 1: Decisões de um projeto utilizando a engenharia



Fonte: Adaptado de Buarque (1984)

ETAPAS NECESSIDADE DO CLIENTE E SOLUÇÃO PROPOSTA

A busca pela redução no custo de energia elétrica no Brasil é notória, assim, crescendo a instalação de sistemas de geração distribuída, como é o caso da energia fotovoltaica. Neste trabalho vislumbra-se a necessidade em atender ao questionamento do cliente, em como o projeto do sistema fotovoltaico se comporta com possíveis cenários de expansão em seu empreendimento comercial; visto isto, podendo o mesmo optar (ou não) pela aquisição prévia de geração adicional no momento de concepção do projeto.

Levando-se em consideração a necessidade do cliente na redução nos custos com a fatura de energia elétrica e prevendo uma expansão em seu negócio, foi proposto o estudo de viabilidade da instalação de um sistema fotovoltaico conectado à rede, no modo de compensação de energia, obedecendo a Resolução Normativa da ANEEL nº 482/2012 (ANEEL, 2012).

Para instalação de tal sistema foi realizado o estudo de viabilidade técnica e econômica do projeto fotovoltaico para o comércio, enfatizando o cenário de expansão, previamente, na idealização do projeto. Diante o exposto, foram analisados três cenários, sendo eles:

1. Primeiro cenário: atual, considerando as leituras no histórico de 12 meses da fatura de energia elétrica;
2. Segundo cenário: expansão de 30%, considerando um aumento de 30% no consumo de energia elétrica a partir do quarto ano;
3. Terceiro cenário: expansão de 50%, considerando um aumento de 50% no consumo de energia elétrica a partir do quarto ano.

Na simulação de expansão, a partir do quarto ano, foi levado em conta o estudo realizado pelo ONS, EPE e CCEE (2018), no qual ficou evidenciado que está previsto um aumento no consumo médio de energia elétrica no Brasil entre 2019 e 2023.

ETAPA DA PRIMEIRA PROVA

Para realização da primeira prova foi necessário conhecer o consumo médio de energia elétrica, as horas de sol pleno (HSP) na localidade da instalação, dimensionar os equipamentos a serem utilizados e, por fim, orçar todo o sistema fotovoltaico.

O cliente analisado tem sua tarifação na modalidade convencional B3 – Comercial Outros Serviços Atividades – Trifásico 220 / 127 V. Para esta modalidade, havendo geração superior ao consumo, é cobrado o custo de disponibilidade, equivalente ao valor de 100 kWh, conforme Resolução Normativa nº 414 da ANEEL (2010). A Tabela 1 mostra o consumo no período de 12 meses.

Tabela 1: Consumo mensal de energia elétrica obtidos da fatura

Data	Consumo (kWh)	Data	Consumo (kWh)
Mar. / 2018	5787	Set. / 2018	5970
Abr. / 2018	4462	Out. / 2018	5014
Mai. / 2018	5611	Nov. / 2018	4952
Jun. / 2018	6106	Dez. / 2018	4523
Jul. / 2018	6007	Jan. / 2019	5909
Ago. / 2018	6708	Fev. / 2019	5231
Média do consumo mensal = 5699 kWh			

Fonte: Elaborado pelos autores

O consumo médio mensal, considerando o histórico de 12 meses, é de 5699 kWh/mês. Dividindo o valor mensal, por 30 dias, obtém-se o consumo médio de 189,97 kWh/dia.

A Tabela 2 representa o segundo cenário, sendo previsto um aumento de 30% no consumo de energia elétrica.

Tabela 2: Consumo mensal de energia elétrica considerando um aumento de 30% de consumo

Data	Consumo (kWh)	Data	Consumo (kWh)
Mar. / 2018	7523,1	Set. / 2018	7761
Abr. / 2018	5800,6	Out. / 2018	6518,2
Mai. / 2018	7294,3	Nov. / 2018	6437,6
Jun. / 2018	7937,8	Dez. / 2018	5879,9
Jul. / 2018	7809,1	Jan. / 2019	7681,7
Ago. / 2018	8720,4	Fev. / 2019	6800,3
Média do consumo mensal = 7408,7 kWh			

Fonte: Elaborado pelos autores

Para um aumento de 30% de consumo de energia elétrica a média mensal é de 7408,7 kWh/mês e o consumo médio é de 246,96 kWh/dia.

Os dados da Tabela 3 representam o terceiro cenário, no qual é previsto um aumento de 50% no consumo de energia elétrica.

Tabela 3: Consumo mensal de energia elétrica considerando um aumento de 50% de consumo

Data	Consumo (kWh)	Data	Consumo (kWh)
Mar. / 2018	8680,5	Set. / 2018	8955
Abr. / 2018	6693	Out. / 2018	7521
Mai. / 2018	8416,5	Nov. / 2018	7428
Jun. / 2018	9159	Dez. / 2018	6784,5
Jul. / 2018	9010,5	Jan. / 2019	8863,5
Ago. / 2018	10062	Fev. / 2019	7846,5
Média do consumo mensal = 8548,5 kWh			

Fonte: Elaborado pelos autores

Levando em consideração um aumento de 50% no consumo de energia elétrica, a média é de 8548,5 kWh/mês e o consumo diário é de 284,95 kWh/dia.

Cabe informar que as horas de sol pleno equivalem ao número de horas em que a irradiância solar deve permanecer constante e igual a 1 kW/m². Ademais, para este estudo foi

considerada a extração dos dados no site da CRESESB, inserindo os dados de latitude e longitude para a cidade de São Luiz Gonzaga – RS. Diante disso, a potência do gerador fotovoltaico pode ser definida pela equação 1 (PASSOS, 2016).

$$PGFV (kWp) = \frac{C - Cd}{HSP \times TD \times 30} \quad \dots (1)$$

Onde:

PGFV – potência do gerador fotovoltaico (kWp);

C – Consumo médio mensal anual (kWh);

Cd – Custo de disponibilidade mínima (kWh);

HSP – Média diária de horas de sol pleno no plano dos módulos (h/d);

TD – Taxa de desempenho global do sistema, entre 0,7 e 0,8 para o Brasil.

Definida a potência do gerador fotovoltaico, posteriormente, foi definido o número de módulos fotovoltaicos necessários para suprir a demanda. Este cálculo foi realizado pela Equação 2 (PASSOS, 2016).

$$Nmódulos = \frac{PGFV}{Pmódulos} \quad \dots (2)$$

Onde:

Nmódulos – Número de módulos necessários

Pmódulos – Potência de cada módulo


PGFV – Potência do gerador fotovoltaico

A equação 2 permite determinar a quantidade de módulos fotovoltaicos para, então, buscar no mercado os equipamentos necessários e atender a demanda, visto que, são vendidos kits completos com os inversores já dimensionados para a potência necessária.

Na sequência são dimensionados cada sistema, separadamente, para cada cenário, dessa forma, atendendo as necessidades do cliente.

ETAPA DA SEGUNDA PROVA

Para análise da viabilidade econômica do projeto foram utilizados métodos da engenharia econômica, como *Payback* descontado, VPL e TIR, buscando-se determinar os retornos financeiros do investimento e proporcionar a tomada de decisão.



O consumidor analisado é atendido pela distribuidora de energia RGE Sul, no modelo de tarifação B3, por se tratar de um estabelecimento comercial, trifásico 220/127V; que na cidade de São Luiz Gonzaga – RS tem o preço do kWh de R\$0,863047, incluso impostos estaduais, federais, assim como o custeio da iluminação pública municipal.

Ademais, foram estabelecidos parâmetros financeiros para a realização dos cálculos, utilizando um valor de TMA baseado na taxa Selic em 05/05/2019, de 6,5% ao ano (a.a.). O valor médio para reajuste anual na tarifação da energia elétrica foi obtido no *site* da RGE Sul, onde estão disponíveis os últimos reajustes anuais. Foi incluso, também, nos cálculos, o custo de manutenção do sistema fotovoltaico, sendo considerado um valor de 1% a.a.

Para os fluxos de caixa foram consideradas as trocas do inversor solar no 15º ano devido a sua vida útil. Para o cálculo do fluxo de caixa foi utilizada a correção monetária de 4,95% a.a., do IGP-M (Índice Geral de Preços do Mercado), referente ao mês de agosto/2019 (FGV, 2019).

Foi considerado que o proprietário realizará um financiamento para aquisição do sistema à uma taxa de 0,99% a.m., com prazo de 60 meses para o pagamento, utilizando o método SAC (Sistema de Amortização Constante) para amortização. Levou-se em conta um financiamento de cem por cento (100%) do valor do investimento.

Por fim, com o auxílio do *software* Microsoft Excel®, foi elaborado o fluxo de caixa e aplicado os métodos da engenharia econômica, sendo possível expressar os resultados da análise nos diferentes cenários.

A Tabela 4 demonstra os parâmetros utilizados neste trabalho e foi elaborada com base nos dados obtidos na fatura de energia elétrica e demais informações relevantes para os cálculos.

Tabela 4: Parâmetros aplicados

Parâmetros	Valores
kWh	R\$ 0,863047
ICMS	
PIS/COFINS	5,31%
TMA	6,5%
Reajuste tarifário anual do kWh	6,83%
Vida econômica do projeto	25 anos
Custo de manutenção	1% a.a.
Reajuste no valor da manutenção	1% a.a.
IGP-M 08/2019	4,95% a.a.
Taxa de Financiamento	0,99% a.m.
Prazo do financiamento	60 meses
Total % financiado do sistema	100%
Custo de disponibilidade	100 kWh
Considerada bandeira verde	R\$0,00 valor adicional no kWh

Fonte: Elaborado pelos autores

A Tabela 4 mostra os principais dados de *inputs* para os cálculos do fluxo de caixa e para a simulação no *software* EXCEL®.

ETAPA DE AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DE VIABILIDADE DO PROJETO

A avaliação dos resultados de viabilidade dos projetos teve como referência os critérios estabelecidos nos métodos de análise de viabilidade técnica e econômica. No que se refere à parte técnica, o sistema fotovoltaico será considerado viável se as análises de irradiação solar, temperatura, localização geográfica se mostrarem minimamente aceitáveis, ou seja, onde os painéis fiquem expostos à irradiação solar, onde a temperatura ambiente não seja muito alta, visto que reduz a eficiência dos painéis.

No que se refere à parte econômica, pode-se dizer que foram adotados os seguintes parâmetros quanto ao *Payback* Descontado, ao VPL e a TIR:

- O cálculo do *Payback* Descontado foi realizado para proporcionar o tempo necessário para recuperar o que foi investido, levando-se em consideração o investimento inicial e os demais fluxos do projeto, de entradas e saídas de caixa, sendo considerado apenas de um indicador complementar de critério de decisão.
- se $VPL(i) > 0$, a alternativa é economicamente viável;
- se $VPL(i) < 0$, a alternativa é economicamente inviável;
- se $VPL(i) = 0$, é indiferente investir ou não, mas a alternativa ainda é considerada viável;
- se $TIR > TMA$ – projeto economicamente viável;
- se $TIR < TMA$ – projeto economicamente inviável;
- se $TIR = TMA$ – é indiferente investir os recursos no projeto ou deixá-los rendendo juros à taxa mínima de atratividade.

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA PRIMEIRA PROVA

Neste tópico constam os resultados do estudo de análise de viabilidade técnica dos projetos propostos nos três cenários diferentes.

RESULTADOS DA ANÁLISE TÉCNICA DO CENÁRIO ATUAL

Para o cálculo do gerador fotovoltaico foram utilizados os dados de consumo de energia elétrica que constam na Tabela 1, sendo o consumo médio mensal de 5699 kWh considerando, ainda, um HSP de 4,93 kWh/m²*dia, à uma inclinação de 28° Norte, obtido no *site* da CRESESB para a localização da cidade de São Luiz Gonzaga – RS.

Adotou-se uma taxa de desempenho global no sistema de 0,8 e utilizando um custo de disponibilidade de 100 kWh. Com isso, foi possível calcular a potência do gerador fotovoltaico, conforme a Equação 1, obtendo-se:

$$PGFV (kWp) = \frac{5699-100}{4,93 \times 0,8 \times 30} = 47,32 kWp$$

A partir da potência do gerador fotovoltaico obtida, foram escolhidos os painéis fotovoltaicos a serem utilizados na instalação. Neste caso, foi utilizado um kit de sistema fotovoltaico de 47,52 kWp, composto por 8 arranjos ligados em série, de 18 painéis de 330W, com 72 células em paralelo cada. Neste kit estão inclusos os seguintes materiais:

- 10 staubli conector mc4 320016p0001-ur pv-kbt4/6ii-ur acoplador fêmea;
- 10 staubli conector mc4 32.0017p0001-ur pv-kst4/6ii-ur acoplador macho;

- 300 metros de cabo solar Nexans 51740 Energyflex br 0,6/1kV (1500 V dc) preto;
- 300 metros de cabo solar Nexans 52776 Energyflex br 0,6/1kV (1500 V dc) vermelho;
- 1 inversor solar Refusol 842p040010 40kW trif380V ou 22kV trif220V dps 10 entradas lan;
- 1 string box proauto dehn sb10e1s1000v quadro 10 entradas/1 saída 10str 1000V;
- 144 painéis solar byd 330p6k-36 72 cel policristalino 330W;
- 36 estruturas p/ painel Romagnole ondulada 411113 rs-228 perfil de alumínio par 4,15 m p/ 4 placas;
- 36 estruturas p/ painel Romagnole para 4 placas.

RESULTADOS DA ANÁLISE TÉCNICA DO CENÁRIO COM EXPANSÃO DE 30%

Para o cenário com expansão de 30% no crescimento foi considerado um aumento, também, de 30% no consumo de energia elétrica, assim, foram utilizados os dados de consumo da Tabela 2, no qual o consumo médio mensal é de 7408,7 kWh.

Os demais parâmetros utilizados para o cálculo do gerador fotovoltaico, no caso de cenário real, são os mesmos utilizados para este caso e foram utilizados também para o próximo caso, logo, foi aplicada a Equação 1 para o cálculo da potência do gerador fotovoltaico, obtendo-se:

$$PGFV (kWp) = \frac{7408,7-100}{4,93 \times 0,8 \times 30} = 61,77 kWp$$

Neste caso, a potência encontrada foi de 61,77 kWp, conseqüentemente, o gerador fotovoltaico escolhido foi um *kit* com potência de 63,65 kWh, composto por 10 arranjos ligados em paralelo, com de 19 painéis de 335W, com 72 células em série cada. Sendo este *kit* composto pelos seguintes equipamentos:

- 32 conectores staubli mc4 320016p0001-ur pv-kbt4/6ii-ur acoplador fêmea;
- 32 conectores staubli mc4 32.0017p0001-ur pv-kst4/6ii-ur acoplador macho;
- 400 metros de cabo solar Nexans 40023 Energyflex afitox 0,6/1kV 1500V dc preto;
- 1 fonte 25ep2-10065a-f3s power adapter brix 19v 65w bivolt;
- 400 metros de cabo solar Nexans 47819 Energyflex afitox 0,6/1kV 1500V dc vermelho;
- 1 cabo tripolar para fontes de notebook 1.5 m preto;
- 48 estruturas Romagnole 411227 rs-232 4 painéis solo terrestre inclinação 5 a 30 graus;
- 1 inversor solar sma stp60-10 Sunny 60kW trifásico mppt monitoramento;

- 1 monitoramento sma im-20 para os inversores stp60/shp75 até 42 unidades;
- 1 string box proauto dehn sb-16e-1s-1000dc quadro 16 entradas/1 saída 16str 1000V;
- 190 painéis solar byd 335phk-36 policristalino 144 células 335W poli half cell.

RESULTADOS DA ANÁLISE TÉCNICA DO CENÁRIO COM EXPANSÃO DE 50%

Para o cenário com expansão de 50% no crescimento foi considerado um aumento, também, de 50% no consumo de energia elétrica, assim, foram utilizados dados de consumo da Tabela 3, no qual o consumo médio mensal é de 8548,5 kWh. Aqui, novamente, foi utilizada a Equação 1 para o cálculo do gerador fotovoltaico, obtendo-se:

$$PGFV (kWp) = \frac{8548,5 - 100}{4,93 \times 0,8 \times 30} = 71,40 \text{ kWp}$$

Para este caso foi escolhido um kit de gerador fotovoltaico com 72,36 kWp, com 6 arranjos ligados em paralelo, compostos de 18 painéis de 335W, com 72 células em série para cada inversor. O kit é composto por:

- 20 conectores staubli mc4 320016p0001-ur pv-kbt4/6ii-ur acoplador fêmea;
- 20 conectores staubli mc4 32.0017p0001-ur pv-kst4/6ii-ur acoplador macho;
- 400 metros de cabo solar Nexans 40023 Energyflex afitox 0,6/1kV 1500Vdc preto;
- 400 metros de cabo solar Nexans 47819 Energyflex afitox 0,6/1kV 1500V dc vermelho;
- 1 inversor solar Fronius 4210057040 eco 27 kW trifásico mppt proteção dps wifi;
- 1 inversor solar Fronius 4210057041 eco 27 kW trifásico mppt proteção dps light;
- 24 fusíveis a732150700 pv fuse 15 a 1000vdc;
- 54 estruturas Romagnole 411227 rs-232 4 painéis solo terrestre inclinação 5 a 30 graus;
- 216 painéis solar q cells q.power policristalino 72 células poli power 335W;
-

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DA SEGUNDA PROVA

Para cálculo dos resultados da segunda prova foram utilizados os recursos de funções financeiras do software Excel®.

RESULTADOS DA ANÁLISE ECONÔMICA DO CENÁRIO ATUAL

Para implantação do projeto comercial, sem considerar expansões, levando-se em conta somente à média de consumo atual, o custo para aquisição do sistema com o *kit* completo é de R\$158.862,50. Neste caso, os resultados obtidos no fluxo de caixa e pelos métodos de engenharia econômica, para a análise do *Payback* descontado, VPL e TIR estão demonstrados na Tabela 5.

Tabela 5: Resultados para o cenário atual

Parâmetros	Valores
<i>Payback</i> descontado	3,8 anos
VPL	R\$956.365,69
TIR	36,87%

Fonte: Elaborado pelos autores

Pelo cálculo do *Payback* descontado, para o primeiro cenário, ao longo do período dos 25 anos, que é o tempo de vida útil do sistema fotovoltaico, pode-se perceber que, entre o 3º e 4º ano, o investimento é recuperado, no qual nota-se que as entradas de caixa passam a ser positivas, ao superarem as saídas de caixa em 3,8 anos. Verifica-se, ainda, que o VPL é positivo e que a TIR de 36,87% é maior que a TMA de 6,5%, afirmando-se que o projeto é economicamente viável.

RESULTADOS DA ANÁLISE ECONÔMICA DO CENÁRIO DE EXPANSÃO 30%

Considerando uma expansão de 30% no estabelecimento, a partir do quarto ano, o valor da aquisição do *kit* para o sistema é de R\$183.737,50. Neste caso, os resultados obtidos, no fluxo de caixa e pelos métodos de engenharia econômica para a análise do *Payback* descontado, VPL e TIR estão mostrados na Tabela 6.

Tabela 6: Resultados para o cenário com expansão de 30%

Parâmetros	Valores
<i>Payback</i> descontado	4 anos
VPL	R\$1.223.785,04
TIR	36,44%

Fonte: Elaborado pelo autor

Na Tabela 6 é possível perceber que, no 4º ano, o investimento é recuperado, visto que as entradas de caixa passam a ser positivas e superam as saídas de caixa em 4 anos. O VPL é positivo, a TIR de 36,44% é maior que a TMA de 6,5%, mostrando que o projeto é economicamente viável.

RESULTADOS DA ANÁLISE ECONÔMICA DO CENÁRIO DE EXPANSÃO 50%

Já para o caso onde é considerada uma expansão de 50%, a partir do quarto ano, o valor total para aquisição do sistema é de R\$204.687,50. Neste caso, os resultados obtidos no fluxo de caixa e pelos métodos de engenharia econômica para a análise do *Payback* descontado, VPL e TIR estão demonstrados na Tabela 7.

Tabela 7: Resultados para o cenário com expansão de 50%

Parâmetros	Valores
<i>Payback</i> descontado	4,2 anos
VPL	R\$1.405.121,65
TIR	35,63%

Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme o *Payback* descontado para este cenário, ao longo do período dos 25 anos, é perceptível que, após o 4º ano, o investimento é recuperado, pois as entradas de caixa passam a ser positivas e superam as saídas de caixa em 4,2 anos. Ademais, o VPL é positivo e a TIR de 35,63% é maior que a TMA de 6,5%, afirmando-se que o projeto é economicamente viável.

DISCUSSÃO DAS AVALIAÇÕES DOS TRÊS CENÁRIOS

Como já visto, para atender os critérios de viabilidade técnica são necessários:

- i. levantamento adequado do recurso solar disponível no local da aplicação;
- ii. definição da localização e configuração do sistema;
- iii. levantamento de demanda e consumo de energia elétrica;
- iv. dimensionamento do gerador fotovoltaico;
- v. dimensionamento dos equipamentos de condicionamento de potência;

Todos estes critérios foram levados em consideração para os projetos dos três cenários analisados e a Tabela 8 mostra o *checklist* referente aos projetos.

Tabela 8: Checklist dos critérios técnicos

Critério	0% de expansão	30% de expansão	50% de expansão
Recurso solar	Viável	Viável	Viável
Local e configuração	Viável	Viável	Viável
Demanda e consumo	Viável	Viável	Viável
Dimensionamento do gerador fotovoltaico	Viável	Viável	Viável
Dimensionamento dos equipamentos	Viável	Viável	Viável

Fonte: Elaborado pelos autores

A Tabela 9 mostra a comparação dos resultados obtidos para os três cenários analisados.

Tabela 9: Comparativo dos resultados encontrados

Dados considerados	Cenário Atual	Cenário com expansão 30%	Cenário com expansão 50%
Potência Calculada kWp	47,32	61,77	71,40
Potência do <i>Kit</i> kWp	47,52	63,65	72,36
Nº de painéis	144	190	216
Nº de células	10.368	13.680	15.552
Vida útil do painel solar (anos)	25	25	25
Investimento inicial (R\$)	158.862,50	183.737,50	204.687,50
Ano de troca do inversor	15	15	15
Valor da troca do inversor no 15º ano (R\$)	56.783,11	93.549,09	94.331,93
Valor do kW no 1º ano (R\$)	0,86	0,86	0,86
Bandeira tarifária	verde	verde	verde
Custo de disponibilidade (kWh/mês)	100	100	100
ICMS (%)	30	30	30
PIS/COFINS (%)	5,31	5,31	5,31

Reajuste tarifário de energia (%)	6,83	6,83	6,83
Correção monetária inversor pelo IGPM (%)	4,95	4,95	4,95
TMA (%)	6,5	6,5	6,5
<i>Payback</i> descontado (anos)	3,8	4	4,2
TIR (%)	36,87	36,44	35,63
VPL (R\$)	956.365,69	1.223.785,04	R\$1.405.121,65

Fonte: Elaborado pelos autores


A partir das Tabelas 8 e 9 pode-se observar que para todos os cenários analisados foram atendidos os critérios técnicos e econômicos de viabilidade de execução do projeto, ou seja, é possível realizar a instalação do sistema fotovoltaico nos três cenários propostos; ademais, economicamente os três cenários obtiveram VPL maior que zero e TIR maior que a TMA. A análise do *Payback* descontado também se mostrou favorável, com tempo de recuperação máximo do investimento em 4,2 anos.

Nota-se que o valor dos investimentos, nos diferentes cenários aumenta, mas não na mesma proporção das expansões dos diferentes cenários. O mesmo ocorre com o VPL e o prazo de retorno dos investimentos. Ao contrário, a TIR diminuiu com os cenários de expansão, mas não na mesma proporção. Mas, mesmo assim, os projetos continuam viáveis e o cliente pode usufruir de maior valor de potência do seu *kit*.

Os resultados encontrados nesta pesquisa demonstram que o projeto é viável tecnicamente e economicamente nos três cenários, assim como foram os estudos realizados por Teles Filho (2015) – consideradas potências instaladas nas grandezas de 100 kW e 1 MW –; Botega (2017) – para a potência máxima de 275 W –; Gonçalves (2018) – para a potência de 23,4kWp –; Tarone (2018) – para a potência de 34,32 kWp –; e Stalter (2019) – consideradas potências instaladas nas grandezas de 6,3 kWp e 26,4 kWp.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um estudo sobre viabilidade técnica-econômica da instalação de um sistema de geração de energia fotovoltaica conectado à rede considerando futuras expansões de carga em uma unidade comercial situada na cidade de São Luiz Gonzaga- RS.



Observou-se que o *Payback* descontado mostrou que o tempo de retorno dos investimentos é próximo, sendo: 3,8 anos para o primeiro cenário sem considerar expansão, 4 anos para o segundo cenário de 30% e 4,2 anos para o último cenário de 50%. Foi possível notar que, para o caso investigado, aumentando o valor dos investimentos nos diferentes cenários, a TIR diminuiu com os cenários de expansão, mas, mesmo assim, os projetos continuaram viáveis e o maior VPL encontrado é no cenário com expansão de 50%. Para o cliente ele terá maior potência na geração de energia e maior retorno econômico (pelo VPL) no cenário supracitado, o que influencia positivamente para a execução deste cenário.

Ao término deste estudo concluiu-se que a instalação para os três cenários propostos se mostrou positiva, tornando os projetos tecnicamente e economicamente viáveis, com a TIR sendo maior que a TMA e VPL positivo, com retorno rápido do investimento.

De modo geral, também se conclui que, para este caso estudado no Brasil, a instalação de sistemas fotovoltaicos se torna um bom investimento, devido ao alto índice de irradiação solar, e este trabalho também mostrou que mesmo realizando um financiamento, o tempo de retorno do investimento é rápido.

Diante o exposto, com a instalação do sistema fotovoltaico, a empresa estará menos vulnerável à recursos hídricos para a geração de energia, bem como contribuindo para um mundo sustentável, visto que estará utilizando uma fonte de energia renovável e que não estará gerando gases do efeito estufa.

Para finalizar, vale frisar que esta pesquisa contribuiu para reafirmar sobre a necessidade de conscientização da sociedade para o uso de fontes de recursos renováveis na geração de energia elétrica. Pode-se dizer que alguns investimentos em fontes de energia fotovoltaica minimizam os impactos ambientais, além de proporcionarem vantagens econômicas, mas isso depende de análise prévia de viabilidade técnica e econômica para a tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 414**: Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. [S.l.: s.n], 2010.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa Nº 482**: Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. [S.l.: s.n], 2012.

BOTEGA, Â. **Retorno de Investimento de um Sistema Fotovoltaico com a Presença de Painéis Danificados**. Alegrete, 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete-RS, 2017.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. Rio de Janeiro: Campus, 1984.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética, Ministério de Minas e Energia. **Matriz Energética e Elétrica**. 2021. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>. Acesso em 28 jul. 2021.

FGV, **IGP-M Índice Geral de Preços – Mercado**. 2019. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br/data/files/E6/15/F3/21/8ECDC6102B1DEBC68904CBA8/IGP%20M%20fechamento%20AGO%202019%20resumido.pdf>. Acesso em 20 set. 2019.

GONÇALVES, L. P. **Estudo de viabilidade de implementação de um sistema de geração distribuída de energia elétrica produzida por painéis fotovoltaicos: caso da autarquia de água e esgoto municipal de Santana do Livramento**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete-RS, 2018.

ONS (Operador Nacional do Sistema Elétrico; EPE (Empresa de Pesquisa Energética); CCEE (Câmara de Comercialização de Energia Elétrica). **Previsão de Carga para o Planejamento Anual da Operação Energética 2019-2023**. 2018. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/publicacoesArquivos/publicacao-347/NT-%20PLAN%202023%20\(20190110\).pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/publicacoesArquivos/publicacao-347/NT-%20PLAN%202023%20(20190110).pdf). Acesso em 20 set. 2019.

PASSOS, F. L. L. **Metodologia e ferramenta computacional para estudo da viabilidade técnica e econômica de um sistema de Microgeração fotovoltaica**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul Rio-grandense, Pelotas-RS, 2016.

PSCHEIDT, Carlos Eduardo. **Análise da viabilidade econômica e dimensionamento associado à implementação de painéis fotovoltaicos em uma edificação vertical de Joinville**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Infraestrutura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville-SC, 2017.

ROSA, Maurício de Melo da. **Análise de viabilidade técnica e econômica de um sistema fotovoltaico integrado em um estádio de futebol**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Energias) – Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá – SC, 2018.

TARONE, L. B. **Viabilidade Econômica de um Sistema de Compensação de Energia Elétrica Produzida por Painéis Fotovoltaicos**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete-RS, 2018.

TELES FILHO, P. M. C. **Estudos da Viabilidade Econômica da Micro e Minigeração Fotovoltaica à Luz da Resolução Normativa nº 482 da ANEEL**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza -CE, 2015.

STALTER, M. C. **Análise de Investimentos em Sistemas de Geração de Energia Elétrica Fotovoltaica**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialista em Engenharia Econômica) – Universidade Federal do Pampa, Alegrete-RS, 2019.

CAPÍTULO 22

DOI: 10.47402/ed.ep.c202181521486

A BIORREMEDIAÇÃO E SUA APLICABILIDADE EM SOLOS CONTAMINADOS COM AGROTÓXICO E HIDROCARBONETO DE PETRÓLEO

Adilson Correia Goulart, Doutorando em Química, UFU
Camila Deixum Franzini, Mestranda em Química, UFU
Edgar Silveira Campos, Doutor em Engenharia Química, Professor, UFU

RESUMO

De todos os compartimentos ambientais que formam o planeta Terra, o solo é o que está mais suscetível à contaminação. As fontes de poluição são várias, dentre as principais estão a aplicação de agrotóxicos e o consumo de combustível e produtos provenientes do petróleo. Assim sendo, a contaminação ambiental tem sido motivo de grande preocupação. A biorremediação tem sido uma alternativa interessante para a descontaminação ambiental, em especial no solo. A técnica de biorremediação utiliza os processos biológicos, realizados por microrganismos e plantas, para a transformação de compostos nocivos em substâncias menos nocivas ao meio ambiente. Existem duas formas de se aplicar a biorremediação, a *in situ*, onde o tratamento é realizado no local contaminado e a *ex situ*, onde a área contaminada é retirada para ser tratada em outro local. Devido ao baixo custo e pouca interferência no habitat a biorremediação tem sido amplamente recomendada para a remediação de áreas contaminadas. No entanto, devido à alta toxicidade e complexidade química de alguns contaminantes, como, por exemplo, os agrotóxicos e compostos derivados do petróleo, como os hidrocarbonetos, têm sido um desafio para a biorremediação. Desta forma, esta proposta de revisão empenhou-se em reunir artigos científicos que busquem demonstrar os diferentes tipos de biorremediação e sua aplicabilidade no tratamento de solos contaminados com agrotóxicos e hidrocarbonetos de petróleo. Com a compilação de informações obtidas nos artigos estudados, foi possível compreender que a biorremediação é um método promissor para a descontaminação de solos afetados por agrotóxicos e hidrocarbonetos de petróleo. Além disso, a técnica apresenta várias vantagens como, por exemplo, o baixo custo, alta eficiência e não prejudica o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Descontaminação ambiental; Microrganismos; Degradação de poluentes orgânicos.

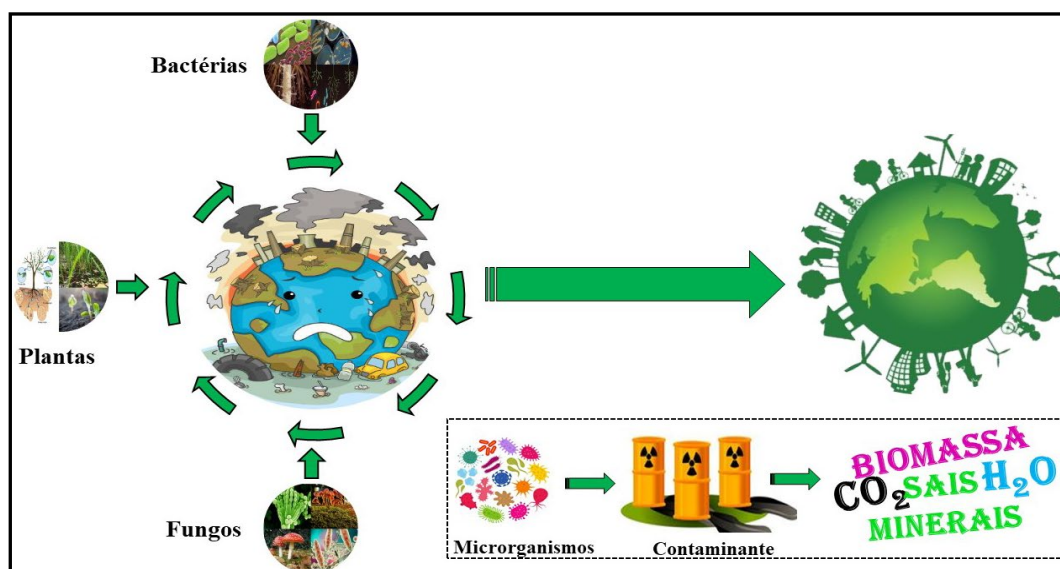
INTRODUÇÃO

A sobrevivência da raça humana no planeta, somente foi possível devido a sua capacidade de promover alterações no ambiente. Em busca de conforto o homem desenvolveu habilidades como cultivar a terra, produzir materiais e tecnologias. Apesar de necessárias, essas mudanças ambientais têm gerado uma grande geração de resíduos que, por sua vez, resulta na poluição ambiental (DE MATOS, 2020). Os impactos ambientais ocasionados pela ação antrópica tem sido uma das grandes preocupações mundiais (PRASAD; ARANDA, 2018).

Segundo De Matos (2020), entre as principais atividades antrópicas responsáveis pela contaminação ambiental estão as refinarias de petróleo, incluindo a armazenagem e transporte de combustíveis, bem como os postos de gasolina e as indústrias químicas. Para Meftaul et al. (2020), devido as aplicações excessivas na agricultura, e a grande comercialização, os agrotóxicos também necessita de atenção especial no que tange a contaminação do ambiente.

Diferentes métodos de tratamento de áreas contaminadas têm sido estudados com o propósito de amenizar a poluição ambiental. Devido ao baixo custo e pouca interferência no habitat, a biorremediação tem sido amplamente recomendada para a remediação de áreas contaminadas (PRASAD; ARANDA, 2018). A biorremediação pode ser definida como um processo de tratamento natural, no qual utiliza-se agentes biológicos como, por exemplo, bactérias, fungos e plantas para a descontaminação do ambiente. A Figura 1 demonstra um esquema do processo de biorremediação.


Figura 1: Representação simplificada do processo de biorremediação



Fonte: Elaborado pelos autores. As figuras foram retiradas do Google imagem.

Como demonstrado no esquema apresentado na Figura 1, a biorremediação tem como propósito transformar espécies nocivas ao ambiente em espécies menos nocivas ou até mesmo inertes aquele sistema ambiental. Os principais produtos gerados após a ação dos microrganismos são água, sais minerais, dióxido de carbono e biomassa. Esta transformação pode ocorrer por reações químicas, biológicas e até mesmo meios físicos (CARNEIRO; CARIGLIO, 2010; PRASAD; ARANDA, 2018).

De todos os compartimentos terrestre, o solo é o que está mais propenso a receber poluentes de diferentes vias de contaminação, isso porque, grande parte dos resíduos, sejam líquidos ou sólidos, tem como destinação final o solo. Uma vez contaminado, este



compartimento funciona como rota de contaminação de outros ambientes, como, por exemplo, a atmosfera, pelo processo de evaporação, e dos recursos hídricos, pelo processo de lixiviação e/ou escoamento superficial (DE MATOS, 2020, MEFTAUL et al., 2020). Em se tratando de poluição química no ambiente, uma das maiores preocupações dos últimos anos tem sido a contaminação por agrotóxicos e a contaminação por poluentes derivados do petróleo (DELLAFLORA, 2020; MEFTAUL et al., 2020).

A biorremediação tem sido vista como um método promissor e vários estudos têm evidenciado a sua eficiência no tratamento de diferentes compartimentos terrestre, em especial, solos contaminados com agrotóxicos e hidrocarbonetos de petróleo (CARNEIRO; CARIGLIO, 2010; PRASAD; ARANDA, 2018). Assim sendo, esta proposta de revisão empenhou-se em reunir artigos científicos que busquem demonstrar os diferentes tipos de biorremediação e sua aplicabilidade no tratamento de solos contaminados com agrotóxicos e hidrocarbonetos de petróleo.

ISOLAMENTO E SELEÇÃO DE MICRORGANISMOS NA BIORREMEDIAÇÃO

Em qualquer ambiente existem diferentes tipos de microrganismos originalmente desenvolvidos neste ecossistema, são os chamados microrganismos autóctones. Quando este meio é contaminado, por qualquer que seja o contaminante, esta população de microrganismos desenvolverá um meio de sobrevivência que os permitam suportar as novas condições ambientais daquele lugar. No entanto, não são todos os microrganismos que conseguem se adaptar a essa nova realidade. Desta forma, quando se pretende descontaminar um ambiente contaminado é imprescindível isolar e selecionar os microrganismos capazes de sobreviver ao estresse provocado pelo contaminante (GADD, 2010; PRASAD; ARANDA, 2018). Os procedimentos de isolamento são realizados em meio sólido, que permite diferenciação de colônias únicas. Essas colônias únicas devem ser repicadas até que a pureza da cultura possa ser confirmada por microscopia ou observação da morfologia das colônias, podendo ser armazenadas para estudos posteriores (PRASAD; ARANDA, 2018).

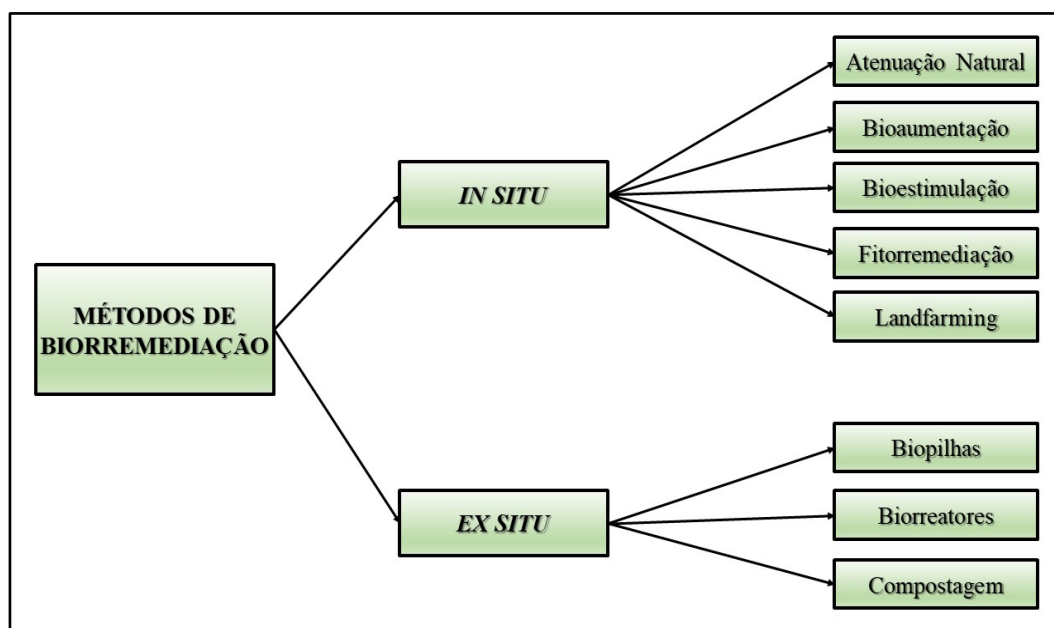
A seleção e o isolamento dos microrganismos são as etapas mais importantes para o sucesso da biorremediação, pois são nestas etapas que se conhece as características do microrganismo e como ele irá agir na descontaminação do ambiente (ARANDA, 2018). Assim sendo, com a seleção e o isolamento é possível definir o microrganismo conforme o tipo de contaminante a ser degradado. Existem várias técnicas de seleção e isolamento de

microrganismos, dentre as quais são: Enriquecimento Seletivo; Seleção por canais em placas; Seleção por teste de difusão de ágar; entre outras (THOMPSON et al., 2005). Para a escolha de cada técnica deve se levar em consideração, principalmente, o tipo de microrganismo, bem como o tipo de biorremediação que se pretende aplicar (MARTINEZ et al., 2018).

MÉTODOS DE BIORREMEDIAÇÃO

A biorremediação pode ser aplicada de duas formas, a *in situ*, onde o tratamento é realizado no local contaminado e a *ex situ*, onde a área contaminada é retirada para ser tratada em outro local (MARTINEZ et al., 2018; PRASAD; ARANDA, 2018). Tanto o método *in situ* quanto *ex situ* possuem diferentes técnicas de aplicação. Nesse sentido, a Figura 2 apresenta um organograma com as duas formas de biorremediação e seus respectivos métodos de aplicação.

Figura 2: Principais métodos utilizados no processo de biorremediação



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

BIORREMEDIAÇÃO *IN SITU*

A biorremediação *in situ* é a mais empregada no tratamento de áreas contaminadas. Isso porque, são métodos que apresentam um menor risco de perturbação aos ecossistemas e menor custo econômico (AJONA; VASANTHI, 2021). Entre as limitações dos métodos *in situ*, destaca-se o baixo tempo de meia vida dos microrganismos no material residual, presente no ambiente contaminado, e as lentas taxas de degradação proporcionada pelos microrganismos, estendendo, assim, o tempo de descontaminação (HAO CHANG et al., 2017). A seguir, serão apresentadas algumas das técnicas utilizadas na biorremediação *in situ*.


BIOAUMENTAÇÃO

A técnica de Bioaumentação consiste em inserir microrganismos em um ambiente que tenha sofrido contaminação. É empregada quando se detecta poucos ou nenhum microrganismo autóctone capaz de realizar a degradação do poluente (AJONA; VASANTHI, 2021). Para o tratamento das áreas contaminadas, a Bioaumentação utiliza microrganismos previamente selecionados e/ou geneticamente modificados. Para aplicar essa técnica é imprescindível avaliar o meio contaminado, bem como os seus contaminantes, pois com isso será estabelecida a melhor forma de aplicação e os microrganismos mais adequados para o tratamento da área a ser biorremediada (DZIOONEK et al., 2016; CARNEIRO; GARIGLIO, 2010).

Para que a técnica de Bioaumentação seja eficiente, é de suma importância que os microrganismos inseridos consigam sobreviver ao novo ambiente onde foram colocados e suportar o estresse provocado pela molécula contaminante (DZIOONEK et al., 2016). Para isso, é fundamental estabelecer algumas condições no sentido do bem-estar deste microrganismo como adequação do pH, disponibilidade de nutrientes e controle da temperatura (CARNEIRO; GARIGLIO, 2010). Uma das vantagens da técnica é a possibilidade de intensificação na degradação do contaminante. Como desvantagem da técnica é apropriado lembrar que a inserção de novos microrganismos em um ecossistema pode ocasionar um desequilíbrio neste habitat, podendo ser um risco ao meio ambiente (PERELO, 2010; DZIOONEK et al., 2016).

BIOESTIMULAÇÃO

A técnica de Bioestimulação tem como objetivo principal elevar a atividade e a quantidade de microrganismos autóctones. Esse aumento na taxa de degradação e população microbiana é estimulado por meio da inserção de nutrientes, inorgânicos ou orgânicos, na área contaminada, onde irá ocorrer a remediação. Por serem considerados nutrientes limitantes no processo de degradação, o fósforo e o nitrogênio são os nutrientes mais aplicados nesta técnica (CARNEIRO; GARIGLIO, 2010; AJONA; VASANTHI, 2021). Além de disponibilizar nutrientes para o consórcio microbiano para que a técnica de Bioestimulação seja eficaz é necessário também otimizar as condições ambientais como a adequação do pH do meio, controle da temperatura, aeração e outros. Entre as vantagens de se utilizar a Bioestimulação destaca-se o baixo custo da técnica e a ampla oferta dos nutrientes utilizados. A dependência de microrganismos autóctones para a aplicação do método e a necessidade de reaplicação são



algumas das desvantagens da Bioestimulação (DZIOANEK et al., 2016; CARNEIRO; GARIGLIO, 2010).


ATENUAÇÃO NATURAL

No método Atenuação Natural são utilizados processos de origens naturais para a remediação da área contaminada, também conhecida como remediação passiva, a técnica ocorre principalmente pelos processos de biodegradação, dispersão, volatilização, diluição, adsorção e lixiviação do contaminante presente no meio (PERELO, 2010; ANDRADE et al., 2010). De todos os processos citados, apenas a biodegradação consegue transformar o poluente em outras espécies. A Atenuação Natural não requer a adição de nutrientes para que o método tenha eficiência, pois os microrganismos autóctones utilizam a própria espécie contaminante como fonte de alimento (DZIOANEK et al., 2016).

Devido a utilização da própria microbiota, o método não requer adequação ambiental, isso porque os microrganismos já estão adaptados com o estresse provocado pelo contaminante no ambiente. Mesmo sendo considerado um método natural, a Atenuação Natural necessita de acompanhamento e monitoramento. É preciso observar e até mesmo prever, por meio de modelagem, a evolução e taxas de degradação. A vantagem deste método é a viabilidade econômica e preservação do ecossistema a ser tratado. Uma das desvantagens mais significante é o tempo para que ocorra a remediação do local contaminado (CARNEIRO; GARIGLIO, 2010; AJONA; VASANTHI, 2021).

FITORREMEDIAÇÃO

A Fitorremediação é um método que faz uso de plantas e microbiota associadas a estas espécies para a remediação de ambientes contaminados. Os poluentes presentes no ambiente são absorvidos pelas raízes das plantas. Ao serem absorvidos são armazenados ao longo de todo o corpo da planta, evitando a movimentação dos compostos nocivos pela biota. Além disso, em alguns casos, pode ocorrer uma transformação química das moléculas poluentes em compostos menos agressivos ao meio ambiente. A Fitorremediação pode ser classificada em 5 tipos diferentes, as quais são: Fitoextração; Fitodegradação; Fitovolatilização; Fitoestimulação e; Fitoestabilização (SILVA et al., 2021; SOUZA et al., 2021).



Em relação aos outros métodos, a Fitorremediação apresenta várias vantagens como, por exemplo, o baixo custo, a contribuição das espécies para o controle da erosão e degradação do solo e recursos hídricos e ainda a pequena ou nenhuma interferência nociva ao ecossistema onde foi plantada. Como todos os outros, este método também apresenta algumas desvantagens, sendo um deles a dificuldade de selecionar as espécies de plantas devido à falta de estudos empregando métodos específicos de Fitorremediação. Outra desvantagem é em relação ao extenso tempo necessário para atingir baixos índices de contaminação. Outro grande problema é que em sua maioria as plantas servem de alimento para outras espécies e, desta forma, uma vez absorvido o poluente presente na planta pode ser propagado por meio da cadeia alimentar (ETIM, 2012; SILVA et al., 2021; SOUZA et al., 2021).


LANDFARMING

É uma técnica de biorremediação muito utilizada para o tratamento de solos contaminados com hidrocarbonetos. Os microrganismos heterotróficos da camada superficial do solo são estimulados a degradar os contaminantes ali presentes, transformando-os em substâncias inertes como o material orgânico estabilizado, água e CO₂. Esta estimulação ocorre através do revolvimento do solo por operações de aração e gradagem (visando aerar e homogeneizar as camadas do solo com diferentes concentrações de contaminantes), além da adição de corretivos, fertilizantes e, se necessário, de água através da irrigação (CARNEIRO; CARIGLIO, 2010).

Algumas das vantagens da *landfarming* são: A aplicação *ex situ*; Resulta em pequeno impacto ao meio ambiente; Eficiência energética; Possibilidade de tratar grande volume de resíduo sólido. Algumas desvantagens são: Limitação à remoção de compostos orgânicos recalcitrantes; Necessidade de grande área; Pode acarretar problemas de emissão de compostos orgânicos voláteis e contaminação do lençol freático; Presença de metais pesados, os quais podem inibir as atividades de biodegradação (CARNEIRO; CARIGLIO, 2010; MACCI et al., 2021).

BIORREMEDIAÇÃO EX SITU

Para a aplicação dos métodos de biorremediação *ex situ*, faz-se necessária a movimentação do material contaminado, da sua localização de origem, para outra área adequada onde possa ser aplicado o processo de descontaminação. Uma das vantagens destas




técnicas é que os resultados, em sua maioria, são mais rápidos em relação a técnica *in situ*. Além disso, os métodos possuem um controle mais fácil e maior diversificação no tratamento de diversos contaminantes (SHARMA et al., 2018; AJONA; VASANTHI, 2021).

COMPOSTAGEM

A técnica de Compostagem é um processo de valorização da matéria orgânica, que consiste na decomposição de resíduos orgânicos por ação de microrganismos na presença de oxigênio, produzindo um composto estável que pode ser utilizado como fertilizantes (HOYOS et al., 2000). As principais vantagens da técnica de compostagem é a rápida conversão dos resíduos sólidos orgânicos num produto final biologicamente estável; a recuperação do resíduo sob a forma de composto, podendo ser utilizado na agricultura como corretivo de solos; a higienização do material devido as reações exotérmicas; menor quantidade de energia requerida comparativamente com outras vias de tratamento; a flexibilidade na escala de operação e os ganhos ambientais resultantes (RUSSO, 2003; BARI et al., 2001). Algumas desvantagens são que podem conduzir a um produto final sem qualidade para a aplicação nos solos; a liberação de odores quando o arejamento não é suficiente; a necessidade de maior área de terreno disponível do que nos processos de tratamento, requerendo, assim, maior utilização de mão-de-obra (RUSSO, 2003).

BIORREATORES

A técnica de Biorreatores é a utilização de grandes tanques aéreos fechados, onde se coloca o solo contaminado e mistura-se com água, de modo a formar uma suspensão com 10 a 40% de sólidos, que é mecanicamente aerada através de rotações. A formação desta suspensão no interior do biorreator possibilita o aumento da disponibilidade dos contaminantes aos microrganismos degradadores e a eliminação da heterogeneidade da distribuição dos contaminantes no solo (MACLEOD, 2005). Além disso, no interior do biorreator, as condições ambientais de pH, a disponibilidade de nutrientes, a aeração e a temperatura são otimizadas para o máximo crescimento microbiano, sendo possível também a inoculação de microrganismos comprovadamente degradadores dos contaminantes. Após a concentração dos contaminantes ter sido reduzida aos níveis desejados, a suspensão é desidratada e a água pode ser reutilizada no biorreator. As taxas e a extensão da biodegradação nesta técnica são muito altas, em vista do controle sobre fatores abióticos, e até bióticos, no interior do biorreator, o que



resulta no tratamento do solo num curto período de tempo. Algumas desvantagens estão relacionadas a limitação da quantidade de solo tratado devido ao tamanho dos biorreatores e a necessidade, em alguns casos, de pré-tratamento do solo para a remoção de compostos tóxicos aos microrganismos (como metais pesados) e para a redução do tamanho dos agregados do solo (DOELMAN, 1999).

BIOPILHAS

A técnica de biopilhas é uma tecnologia desenvolvida em escala industrial, basicamente para solos arenosos. O solo escavado contaminado é colocado em pilhas ou células, cujo teor do contaminante presente é reduzido por biodegradação. Umidade, nutrientes, oxigênio, temperatura e pH podem ser controlados para estimular a atividade degradativa dos microrganismos presentes no solo (DOD, 2002).

As biopilhas são normalmente dispostas em locais impermeabilizados com mantas para reduzir os riscos de migração do lixiviado para regiões de subsuperfície não contaminados. No processo estático, o oxigênio é fornecido por meio de uma rede de tubos perfurados instalado acima da base, conectada a um soprador ou bomba a vácuo. Em alguns casos, é necessário construir um sistema de coleta de lixiviado para o seu tratamento, especialmente quando existe sistema de distribuição de umidade. Usualmente, as biopilhas são cobertas com mantas impermeáveis para minimizar o escape de poluentes, principalmente voláteis, além de proteger o solo do vento e das chuvas (VON, 2000).

Algumas das vantagens desta técnica é que o tratamento apresenta curta duração, de 3 a 6 meses, em condições otimizadas; projeto e implementação simples; custos relativamente baixos; necessita de superfície menor do que o sistema de *landfarming*; pode contemplar um sistema de coleta de emissões de vapores. Algumas desvantagens são a redução de concentração de poluentes maior que 95% é difícil de ser alcançada; presença de concentrações elevadas de metais pesados (>2500 ppm) pode inibir o crescimento microbiano; constituintes voláteis tendem mais a evaporar do que serem biodegradados durante o tratamento; os vapores gerados precisam sofrer tratamento antes de seu descarte para a atmosfera; baixo desempenho em solos com baixa condutividade hidráulica e com teor de silte mais argila superior a 10%, em peso (DOD, 2002).

BIORREMEDIAÇÃO EM SOLOS CONTAMINADOS COM AGROTÓXICOS


Os agrotóxicos são compostos químicos, desenvolvidos e aplicados com a finalidade de prevenir biosistemas agrícolas, urbanos e aquáticos dos efeitos nocivos de espécies consideradas perniciosas a este sistema (BRASIL, 2002). Por esse motivo, os agrotóxicos têm sido um dos produtos mais vendidos no mundo, sendo o Brasil, desde o ano de 2008, o país que mais consome agrotóxicos em todo o planeta (ABRASCO, 2015). Além de ajudar no aumento da produção alimentícia, os agrotóxicos têm ocasionado grande preocupação ambiental pelo uso exacerbado destas substâncias (SUN et al., 2018; MEFTAUL et al., 2020).

A intensa aplicação dos agrotóxicos, que por vezes ocorre de maneira errada, tem contaminado todos os compartimentos ambientais da Terra (ABRASCO, 2015). Destes compartimentos o que recebe a maior quantidade é o solo. Isso acontece porque independente da forma de manejo do agrotóxico, grande parte das moléculas entra em contato com o solo que, por sua vez, se transforma em via de contaminação para outros ambientes como, por exemplo, águas subterrâneas e de superfície (MEFTAUL *et al.*, 2020).

Devido a sua alta toxicidade, baixa dose letal e difícil degradação, a recuperação de ambientes contaminados com agrotóxicos se torna um desafio (DE MENDONÇA NETO et al., 2019; REBELO; CALDAS, 2014). Além disso, muitos desses compostos ao sofrerem degradação dão origem a outras moléculas que, conseqüentemente, podem ser mais nocivas que as espécies originais (SILVA; FAY, 2004; RODRIGUES, 2013). A biorremediação tem demonstrado ser uma técnica aplicável na recuperação de áreas contaminadas por agrotóxicos. A biorremediação de ambientes contaminados por agrotóxicos ocorre, principalmente, pela utilização de microrganismo como, por exemplo, fungos e bactérias. Em alguns casos a Fitorremediação, utilização de plantas, tem demonstrado eficácia para alguns tipos de princípios ativos (DE SOUZA et al., 2018; DE MENDONÇA NETO et al., 2019).

BIORREMEDIAÇÃO POR FUNGOS

Segundo Peralta-Zamora et al. (1998) apud Soares et al. (2011), os estudos utilizando fungos para a degradação de contaminantes teve seu início há cerca de 30 anos. Ainda segundo os autores, um dos primeiros trabalhos científicos encontrado na literatura, sobre biorremediação de agrotóxicos, fazendo uso de fungos, foi o de Nobles (1975). O objetivo do artigo citado era de estudar a degradação dos agrotóxicos organoclorados dieldrin e lindano, pelo fungo *Saccharomyces cerevisiae* (SOARES et al., 2011). Nos anos mais recentes, vários trabalhos têm




mostrado a eficiência de diferentes tipos de fungos na remediação e descontaminação de áreas contaminadas por agrotóxicos. A título de exemplo, temos os fungos: *Aspergillus* na biodegradação de atrazina (SENE et al., 2010); *Penicillium pinophilum* na degradação de bensulfuron-methyl (PENG et al., 2012); *Streptomyces* na remediação do oxyfluorfen (MOHAMED et al., 2011) e Basidiomicetos na degradação de agrotóxicos da classe química organoclorados (HENN et al., 2020).

Entre os fungos citados, existe uma classe que se destaca na biorremediação de agrotóxico, são os Basidiomicetos. Esta classe de fungos tem papel importantíssimo no ecossistema do planeta, isso porque estão intimamente ligados a ciclagem de nutrientes e também ao ciclo dos elementos carbono, potássio, nitrogênio e fósforo (DE SALVI, 2011). O sucesso na utilização desta espécie se deve ao fato de que o seu sistema enzimático é inespecífico. Segundo Rodrigues et al. (2004) e Ballaminut (2007), os fungos basidiomicetos possuem uma peroxidase versátil, o que contribui para a eficiência na degradação de agrotóxicos. Dentre as inúmeras vantagens de se utilizar fungos na biorremediação, a seguir são elencadas algumas delas: Estas espécies se desenvolvem tanto no solo quanto na água e estão em contato direto com este meio, o que favorece a biorremediação; Tem a capacidade de degradar uma vasta gama de moléculas com diferentes estruturas e; Conseguem diminuir a toxicidade de vários compostos xenobióticos (DE SALVI, 2011).

BIORREMEDIAÇÃO POR BACTÉRIAS

As bactérias são microrganismos que se adaptam a variados tipos de habitat. Em condições favoráveis, sua taxa de multiplicação é rápida. As bactérias quando encontram um ambiente favorável ao seu desenvolvimento como, por exemplo, temperatura adequada, pH equilibrado, oxigenação propícia e presença de nutrientes produzem e transportam enzimas que ajudam no processo de biorremediação de poluentes (BALLAMINUT, 2007). O processo de biorremediação pode ocorrer por meio de culturas puras ou por meio de consórcio de bactérias. A biodegradação bacteriana dos poluentes ocorre por via catabólica, onde a molécula poluente se torna fonte de carbono ou nitrogênio e também por via co-metabólica, em que, neste caso, o processo exige a adição de carbono ou nitrogênio para que ocorra a degradação do composto poluente (UQAB et al., 2016).

Na literatura científica são encontrados diversos tipos de bactérias que são capazes de degradar com eficiência diferentes classes de agrotóxicos. Dentre esta vasta gama de



microrganismos, destacam-se as bactérias do tipo *Pseudomonas sp.*, *Bacillus sp.*, e *Acinetobacter sp* (UQAB et al., 2016). Apesar das bactérias serem amplamente utilizadas na biorremediação de agrotóxicos e demais poluentes, estas apresentam algumas desvantagens como, por exemplo, a limitação na taxa de degradação, em função do estresse provocado pelo poluente. Outra desvantagem é que o sistema enzimático destes microrganismos somente é produzido na presença do poluente e, desta forma, se tornam pouco eficiente na biorremediação de compostos não solúveis em água ou que estejam ligados diretamente à estrutura do solo (BALLAMINUT, 2007; UQAB et al., 2016).


BIORREMEDIAÇÃO POR FITORREMEDIAÇÃO

A Fitorremediação de áreas contaminadas no Brasil tem ganhado espaço nas últimas décadas. Este fato se deve, principalmente, ao clima tropical do país que proporciona às plantas condições necessárias ao desenvolvimento delas (MARQUES et al., 2010). Não são todas as espécies de plantas que possuem a capacidade de se desenvolver em meios contaminados, no entanto, várias espécies têm demonstrado eficiência na biorremediação de agrotóxicos, sendo algumas delas: *Crotalaria juncea*; *Stizolobium aterrimum*; *Stizolobium aterrimum*; *Eleusine coracana*; *Brachiaria brizantha*; *Lolium multiflorum* (SOUTO et al., 2020).

Ao selecionar uma planta com o objetivo de remediação, deve-se levar em conta espécies que são capazes de tolerar o estresse provocado pelo contaminante. Entretanto, outros aspectos são primordiais para esta seleção. Com o intuito de facilitar o tratamento faz-se necessária a escolha de plantas que são de fácil manejo, além disso, deve-se verificar se o tipo de espécie é adequado para as condições do local onde a mesma será plantada (MARQUES et al., 2010). Algumas das principais características de plantas com potencial fitorremediador são: Alta capacidade de absorção e devem apresentar, preferencialmente, raízes profundas, além disso, estas raízes necessariamente devem ser capazes de tolerar e reter o contaminante (COUTINHO et al., 2015).

BIORREMEDIAÇÃO EM SOLOS CONTAMINADOS COM HIDROCARBONETOS DE PETRÓLEO

Os solos, quando contaminados por hidrocarbonetos de Petróleo (HAPs), podem ser tratados por processos biológicos que se baseiam na utilização por microrganismos, para reduzir ou eliminar compostos orgânicos que apresentam riscos à saúde humana. Os processos




biológicos, quando comparados com os processos convencionais físicos e químicos, são menos onerosos e intrusivos. As tecnologias de biorremediação podem ser aplicadas *in situ* ou *ex situ*, dentre as quais destacam-se a atenuação natural, fitorremediação, *landfarming* e biopilhas (SANTOS, 2007).

Para que um microrganismo utilize estes compostos como fonte de Carbono e energia para o seu crescimento, é necessário que possua as várias enzimas que transformam as moléculas complexas dos HAPs em intermediários comuns das suas rotas metabólicas. Várias vias metabólicas de degradação dos HAPs já foram identificadas com diferentes microrganismos, porém as que são de metabolismo aeróbico são as mais estudadas, sendo realizadas pelas bactérias, pelos fungos lignolíticos e pelos fungos não-lignolíticos. No metabolismo bacteriano, a oxigenação inicial dos HAPs é realizada por uma enzima intracelular dioxigenase, que tem a função de reconhecer o HAP e adicionar dois átomos de oxigênio, quebrando a estabilidade devido a ressonância do anel aromático (BAMFORTH, 2005).

Após sucessivas oxidações, o último anel aromático é transformado em um dos intermediários centrais da via de degradação dos HAPs, que pode ser o catecol, o protocatecol ou o gentisato. As enzimas denominadas periféricas são substâncias orgânicas que tem a função de reconhecer as moléculas dos HAPs e convertê-las nestes intermediários centrais. A partir de então, atuam as denominadas enzimas de fissão, que converterão os intermediários centrais em compostos que possam ser utilizados nas vias comuns de geração de carbono e energia da bactéria (BAMFORTH, 2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A poluição ambiental é uma triste realidade em todo o planeta Terra, apesar de todos os esforços para conter esta contaminação, várias são as notícias, quase que diárias, de desastres ambientais provocados pela ação do homem. Muitas técnicas de descontaminação são testadas e aplicadas na esperança de resolver a contaminação do meio ambiente, no entanto, em muitos casos os resultados não são satisfatórios ou o produto gerado no processo de descontaminação também provoca poluição. Como visto, a biorremediação é uma técnica de descontaminação promissora, o método apresenta várias vantagens e pouca interferência ao meio onde existe necessidade de descontaminação. Além disso, o método pode ser aplicado para diferentes tipos de contaminantes com eficiência e baixo custo. A Biorremediação é uma alternativa para remoção dos contaminantes agrotóxicos e hidrocarbonetos de Petróleo no ambiente, em



especial no solo. No entanto, fazem-se necessários investimentos em pesquisas que aprimorem os meios de aplicação da técnica, não somente, no tratamento destes contaminantes, mas também em vários outros que degradam e poluem o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABRASCO. **Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde.** Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular, 628 p 2015.

AJONA, M.; VASANTHI, P. Bio-remediation of crude oil contaminated soil using recombinant native microbial strain. **Environmental Technology & Innovation**, v. 23, p. 101635, 2021.

ANDRADE, J. A.; AUGUSTO, F.; JARDIM, I. C. S. F. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. **Eclética Química**, São Paulo, 35 - 3: 17 - 43, 2010.

BALLAMINUT, N. Caracterização fisiológica do inóculo de *Lentinus crinitus* (L.) Fr. CB274 empregado em biorremediação de solo. **Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente**, 2007. 163p.

BAMFORTH, S.; SINGLETON, I. Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbons: current knowledge and future directions. **Journal of chemical Technology and Biotechnology**, Sussex, v.80, n.7, p.723-736, 2005.

BARI, Q.H; KOENING, A. Effect of air recirculation and reuse on composting of organic solid waste. **Resources, Conservation and Recycling**, 93-111, 2001.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. **Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Casa Civil da Presidência da República**, disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm, acessado em: 20 abr. 2021.


CARNEIRO, D. A.; GARIGLIO, L. P. A biorremediação como ferramenta para a descontaminação de ambientes terrestres e aquáticos. **Revista Tecer**, vol. 3, nº 4, 2010.

COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro et al. Alternativas de remediação e descontaminação de solos–Biorremediação e Fitorremediação. **Nucleus**, v. 12, n. 1, p. 59-68, 2015.

DE MATOS, Antônio Teixeira. **Poluição ambiental: impactos no meio físico.** Editora UFV, 2020.

DE MENDONÇA NETO, Abílio Curvelo; BURLE, Eduardo Costa; FIGUEIREDO, Renan Tavares. AGROTÓXICOS: DANOS À SAÚDE HUMANA E AMBIENTAL. EXISTEM OUTROS CAMINHOS? **Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT-SERGIPE**, v. 5, n. 3, p. 91, 2019.

DE SALVI, Marina Bianchini. Fungos basidiomicetos em biorremediação. **Curso de capacitação de Monitores e Educadores. Instituto de Botânica de São Paulo**, 2011. Disponível em http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/pgibt/2013/04/Fungos_basidiomicetos_em_biorremediacao_Marina_Bianchini.pdf. Acesso em: mai. 2021.



DE SOUZA, Eduardo Lorensi et al. RESÍDUOS CONTAMINANTES NO SOLO: POSSIBILIDADES E CONSEQUÊNCIAS. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 2, p. 484-509, 2018.

DELLA-FLORA, Isabela Karina et al. Uma revisão das tecnologias de bioestimulação orgânica de solos contaminados com hidrocarbonetos de petróleo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 72256-72269, 2020.

DOD ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY TRANSFER COMMITTEE, Remediation Technologies Screening Matrix and Reference Guide. 4 ed. SFIM-AEC-ET-CR-97053, 2002.

DOELMAN, P; BREEVELK, G. in situ on site practices. In: ADRIANO, D.C. et al (Ed). **Bioremediation of contaminated soils**. Madison: ASA/CSSA/SSSA: 539-558, 1999.

DZIOŃEK, A.; WOJCIESZYŃSKA, D.; GUZIK, U. Natural carriers in biorremediation: A review. **Electronic Journal of Biotechnology**. V. 23, p. 28-36, 2016.

ETIM, E. E. Phytoremediation and its mechanisms: A Review. **International Journal of Environment and Bioenergy**, 2(3): 120-136, 2012.

GADD; G. M. Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation. **Microbiology**, 156, 609–643, 2010.

HAO CHANG, C.; YANG, H.Y.; MIN HUNG, J.; JEN LU, C.; LIU, M. H. Simulation of combined anaerobic/aerobic bioremediation of tetrachloroethylene ingroundwater by a column system. **Internetonal Biodeter & Biodegrad**, V. 117. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.12.014>. 2017.

HENN, Caroline et al. Degradation of the Organochlorinated Herbicide Diuron by Rainforest Basidiomycetes. **BioMed Research International**, v. 2020, 2020.

HOYOS, S; JUÁREZ, J; RAMONET, C; LÓPEZ, J; RIOS, A; URIBE, E. Aerobic Thermophilic Composting of Waste Sludge from Gelatine-Grenetine Industry, 161-173, 2000.


MACCI, Cristina et al. Landfarming as a sustainable management strategy for fresh and phytoremediated sediment. **Environmental Science and Pollution Research**, p. 1-16, 2021.

MACLEOD, C.T; DAUGULIS, A.J. Interfacial effects in a two-phase partitioning bioreactor: degradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by a hydrophobic mycobacteriu. **Process Biochemistry**, Oxon, v40, n.5, 1799-1805, 2005.

MARQUES, M. et al. Seedling emergence and biomass growth of oleaginous and other tropical species in oil contaminated soil. **The Open Waste Management Journal**, v. 3, n. 1, 2010.

MARTÍNEZ, F.L; ORCE, I.G.; RAJAL, V.B.; IRAZUSTA, V. P. Salar del Hombre Muerto, source of lithium-tolerant bacteria. **Environ Geochem Health**. Apr;41(2):529-543. doi: 10.1007/s10653-018-0148-2, 2018.

MEFTAUL, I. M; VENKATESWARLU, K.; DHARMARAJAN, R.; ANNAMALAI, M. M. Pesticides in the urban environment: a potential threat that knocks at the door. **Science of the Total Environment**, 2020. Doi:[10.1016/j.scitotenv.2019.134612](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134612).



MOHAMED, Afrah T. et al. Degradation of oxyfluorfen herbicide by soil microorganisms biodegradation of herbicides. **Biotechnology**, v. 10, n. 3, p. 274-279, 2011.

NOBLES, M.K. Identification of cultures of wood-inhabiting *Hymenomyces*. **Canadian Journal of Botany**, v.43, p.1097-1139, 1975.

PENG, Xingxing et al. Biodegradation of bensulphuron-methyl by a novel *Penicillium pinophilum* strain, BP-H-02. **Journal of hazardous materials**, v. 213, p. 216-221, 2012.

PERALTA-ZAMORA, P. et al. Decolorization of pulp mill effluents with immobilized lignin and manganese peroxidase from *Phanerochaete chrysosporium*. **Environmental technology**, v. 19, n. 5, p. 521-528, 1998.

PERELO, L. W. Review: In situ and bioremediation of organic pollutants in aquatic sediments. **Journal of Hazardous Materials**. v. 177, p. 81-89, 2010.

PRASAD, R.; ARANDA, E. **Approaches in Bioremediation: The New Era of Environmental Microbiology and Nanobiotechnology**. Nanotechnology in the Life Sciences; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 2018.

REBELO, R. M.; CALDAS, E. D. Environmental risk assessment of aquatic systems affected by pesticide use. **Química Nova**, v. 37, n. 7, p. 1199-1208, 2014.

RODRIGUES, E. **Ecologia da Restauração**. Ed. Planta, Londrina, 2013.

RODRIGUEZ, E.; NUERO, O.; GUILLÉN, F.; MARTÍNEZ, A.T.; MARTÍNEZ, M.J. Degradation of phenolic and non-phenolic aromatic pollutants by four *Pleurotus* species: the role of laccase and versatile peroxidase. **Soil Biology e Biochemistry**, v.36, p.909-916, 2004.

RUSSO, M.A; **Tratamento de Resíduos Sólido**. Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, Coimbra, 2003.

SANTOS, R.M.S.; LEITE, S. G.F.; SOBRAL, L. G.S.; RIZZO, C. L. **Remediação de Solo Contaminado por Petróleo em Biopilhas**, 2007.

SENE, Luciane et al. New aspects on atrazine biodegradation. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 53, n. 2, p. 487-496, 2010.

SHARMA, B.; DANGI, A. K.; SHUKLA, P. Contemporary enzyme based technologies for bioremediation: A review. **Journal of Environmental Management**, V. 210. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.075>. 2018.

SILVA, C. M. S.; FAY, E. F. **Agrotóxicos e ambiente**. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2004.

SILVA, Manassés et al. Desafios e Estratégias da Fitorremediação no Meio Ambiente. **Pesquisas Agrárias e Ambientais**, p. 6, 2021.

SOARES, I. A. et al. Fungos na biorremediação de áreas degradadas. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 78, n. 2, p. 341-350, 2011.



SOUTO, Kelen Müller et al. Phytostimulation of lowland soil contaminated with imidazolinone herbicides. **International journal of phytoremediation**, v. 22, n. 7, p. 774-780, 2020.

SOUZA, Bethania Gonçalves et al. FITORREMEDIAÇÃO DE DIFERENTES CONTAMINANTES DO SOLO. 2021.

SUN, S.; SIDHU, VIRINDER.; RONG, YUHONG.; ZHENG, Y. Pesticide pollution in agricultural soils and sustainable remediation methods: a review. **Current Pollution Reports**, p.240-250, 2018.

THOMPSON, I.P.; VAN DER GAST, C. J.; CIRIC L.; SINGER, A. C. Bioaugmentation for bioremediation: the challenge of strain selection. **Environ Microbiol** 7(7): 909–915, 2005.

UQAB, Baba; MUDASIR, S.; NAZIR, R. Review on bioremediation of pesticides. **J Bioremed Biodeg**, v. 7, p. 343, 2016.

VON FAHNESTOCK, F.M., WICKRAMANAYAKE, G.B., KRATZKE, R.J., MAJOR, W.R., Biopile Design, Operation and Maintenance Handbook for Treating Hydrocarbon-Contaminated Soils. **Columbus, Battelle Press**, 2000.

CAPÍTULO 23

DOI: 10.47402/ed.ep.c202181622486

GESTÃO DE RESÍDUOS DAS CONCESSIONÁRIAS DE VEÍCULOS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE MURIAÉ-MG

Ana Paula Wendling Gomes, Mestre em Extensão Rural, IFMG

RESUMO

O processo de degradação ambiental está associado na geração de práticas inadequadas ocorridas durante as atividades produtivas, potencializado ainda com o desenvolvimento de alguns setores da economia, pelas características intrínsecas desses setores, como por exemplo, o setor automobilístico estudado em questão. O desenvolvimento de estudos na área é necessário para verificar o consentimento das empresas em relação à gestão ambiental empresarial. Nesse sentido, o artigo teve como objetivo realizar um diagnóstico em concessionárias automobilísticas localizadas no município de Muriaé-MG, com intuito de verificar o nível de comprometimento destas com as questões ambientais, e na aplicação de ferramentas, como Sistemas de Gestão Ambiental, no tratamento dos impactos ambientais causados por suas atividades industriais. Após a realização da pesquisa identificou-se a necessidade de uma maior atuação dos órgãos ambientais no que se refere à conscientização ambiental sobre práticas adequadas de gestão ambiental, por meio de capacitação e repasse de informações para essas organizações.


PALAVRAS CHAVE: Sistemas de Gestão Ambiental; Concessionárias de Veículos; Resíduos Industriais.

1. INTRODUÇÃO

No caminho da sustentabilidade, o principal desafio é sensibilizar as pessoas para que internalizem a necessidade de mudanças e sejam capazes de construir novos referenciais e paradigmas que, na prática, traduzir-se-ão na implementação de procedimentos ambientalmente corretos na cadeia produtiva de trabalho.

A relevância do presente trabalho é demonstrada considerando-se a escassez dos nossos recursos naturais e ao impacto da economia desses recursos para as políticas públicas em especial à sociedade. Os problemas ambientais em grande parte estão associados com o desenvolvimento de alguns setores da economia, gerado por práticas inadequadas, além das características próprias dessas atividades, originando ou motivando novas práticas de gestão, como a ambiental empresarial.

Segundo dados da ANFAVEA – Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores, o Brasil ocupa o 10º lugar na frota mundial possuindo mais de trinta milhões de



veículos em circulação, com idade média de 9,5 anos e coeficiente de 8,6 habitantes por veículo. São mais de 1.580.000 KM de malha rodoviária, sendo que 164.247 KM estão pavimentados. Em termos de setor, são mais de 30 plantas industriais de montadoras instaladas no país e 500 fabricantes de autopeças contando com o apoio de mais de 4580 concessionários de marcas, que efetivaram um total de vendas de 1.4 milhões de unidades no ano de 2004, o que representa aproximadamente 5% do PIB industrial brasileiro.


Dados mais recentes da Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores – FENABRAVE, o Brasil possui mais de 4.500 concessionárias, com uma maior concentração no estado de São Paulo (cerca de 1225 concessionárias), seguido de Minas Gerais com cerca 512 concessionárias.

Como visto através dos dados, nos dias de hoje a frota brasileira é muito grande e há um crescimento muito relevante na demanda de reposição de autopeças e manutenção veicular, tornando-se indispensável a prática de modelos de gestão ambiental, tais como a criação de um sistema de gestão ambiental nas montadoras, empresas fabricantes de autopeças e nas concessionárias, respeitando as formas corretas de disposição e descarte dos resíduos gerados tanto pela reposição quanto pela reparação e descarte de veículos em condições inadequadas de uso.

De acordo com a FENABRAVE é esperado que nos próximos anos o setor automotivo direcione esforços e altos investimentos em gestão ambiental. É consensual a necessidade do desenvolvimento de boas práticas ambientais em concessionárias de veículos, mas também é evidente a dificuldade de implantação dos conceitos de gestão ambiental entre seus funcionários, fornecedores e, muito mais, de operacionalização do mesmo.

As concessionárias de veículos compõem uma parcela significativa da comercialização, manutenção e reparação dos veículos existentes no estado de Minas Gerais, representando potencialmente uma fonte de poluição ambiental caracterizada pela especificidade de resíduos existentes.

A procura por manutenção veicular e/ou reposição de autopeças é crescente no município de Muriaé – MG, uma vez que, destaca-se como referência em concessionárias de veículos automotores por possuir um número significativo de concessionárias instaladas em seu território. Neste sentido, a importância da sustentabilidade na produção industrial e a preservação dos recursos ambientais locais, assim como a destinação dos resíduos produzidos pelas mesmas são muito relevantes.



É necessário, portanto, que as concessionárias avaliem suas operações associadas com seus aspectos ambientais identificados e que assegurem o controle e tratamento adequados aos impactos ambientais, inclusive as suas atividades, incorporando assim a prevenção à poluição, para preservação dos recursos naturais e da gestão de rotinas, para assegurar conformidade com os requisitos legais e critérios de desempenho. (NBR ISO 14001:2004).

Torna-se, portanto interessante o estudo dos impactos, e as ferramentas de gestão ambiental empresarial que se pode usar para reduzi-los. A presente pesquisa foi desenvolvida no município de Muriaé-MG com o objetivo de conhecer a destinação que as concessionárias dão aos resíduos provenientes da manutenção veicular e a reposição de autopeças, além de verificar se essas empresas tem uma preocupação ambiental e se utilizam de ferramentas tais como sistemas de gestão ambiental para minimização dos impactos causados, como consequência de suas atividades produtivas. Vale ressaltar também a necessidade de pesquisas com intuito de quebrar paradigmas de que a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental é oneroso e demorado, conscientizando os gestores sobre os benefícios tanto econômicos sobre tudo os ambientais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS PROVENIENTES DOS REPRESENTANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTIVOS

Para que as empresas possam reconhecer suas atividades poluidoras é imprescindível o levantamento dos aspectos e impactos decorrentes de seus processos produtivos.

O aspecto é definido pela NBR ISO14001 como “elementos das atividades, produtos e serviços de uma organização que podem interagir com o meio ambiente” e o impacto ambiental é definido como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

O CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais. Ou seja, “impactos ambientais” podem ser definidos

como qualquer alteração (efeito) causada (ou que pode ser causada) no meio ambiente pelas atividades da empresa quer seja esta alteração benéfica ou não.

Dentre as principais atividades desenvolvidas nas oficinas ou concessionárias automotivas destacam-se as trocas de óleos lubrificantes, reparos e pintura automotiva, trocas e regulagem de peças automotivas, regulagem de motores, troca de baterias, serviços de manutenção mecânica e eletrônica, troca e conserto de pneus e lavagem de peças e de veículos automotores (OLIVEIRA e CUNHA, 2007).

Os autores acima acrescentam ainda que estas atividades podem ser desempenhadas de modo seguro e saudável, tanto do ponto de vista de saúde humana quanto da proteção ambiental, desde que sejam conhecidas e corretamente controladas, considerando a geração de efluentes líquidos, efluentes sólidos, emissões atmosféricas, ruídos, vibração e radiação.

Na tabela 1 são apresentados alguns aspectos e impactos ambientais comuns das oficinas e concessionárias de veículos automotivos:

Área	Aspecto	Impacto
Funilaria	Geração de efluentes (água, tintas, solventes, óleos e derivados).	Contaminação do Solo. Contaminação das águas.
	Risco de vazamento de óleos e derivados.	Contaminação do Solo. Contaminação das águas. Degradação da flora e fauna
Lavagem de Veículos	Geração de resíduos contaminados com óleos (panos e estopas).	Contaminação do Solo. Contaminação das águas. Degradação da flora e fauna.
	Geração de efluentes (óleo e derivados de produtos de lavagem).	Contaminação do Solo. Contaminação das águas.
	Risco de vazamento de combustíveis e derivados.	Degradação da flora e fauna. Esgotamento de Recursos Naturais.
Mecânica	Risco de vazamento de óleos e derivados (produtos inflamáveis).	Contaminação do Solo. Contaminação das águas. Degradação da flora e fauna. Risco de incêndio.
	Risco de acidentes pela manobra de veículos.	Contaminação do Solo. Contaminação das águas.
	Risco de explosão do Calibrador.	Risco de saúde para o trabalhador. Poluição do Ar. Risco de Incêndio.
	Vazamento do gás refrigerante.	Risco de saúde para o trabalhador. Esgotamento dos recursos naturais.
	Geração de tambores contaminados	Contaminação do solo. Contaminação das águas. Degradação da fauna e flora
	Geração de Efluentes (óleo e derivados)	Contaminação do solo. Contaminação das águas.

	Geração de resíduos contaminados com óleo e derivados (panos, embalagens e trapos).	Contaminação do solo. Contaminação das águas. Poluição visual.
	Risco de vazamento de produtos inflamáveis e perigosos.	Contaminação do solo. Contaminação das águas.
Peças e Acessórios	Geração de resíduos de embalagens contaminadas com produtos químicos em virtude de vazamento (papel, vidro, plástico, madeira). Risco de incêndio com produtos inflamáveis.	Contaminação do solo. Contaminação das águas. Poluição do ar. Comprometimento da saúde.

Fonte: Adaptado de Villas, 2006.

Tabela 1 – Principais Aspectos e Impactos Ambientais das Oficinas de Veículos Automotivos

Uma vez que os aspectos e impactos são analisados, observa-se que a relação entre os mesmos é de causa e efeito e ao se conhecer esta relação é possível estabelecer os objetivos e metas ambientais da empresa, iniciando assim um processo de sistema de gestão ambiental.

Ferreira (2005), ao estudar sobre gerenciamento de resíduos em empresas de reparação de veículos, desenvolveu um modelo de diagnóstico para ser aplicado em oficinas automotivas adaptando a metodologia da Produção Mais Limpa – PML.

Como as concessionárias de veículos automotivos possuem praticamente o mesmo perfil, independente de bandeira ou tamanho, este modelo serve como base para ser implantado nas empresas do setor automotivo, apresentando soluções e ações necessárias na gestão dos resíduos gerados, de acordo com a tabela 2:

TABELA ESPAÇAMENTO – ESTA LINHA EM BRANCO

Nível I	Nível II	Nível III
Utilizar toalhas industriais laváveis no lugar de estopas;	Reutilizar ao máximo os produtos de limpeza de peças (Tyner, querosene, etc.), realizando a filtragem	Destinar panos e estopas adequadamente para o co-processamento.
Adquirir óleo a granel, evitando a geração de embalagens.	Se utilizar panos e estopas não laváveis, utilizá-las até a saturação de produto oleoso antes de colocá-la nos coletores.	Não doar resíduos perigosos para pessoas não autorizadas.
Em caso de derramamento de produto ou resíduo perigoso, providenciar o estancamento e absorção do material o mais rápido possível. Armazenar e tratar a água contaminada. Evitar derramar produtos no chão.	Procurar reparar as peças ao invés de trocá-las.	Armazenar todos os resíduos perigosos (óleo, trapos contaminados, etc.) em local provido de bacia de contenção. Separar as estopas e panos sujos Adequadamente. Deixar as embalagens de óleos escorrerem bem antes de enviar para reciclagem.
Utilizar bandeja para coletar o óleo no momento de manutenção.		Não deixar para depois, separar o lixo enquanto estiver trocando o óleo.
Manter sempre as mãos limpas.		Armazenar corretamente o óleo usado e demais resíduos perigosos.

Fonte: Adaptado de Ferreira, 2009.

Tabela 2 – Sugestões de melhorias conforme o nível da PML

A ordem de atuação da Produção Mais Limpa é dividida em 3 níveis, conforme mostrados na tabela. O nível 1 refere-se às medidas prioritárias a serem perseguidas. Estas são medidas de modificação tanto no produto quanto no processo de produção. O nível 2 aborda a reciclagem interna, com a reintegração dos resíduos pela própria empresa, como matérias-primas com o propósito igual, diferente ou inferior ao uso original, com recuperação parcial dos componentes do produto. A reciclagem externa, que representa o nível 3, acontece com o reuso externamente pela empresa. (OLIVEIRA e CUNHA, 2007).


2.2. A IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL

De acordo com Macatto (2002), recuperar e preservar o meio ambiente como um todo não pode e não deve ser uma tarefa exclusiva dos organismos de Estado, mesmo porque, a realidade tem mostrado que somente leis, normas, regulamentos e fiscalização punitiva por parte do Estado não são suficientes para deter o avanço do processo da degradação ambiental em curso. As possíveis respostas para as questões que envolvam a compatibilização entre desenvolvimento e conservação/preservação passam necessariamente pela participação da sociedade civil, pelo coletivo e pelo mercado produtivo.

Atualmente a preocupação ambiental tem sido muito discutida e disseminada por todo mundo, fazendo com que a sociedade se torne cada vez mais conscientizada e exigente e as empresas se vejam pressionadas a adotar sistemas de gestão ambiental para atender as exigências legais de proteção ambiental cada vez mais rigorosas, as exigências do mercado de concorrência acirrada e a necessidade de apresentar boa imagem perante os agentes econômicos e a sociedade (ROSA, 2009).

Rosa (2009) afirma que a ideia de se manter inserido num determinado ambiente sem impactar violentamente esse meio tem ganhado força e um cuidado muito especial por parte das empresas em geral, mas para isso é necessário o desenvolvimento e a implantação de Sistema de Gestão Ambiental (SGA), onde serão determinadas as ações que empresas podem adotar em conformidade com determinada norma, como por exemplo, a ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental, o qual é uma norma internacionalmente aceita que define os requisitos para estabelecer e operar um Sistema de Gestão Ambiental.

Um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) é uma estrutura desenvolvida para que uma organização possa consistentemente controlar seus impactos significativos sobre o meio



ambiente e melhorar continuamente as operações e negócios. Segundo Jabbour e Jabbour, (2013), o SGA é o conjunto de diretrizes adotadas para a implementação de uma política ambiental numa determinada empresa ou unidade produtiva que especifica competências, comportamentos, procedimentos e exigências a fim de avaliar e controlar os impactos ambientais de suas atividades.

A certificação de gestão ambiental tem por objetivo certificar que uma empresa adota um SGA (Sistema de Gestão Ambiental) em conformidade com determinada norma, como por exemplo, a ISO 14001 (BIANCHI, 2003).


A norma ISO 14001 é uma certificação de um Sistema de Gestão ambiental elaborada com o objetivo de formular uma política e objetivos que levam em conta os requisitos legais e as informações referentes aos impactos ambientais que podem ser controlados pelas empresas. Através dela é possível programar, manter e aprimorar um sistema de gestão ambiental, assegurando a sua conformidade com sua política ambiental estabelecida (JABBOUR e JABBOUR, 2013).

Evidentemente, conforme Curi (2012), medidas de controle e prevenção de poluição têm seu mérito, contudo, elas não podem formar uma gestão ambiental sólida. Foi só na década de 1990 que se inaugurou um novo modelo de administração das questões ambientais, o chamado Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Trata-se de um instrumento de gestão ambiental, que designa a articulação de funções administrativas e operacionais para minimizar ou impedir impactos negativos causados pela produção.

O autor ainda acrescenta que mais do que soluções pontuais, um SGA pressupõe um nível de sistematização maior, incluindo a criação de normas e objetivos e monitoramento contínuo. Além disso, a responsabilidade pelas questões ambientais passa a ser integrada em todas as áreas da empresa e não apenas concentrada em um departamento de meio ambiente.

Para Barros (2003) é comum acreditarmos erroneamente que ações pontuais ou isoladas, como por exemplo, instalação de equipamentos de controle de poluição façam parte de um sistema de gestão. Para a criação de um Sistema de Gestão Ambiental, envolvendo todos os segmentos da empresa em ações planejadas, voltadas para obter os melhores resultados com menos recursos, são necessárias: a formulação de diretrizes; a definição de objetivos; a coordenação de atividades e; a avaliação de resultados.

Existem diversas formas de implantação de SGA. Definir a forma de desenvolvimento do SGA mais adequada e eficiente, que atenda às necessidades da organização. O atendimento



a tais necessidades não implica necessariamente em um processo formal de certificação, podendo estar restrito apenas a melhorias nos processos e produtos da organização.

Muitas organizações nacionais e internacionais já desenvolveram modelos próprios de SGA, como o Business Council for Sustainable Development (BCSD) e a Confederation of British Industry (CBI), entre outros, mas certamente o mais famoso de todos é o SGA proposto pela International Organization for Standardization (ISO).


Os instrumentos de gestão ambiental são responsáveis por agrupar as práticas de gestão ambiental adotadas pelas organizações e, por meio da sinergia entre elas influenciar positivamente o desempenho ambiental das organizações (JABBOUR e JABBOUR, 2013).

A estrutura do Sistema de Gestão Ambiental baseia-se: no estabelecimento de uma política ambiental; no planejamento e estabelecimento de objetivos para lidar com os aspectos e impactos ambientais significativos; na implementação de ações operacionais e controles necessários; na verificação e monitoramento do desempenho ambiental e na consequente tomada de ações corretivas e preventivas; na análise crítica periódica, visando à melhoria contínua do desempenho ambiental (BARROS, 2013).

A implantação de um Sistema de Gestão Ambiental proporciona inúmeras vantagens para as Empresas tais como: segurança legal; minimização dos acidentes e passivos ambientais; eliminação dos desperdícios; integração da qualidade ambiental à gestão dos negócios da empresa; conscientização ambiental dos funcionários; relacionamento de parceria com a comunidade; melhoria da imagem; aumento da produtividade; conquista de novos mercados (CURI, 2012).

Conforme as características da empresa que está implementado o SGA, diferentes caminhos podem ser percorridos durante as etapas de implementação. Diversos fatores influenciam na decisão de como a mesma será conduzida: existência ou não de sistemas de gestão já implantados, e cultura de gestão em vigor na empresa, o planejamento da direção, considerando objetivos, prazos e motivações e os recursos financeiros e humanos.

O processo de implantação do SGA deve ser feito de forma gradual e de acordo com as peculiaridades e especificidades de cada setor produtivo. Além disso, a direção da empresa deve se envolver ativamente no processo. Através da alocação de recursos, definição de responsabilidades, conscientização de todos os colaboradores e avaliação contínua de práticas, procedimentos e processos, a alta administração pode manter o ciclo de melhoria ambiental



contínuo da empresa através de análises críticas sobre o funcionamento do sistema (FENABRAVE, 2015).

3. METODOLOGIA

O município de Muriaé – MG possui cerca de treze concessionárias, sendo elas de carro, moto e caminhões. Devido a dificuldade da receptividade para a realização da pesquisa, optou-se em visitar 5 concessionárias, que por questões éticas não foram mencionadas no artigo.

Para a realização da pesquisa nas concessionárias visitadas foi aplicado um questionário, levando em consideração as seguintes variáveis: definição documentada e implantada de um Sistema de Gestão Ambiental; aproveitamento e tratamento de água; consumo de energia; destinação do óleo e baterias trocadas; descarte de peças e resíduos derivados dos veículos; funilaria, coleta seletiva, treinamento e reciclagem.


4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o objetivo de identificar a gestão de resíduos industriais e a existência de ferramentas de gestão ambiental, tais como Sistema de Gestão Ambiental, foram realizadas entrevistas in loco com 5 (cinco) concessionárias as quais foram abordadas no presente artigo com nomes fictícios (concessionária A, B, C, D e E).

Durante a aplicação do questionário houve muita dificuldade no tange à tentativa de conscientização sobre a necessidade de tratar os aspectos e impactos ambientais. É necessário mostrar aos administradores das concessionárias os benefícios que as empresas ganham com práticas mais sustentáveis. Benefícios como: redução de desperdícios, redução de custos, boa imagem perante a sociedade e consumidores, são alguns dos muitos percebidos.

Nos locais visitados, percebe-se claramente que quando o assunto é relacionado às questões ambientais, a maioria ficou na defensiva, embora tenham em mente que há a necessidade de cuidar melhor das questões relacionadas ao meio ambiente.

Após a realização das visitas nas concessionárias, foi possível perceber que com exceção de uma delas, todas as demais realizam ações pontuais de gestão ambiental. Embora a preocupação com o meio ambiente seja praticamente universal, a implantação do Sistema de Gestão Ambiental - SGA existe apenas na concessionária C que inclusive possui a certificação da ISO 14001. Entretanto, as concessionárias A, B, D e E estão inteiradas no assunto, ou seja,



reconhecem a existência destes instrumentos ou ferramentas ambientais, porém ainda não adotam em sua gestão.

Determinados setores produtivos como este, não se pode tratar os problemas ambientais apenas com ações pontuais de gestão ambiental. Estes setores, pela própria característica de causar impactos significativos ao meio ambiente, necessita utilizar de ferramentas como o Sistema de Gestão Ambiental, com objetivos e metas bem definidos pela direção, envolvendo e disseminando em todas as áreas da empresa. Se a direção, juntamente com seus os gerentes não estiverem realmente conscientizados e comprometidos com o meio ambiente, a adequação ambiental fica superficial se resumindo apenas em ações pontuais.


Ao perguntar especificamente sobre a norma ISO 14001, estas concessionárias disseram ter conhecimento mais não têm interesse pela certificação, com exceção, claro da concessionária C.

A falta da definição e documentação do escopo de política ambiental reforça o que foi dito anteriormente. Dentre as 5 (cinco) concessionárias entrevistadas, 4 (quatro) não possuem procedimentos estabelecidos, exceto a Concessionária C. Em contrapartida, a mesma não possui acesso imediato, pois os documentos ficam disponibilizados na matriz, a qual situa-se em localidade diferente. Visto que a concessionária diz possuir a certificação da ISO 14.001, o fato de não manter sua política documentada na unidade, e sim na matriz, faz com que a mesma corra o risco de sofrer constrangimentos caso passe por uma auditoria inesperada.

A definição de uma política ambiental documentada demonstra os fins e objetivos relacionados ao comportamento de uma organização em conformidade com sua atuação na eficiência ambiental, e que essa característica está em consonância com a atuação da alta administração (ISO 14001, 2004).

Com relação aos resíduos gerados nas empresas visitadas, praticamente todas fornecem treinamentos aos seus funcionários a respeito da importância da coleta seletiva, e destinação dos resíduos sólidos, ao contrário da concessionária B que ainda se encontra em um estágio menos evoluído no que refere à preocupação com as questões ambientais.

A respeito do uso de formas alternativas de captação de água, foi constatado que apenas a concessionária D possui um sistema de reaproveitamento de água da chuva, as demais não fazem tal reaproveitamento nem para lavagem de veículos, jardins, limpeza das oficinas e demais dependências do estabelecimento.



No consumo de energia elétrica, as únicas reduções estão pautadas na utilização de lâmpadas fluorescentes, as quais se encontram presentes em 100% das concessionárias visitadas. Por outro lado, uma medida de redução de energia, adotada pela Concessionária E está diretamente relacionada à sua infraestrutura privilegiada, que permite a utilização da iluminação natural durante grande parte do dia, tendo como consequência um menor consumo de energia. Além disso, pode-se concluir a respeito desse aspecto identificado, que nenhuma das concessionárias visitadas faz o uso de energia renováveis que visam um menor impacto ao Meio Ambiente.


Sobre armazenagem e descarte de óleo usado nas concessionárias, foi verificado que 4 (quatro) concessionárias visitadas realizam procedimentos adequados, exceto a concessionária B. As concessionárias A, C, D e E possuem caixas separadoras de água e óleo, tanques específicos e cuidado no risco de possíveis vazamentos. Quanto à destinação do óleo estas repassam para empresas recolhedoras que possível reciclam tal resíduo provavelmente não causam impactos ao meio ambiente. Quanto à concessionária B, o sistema de descarte e armazenagem de óleo é inexistente, o que reforça a ideia de que tal empresa tem pouca consciência da importância de se aderir medidas ambientais dentro de suas operações cotidianas.

Segundo a Resolução CONAMA nº 362/2005, estes resíduos devem ser recolhidos para refinis e deixa claro as obrigações do gerador: “Recolher os óleos lubrificantes usados ou contaminados de forma segura, em lugar acessível à coleta, em recipientes adequados e resistentes a vazamentos, de modo a não contaminar o meio ambiente”.

Com relação ao comportamento da concessionária B, a falta de informação sobre a periculosidade destes óleos pode ser um fator responsável por tal negligência, evidenciando a necessidade de uma maior atuação dos órgãos fiscalizadores, no sentido de conscientizar e capacitar estas empresas.

A literatura existente trata tal comportamento acima, como uma postura reativa da gestão ambiental. Trata-se do estágio menos evoluído da gestão ambiental organizacional, considerando a adequação ambiental onerosa e desnecessária e ainda não há percepção dos benefícios ambientais e econômicos com a gestão ambiental.

De acordo com Barbieri (2004), as empresas podem apresentar diferentes níveis ou estágios de envolvimento com a gestão ambiental, que reflete o grau de comprometimento



gradual frente ao meio ambiente e o nível de sua dedicação ao planejamento, organização, direção e controle das práticas de gestão.

Nos locais visitados, com exceção da empresa B, percebe-se claramente que o resíduo que tem uma atenção maior é o óleo lubrificante usado, que é comprado por uma empresa especializada. Esta faz a coleta do óleo nas concessionárias interessadas para ser novamente refinado e reutilizado. Esta prática é adequada, mas não se pode esquecer dos resíduos restantes, as embalagens do óleo, as baterias sem condição de uso, dentre outros vistos no trabalho também precisam ser depositados em lugares adequados para terem uma destinação correta.

Sobre sistema de armazenagem de baterias, todas as concessionárias afirmaram que estas são armazenadas em condições adequadas e exigidas por lei, conforme o art. 19 da Resolução CONAMA nº 401/2008, “Os estabelecimentos de venda de pilhas e baterias referidas devem obrigatoriamente conter pontos de recolhimento adequado”.


Porém, quanto à destinação final, foi identificado uma enorme falha, pois apenas as baterias trocadas que estão dentro do prazo de garantia voltam para o fornecedor, as demais são enviadas para ferro velho da cidade sem controle formal dessa destinação.

Como as baterias apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigem tratamento e disposição especial em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

Conforme o art. 04 da Resolução CONAMA nº 401/2008, “Os estabelecimentos que comercializam baterias automotivas, bem como a rede de assistência técnica autorizada pelos fabricantes e importadores desses produtos, deverão receber dos usuários as pilhas e baterias usadas, respeitando o mesmo princípio ativo, sendo facultativa a recepção de outras marcas, para repasse aos respectivos fabricantes ou importadores”.

Sobre as peças e acessórios, pôde ser observado que as peças usadas são acondicionadas de acordo com a sua família (manutenção, desgastes, acessórios e carroceria) e em lugares específicos de armazenamento, sendo classificados em contaminantes e não contaminantes. Essas peças, em sua maioria, são vendidas para empresas de reciclagem e ferro-velho, que dão outras destinações finais para as mesmas.

As concessionárias A, C, D e E não souberam explicar se as empresas que compram essas peças causam algum impacto ao meio ambiente no processo de transformação desse resíduo.



Já a concessionária B não mantém uma política de armazenagem de peças usadas, deixando essas peças espalhadas pela oficina e dando uma destinação incorreta das mesmas, mostrando uma realidade bem diferente das demais concessionárias entrevistadas. Este dado foi visível durante o momento da visita, pois havia muita desorganização e peças espalhadas no chão.


Das 5 (cinco) concessionárias que foram entrevistadas, apenas 3 (três) fazem o serviço de funilaria, mas somente as concessionárias A e E cumprem as normas ambientais, instalando filtros para não jogarem os contaminantes no meio ambiente, além de possuírem recolhimento e descarte especiais dos resíduos de tintas.

Ainda na funilaria, os jornais, plásticos e papelão, recebem o mesmo tratamento diferenciado, similar aos das peças, sendo classificados em contaminantes e não contaminantes, antes do descarte final.

De modo geral, a coleta seletiva é aplicada em todas as áreas funcionais das concessionárias A, C, D e E, fazendo a separação bem definida de materiais contaminados e não contaminados e acondicionando-os em recipientes coloridos, construídos com material compatível, estanque, apresentando resistência física a pequenos choques e durabilidade. Mas, em uma das concessionárias visitadas (B), foi contatado que não é realizado a coleta seletiva em nenhuma de suas áreas funcionais.

Sendo assim, como mencionado anteriormente, considerando a necessidade de gerir os resíduos industriais resultantes das atividades empresariais, é importante a existência dos órgãos fiscalizadores, das normas, resoluções e conselhos que asseguram as políticas de proteção e preservação ambiental.

Somente através de melhorias em produtos, processos e serviços serão obtidas reduções nos impactos ambientais causados pelas empresas. De modo geral todas as concessionárias tem pouca consciência da importância de se aderir a medidas ambientais dentro de suas operações cotidianas, eles ainda enxergam somente os custos que a implantação de um sistema de gestão ambiental implica, e não os benefícios. as empresas ainda possuem uma destinação inadequada para praticamente todos os seus resíduos, sendo padrão a destinação dada apenas para o óleo lubrificante, visando diminuir os custos financeiros, já que o mesmo é comprado por uma mesma empresa de todas as concessionárias de Muriaé.



Através desta pesquisa, pode-se chegar a conclusão de que é necessário mudar o pensamento dos gestores de pós vendas nas concessionárias, apresentando, por exemplo, os benefícios gerados pela gestão adequada de resíduos, como forma de incentivá-los a mudar seus hábitos.

Vale ressaltar um dado observado de extrema importância relacionada à concessionária C certificada pela ISO 14001. A certificação não garante que a empresa está implantando adequadamente o SGA, sendo necessária a ocorrência de auditorias, correndo o risco de perder a certificação, caso seja diagnosticado qualquer irregularidade.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS


Devido a grande expansão do setor automotivo no Brasil, a preocupação com o modo de tratar seus aspectos e impactos ambientais, torna-se objeto de estudo de extrema relevância no atual contexto ambiental.

Por causar impactos significativos, o setor automotivo necessita utilizar instrumentos de gestão ambiental garantindo ações de prevenção e controle na geração e disposição final dos resíduos produzidos.

É preciso promover uma progressiva mudança de atitudes que levem à consolidação de uma cultura de sustentabilidade entre as organizações envolvidas. Após a realização da pesquisa foi percebido a necessidade de uma maior atuação dos órgãos ambientais no que se refere à conscientização ambiental sobre práticas adequadas de gestão ambiental, por meio de capacitação e repasse de informações para essas organizações.

Em comparação com outros estudos desenvolvidos em concessionárias, a realidade vista nesta pesquisa, não se caracteriza como uma exceção. Os problemas ambientais causados pelo gerenciamento falho dos resíduos mostram ser uma realidade ainda comum no Brasil.

A gestão ambiental empresarial, através instrumentos ou ferramentas como o uso de Sistema de Gestão Ambiental se bem empregada nas empresas estudadas, poderá trazer resultados significativos, tais como, redução de custos e conseqüente aumento nos lucros, uma vez que seu objetivo é evitar o desperdício, reduzindo, reutilizando, reciclando elementos do meio ambiente como água, insumos, matéria-prima, energia, entre outros, além de ter a finalidade de minimizar os impactos ambientais, garantindo o que se tem chamado de desenvolvimento sustentável.



Os atos de uma organização que direta ou indiretamente impactam a sustentabilidade de seu negócio e a sustentabilidade da sociedade como um todo, devem ser visíveis. As organizações devem demonstrar por meio de evidências objetivas, suas reais intenções e ações, permitindo que as partes interessadas ou os stakeholders tenham acesso às informações relacionadas a sua responsabilidade social.

Espera-se que esta pesquisa possa contribuir como referencial teórico, incentivando a promoção de estudos voltados à gestão ambiental empresarial, especificamente na prática de gerenciamento dos resíduos industriais, através de ferramentas, tais como os Sistemas de Gestão Ambiental.

REFERÊNCIAS

ABNT (2004). NBR ISO 14001: **Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 2004.

ANFAVEA - Associação Nacional Dos Fabricantes De Veículos Automotores. Anuário Estatístico, 2004.

BARBIERI, J. C. Gestão ambiental empresarial. São Paulo: Saraiva, 2004.

BARROS, R. L. P de. Gestão Ambiental Empresarial. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2013.

BIANCHI, Patrícia Nunes Lima. Meio Ambiente: Certificações Ambientais e Comércio Internacional. 1ª edição. Curitiba: Juruá, 2003.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 362/2005, de 23 de junho de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res36205.xml>>. Acessado em 20/04/2020.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 401/2008, de 04 de agosto de 2008**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res36205.xml>>. Acessado em 20/04/20120.


CURI, D. Gestão Ambiental. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

FENABRAVE – Federação Nacional dos Concessionários e Distribuidores de Veículos. Disponível em www.fenabrave.org.br. Acessado em 20/04/2020.

FERREIRA C. L. Produção Mais Limpa no Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Empresas de Reparação de Veículos. Ponta Grossa, 2009. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade de Ponta Grossa, 2009.

JABBOUR, A. L. de S, JABBOUR, C. J. C. **Gestão Ambiental nas Organizações**. São Paulo: Atlas, 2013.

MARCATTO, C. **Educação Ambiental: conceitos e princípios**. Belo Horizonte: FEAM, 2002.



ROSA, K. J. **Análise do Sistema de Gestão Ambiental da Carhouse Veículos Ltda. e Proposta de Melhorias Conforme os Princípios da Gestão Socioambiental.** Porto Alegre: 2009.

OLIVEIRA, J. M.; CUNHA, C. **Dossiê Técnico: Gerenciamento de Resíduos em Oficinas Automotivas.** SENAI- RS – Centro Nacional de Tecnologias Limpas. 2007.

CAPÍTULO 24

DOI: 10.47402/ed.ep.c202181723486

EXPLORAÇÃO ANIMAL NO BRASIL: UMA ANÁLISE SOBRE O USO DE EQUINOS PARA FINS LUCRATIVOS E DE TRANSPORTE

Ana Priscila Cavalcante da Silva, Pós-graduanda em Direito Penal e Processo Penal, Unipê
Conciliadora e mediadora judicial, Defensoria Pública do Estado da Paraíba

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo abordar as questões acerca da exploração dos seres denominados irracionais, analisando as Legislações Estaduais que visam o bem-estar animal, explanando a respeito dos maus tratos sofridos por equinos de tração. A relevância do tema se dá em face do fato de que muitos são os casos de animais que são abusados, violentados e escravizados para o bem comum de um ser humano racional, que se diz superior em relação aos seres irracionais. Busca-se compreender, para tanto, o termo do Direito Civil, pois os seres semoventes ainda são taxados como "coisa", algo que pode ser trocado, vendido, doado, sendo propriedade do ser humano, que pode gozar e/ou usar como bem quiser. A metodologia utilizada no presente artigo foi a pesquisa qualitativa do tipo teórica, com a hipótese de desvendar os motivos pelos quais os seres humanos julgam-se no direito de explorar seres não pertencentes a sua espécie, com argumentos dedutivos, parte-se do raciocínio geral para o particular. Portanto, este estudo visa a defesa daqueles que merecem tanto respeito quanto o próprio homem, sendo dever do Estado e da sociedade respeitar a vida, a liberdade corporal e a integridade física desses seres.


PALAVRAS-CHAVE: Exploração Animal. Sociedade. Animal. Integridade. Tração Animal.

1 INTRODUÇÃO

Exploração animal é um tema que merece reconhecimento nos dias atuais, pois em pleno século XXI, os seres não pensantes não possuem direitos ou leis que os assegurem de fato.

O Brasil é um país rico em fauna, porém ainda há muito para evoluir em relação às legislações do Direito Animal. Esse é um tema pouco abordado, embora seja de grande relevância, mas aos poucos a sociedade está tomando ciência do quanto é importante cuidar dos nossos animais, a exemplo da, temos a Lei Federal nº 9.605/98 que aplica pena nos casos de maus-tratos, ferimento, mutilação de animais silvestres, domésticos ou domesticados, nativos ou exóticos (PIMENTEL, 2016).

No Brasil, o animal ainda é tratado como "coisa" no Direito Civil; quer dizer que no ordenamento jurídico, os animais são propriedade dos seres humanos, dos quais podem gozar, usar, dispor, inclusive vender e doar. O primeiro registro de uma norma para proteger os animais de abusos e crueldade foi o código de Posturas de 06 de outubro de 1886, do município de São



Paulo, em que o artigo 220 previa que os cocheiros condutores de carroça estavam proibidos de maltratar animais com castigos bárbaros e imoderados, prevendo a sanção e multa.

Na antiguidade, as carroças eram usadas para transporte de pessoas e de cargas. No entanto, nos dias atuais, após avanços em termos de transporte, os animais continuam sendo explorados para o uso de tração em veículos. A legislação Brasileira permite a exploração de certas espécies para a tração animal, nas quais os equinos são citados, sendo a exploração mais viável, já que não há leis ou fiscalizações que os defendam; as legislações existentes não são eficazes, uma vez que não dispõem fiscalizações para esses casos.

Na prática, os proprietários exploram seus animais até a exaustão, não os alimentando, os deixando com sede, os fazendo puxar pesos exorbitantes os quais os animais não suportam. Certas cidades brasileiras já começaram a adotar carrinhos elétricos para a substituição das carroças, como Brasília e Foz do Iguaçu (DIREITO DOS ANIMAIS, 2016).


A Constituição Federal reconhece que os animais são dotados de sensibilidade, devendo o Estado e a Sociedade respeitar a vida, a liberdade corporal e a integridade física desses seres.

O objetivo desta revisão foi abordar as questões acerca da exploração dos equinos e uso desses animais para fins lucrativos e de transporte. O tema que será abordado é “Exploração animal no Brasil: uma análise do uso de equinos para fins lucrativos e de transporte”, por meio de uma pesquisa qualitativa do tipo teórica, argumentos dedutivos, com delimitação aos animais explorados e maltratados de diversas formas, com a hipótese de desvendar os motivos que levam o ser humano a cometer tamanha covardia com um ser não pensante e indefeso.

2 HISTÓRICO DA EXPLORAÇÃO ANIMAL

Os animais e os seres humanos possuem uma relação de longos anos, desde a pré-história; advém dos tempos antigos, podendo ser notadas através do trabalho forçado, seja para alimentação, rituais culturais, vestimenta, entre outros, o que pode ser observado por meio dos pré-históricos desenhos rupestres.

O início de relações entre o ser humano e os animais se deu através dos caninos: lobos alimentados por seres humanos respondiam em contraproposta com a seguridade de sua integridade, pois os animais os protegiam como forma de retribuição (WALDMAN, 2013). Dessa época até a atualidade, as relações evoluíram consideravelmente, porém os direitos dos



animais não possuem tanta eficácia, mesmo com projetos e com leis vigentes desde 1988 e com a Declaração Universal do Direito dos Animais.

Já nos tempos antigos, no século VI a.C, Pitágoras tinha como pensamento a questão de que os animais mereciam respeito, pois defendia a ideia de que eles seriam seres humanos reencarnados, acreditando na transmigração de almas. Porém com pensamento oposto, seu sucessor Aristóteles (384 a. C a 322 a.C) defendia que os seres humanos e os animais estavam bem distantes na escala natural, pois eram irracionais e meros instrumentos para benefício do ser humano (RODRIGUES, 2014).

A igreja preponderou o homem como ser superior e as criaturas irracionais existentes na terra, de acordo com a citação de que o homem seria a imagem semelhança de Deus. É de extrema importância ressaltar que o Cristianismo herdou do judaísmo que o ser humano é o único ser de alma imortal, ou seja, que possui vida após a morte; tal noção introduzida no Ocidente, ideia de caráter sagrado da vida humana (ALVES, 2015). São Tomás de Aquino, um dos mais importantes filósofos da idade medieval, e difusor do pensamento cristão, afirmou o seguinte:


não é pecado utilizar as coisas para o fim a que se destina. Ora a ordem das coisas é tal que o imperfeito serve o perfeito.... As coisas, como as plantas que têm simplesmente vida, são todas iguais para os animais, e todos os animais são iguais para o homem. Por conseguinte, não é proibido utilizar as plantas para o benefício dos animais e os animais para benefício do homem... Assim se obedece ao mandamento do próprio Deus. (RONCALIO, 2018).

Os renascentistas rejeitaram os padrões que foram definidos pela igreja católica, havendo então a mudança do teocentrismo para o antropocentrismo, movimento esse que foi a glorificação do homem, do racionalismo, da ciência.

O filósofo René Descartes, considerado o pai da filosofia moderna, comparou os animais com máquinas, pois não os considerava seres com almas, desse modo, para ele, os não sentiam dor, passando a dissecá-los como forma de demonstrar que não possuíam consciência (DESCARTES, 1973).

Por questões éticas, Korsgaard acredita que poucas pessoas são as que concordam com a ideia do filósofo René Descartes:

então, por que importa como nós nos relacionamos com os animais não-humanos individuais? Importa porque muitos desses indivíduos são centros complexos de subjetividade, seres conscientes, que experimentam prazer e dor, medo e fome, alegria e pesar, conexões com outros particulares, curiosidade, diversão e graça, satisfações e frustrações, e gozo da vida. E essas são todas as coisas que, quando nós as vivenciamos, derrubamos as pretensões morais na consideração dos outros. (RODRIGUES *apud* KORSGAARD, 2009).



Não tem sido um tema pacífico no meio filosófico aos longos dos séculos, as divergências entre os filósofos são constantes e, em pleno século XXI, ainda é motivo de polêmicas, mas é através do passado que observamos as lentas mudanças de mentalidade e transformações sociais, religiosas, políticas e econômicas.

3 SUPERIORIDADE EM RELAÇÃO ÀS DEMAIS ESPÉCIES DE ANIMAIS

É nítido que os seres humanos precisam de outras espécies para sobreviver, o que não ocorre com os animais, que possuem instintos e, mesmo sendo não pensantes, atingem níveis de auto-dependência, não necessitando de um ser humano para sobreviver.

Os homens se acham superiores aos animais apenas por serem racionais, por conter uma inteligência, logicamente dotados de características as quais outros não possuem. Mas será válido levar em consideração a racionalidade como meio de definição hierárquica dos seres? Se realmente fosse válido, não teríamos cães como nossos animais de estimação e sim os porcos, que possuem uma inteligência elevada.


O homem é considerado um animal político, de acordo com Aristóteles, pois diferente dos outros animais, é dotado da razão e do discurso, podendo então estabelecer relações para bem comum.

Que o homem seja um animal político no mais alto grau do que uma abelha ou qualquer outro animal vivendo num estado gregário, isso é evidente. A natureza, conforme dizemos, não faz nada em vão, e só o homem dentre todos os animais possui a palavra. Assim, enquanto a voz serve apenas para indicar prazer ou sofrimento, e nesse sentido pertence igualmente aos outros animais [...] o discurso serve para exprimir o útil e o prejudicial e, por conseguinte, também o justo e o injusto; pois é próprio do homem perante os outros animais possuir o caráter de ser o único a ter o sentimento do bem e do mal, do justo e o injusto e de outras noções morais, e é a comunidade destes sentimentos que produz a família e a cidade (Aristóteles, 1982, I, 2, 1253 a, 7-12).

O ser que se diz racional muitas vezes possui atitudes irracionais, até instintivas. Inteligência, autonomia ou racionalidade são critérios que excluem não só os animais como uma porção de seres humanos (REGAN, 2006).

4 EXPLORAÇÃO ANIMAL NAS ESFERAS CÍVEL E PENAL

O Direito Brasileiro se baseia no Direito Romano, que define os animais como bens móveis, segundo o artigo 82 do Código Civil (CC). Para o Direito, os animais são considerados como “coisas”, mas apesar disso temos leis que os protegem.



Desde 01 de outubro de 2014, a lei que criminaliza os maus tratos aos animais entrou em vigor, desse modo prevendo a condenação a uma pena de prisão ou aplicação de multa a quem promover danos físicos ou ocasionar a morte do animal.

O sentido jurídico de coisa está previsto no artigo 202 do Código Civil - CC: “diz coisa tudo aquilo que pode ser objeto de relações jurídicas”, igualando os animais como sendo um objeto móvel, desprovido de direito próprio, tendo o ser humano plenos direitos quando mantida sua tutela de gozar, vender e trocar. Coisa é tudo aquilo que existe ou que possa existir, seja corpórea ou incorpórea, qualquer ser inanimado. Os animais são tidos como coisas semoventes, que possuem movimento próprio, tal como os animais selvagens, domésticos ou domesticados. O artigo 212 também fala dos frutos das coisas, que seria tudo o que ela produz, no caso as crias dos animais.

Os animais são protegidos por lei, mesmo que no Direito Civil sejam propriedade dos seres humanos, que possuem sua tutela, devendo preservar sua integridade física, não podendo abandonar, ferir, mutilar e matar.


A primeira lei de proteção aos animais do Brasil foi o Decreto Federal n.º 16.590/1924, que regulamentava as “Casas de diversões públicas”, proibindo a prática de diversos “divertimentos” como brigas galo, corridas de touros dentre outras práticas onde os animais eram maltratados (GOMINHO, 2017).

Vários foram os documentos que protegiam os animais, porém o mais importante, marco para o Direito Animal, foi a Declaração Universal dos Direitos dos Animais, apresentado em 1978, pela UNESCO em 27 de agosto de 1978, em Bruxelas, na Bélgica. Em seus artigos, a proposta de Declaração prescreve, principalmente, que:

I Todos os animais são sujeitos de direitos e estes devem ser preservados. II. O conhecimento e ações do homem devem estar a serviço dos direitos animais. III. Os animais não podem sofrer maus-tratos. IV. Animais destinados ao convívio e serviço do homem devem receber tratamentos dignos. V. Experimentações científicas em animais devem ser coibidas e substituídas. VI. A morte de um animal sem necessidade é biocídio, de vários de uma mesma espécie, genocídio. VII. Animais destinados ao abate devem sê-lo sem sofrer ansiedade e nem dor (TARABORI, 2015).

É dever do Estado proteger tanto os animais domésticos quanto os silvestres, o que é fundamentado pelo artigo 225: “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Dos vários tratados internacionais, o Brasil criou a Lei dos Crimes Ambientais, Lei Federal nº 9.605/1998, acarretando crime Ambiental a crueldade contra animais.

Nas palavras de Danielle Tetu Rodrigues (2003) sobre a lei nº 9.605/98:



“a Lei 9.605, de 1998, define os crimes ambientais, tutela direitos básicos dos Animais, independente do instituto da propriedade privada e prevê, dentre os seus oitenta e dois artigos, nove artigos que constituem tipos específicos de crimes contra a fauna. Dispõe sobre sanções penais e administrativas resultantes de atividades lesivas ao ambiente. As condutas consideradas criminosas contra os direitos dos Animais estão descritas nos arts. 29 ao 37, onde estão previstos crimes dolosos bem como a modalidade culposa. Permite inclusive, visualizar-se crime comissivo por omissão ou falsamente omissivo. O novo diploma apresentou, também, a regra de co-autoria e participação nos crimes contra os Animais. Introduzido a responsabilidade penal da pessoa jurídica por crime contra o ambiente, muito embora não tenha especificado as sanções cabíveis nos tipos penais, o que comprometeu, de certa forma, a aplicabilidade da lei” (DANIELLE RODRIGUES, 2003, p. 65-66).

A denúncia de maus tratos aos animais, sejam eles domésticos, nativos ou exóticos, se dá pelo artigo 32, da Lei Federal n.º 9.605/1998.

“Art. 32. Praticar ato de abuso, maus-tratos, ferir ou mutilar animais silvestres, domésticos ou domesticados, nativos ou exóticos: Pena - detenção, de três meses a um ano, e multa. § 1º Incorre nas mesmas penas quem realiza experiência dolorosa ou cruel em animal vivo, ainda que para fins didáticos ou científicos, quando existirem recursos alternativos. § 2º A pena é aumentada de um sexto a um terço, se ocorre morte do animal” (BRASIL, 1998).

A pena é branda e o autor pode livrar-se, celebrando Transação em Juízo Especial Criminal.


Por mais que os animais tenham leis que os protejam, não possuem direito; um animal não é considerado sujeito do Direito, mas sim objeto do Direito; para o Direito Civil, o animal continua sendo “coisa”, no Direito Penal, “objeto material da conduta humana”, não vítima. Sendo objetos do Direito, os animais não podem possuir direitos.

5 ANÁLISE DA LEGISLAÇÕES DE DIREITO ANIMAL

No cenário internacional, o Brasil é um dos poucos países que proíbe na sua Constituição os maus tratos aos animais, portanto reconhece o dever de zelar e respeitar a vida e a integridade física. Na maioria das Constituições Estaduais, seguindo a Constituição Federal, não permite a submissão de animais a atos desumanos.

Destarte, é da responsabilidade do Ministério Público preservar os interesses dos animais, de maneira que garanta a dignidade do animal, tornando-o digno de respeito e sendo considerado pelo Estado e pela sociedade humana.

Entretanto, o Brasil encontra-se distante de adotar uma proibição no cenário nacional, como ocorreu em Israel que, segundo Spitzcovsky, foi o primeiro país que proibiu o uso de carroças puxadas por animal, uma verdadeira conquista para aqueles que lutam e defendem os animais (SPITZCOVSKY, 2014).



Poucos estados do Brasil contemplaram nas suas Constituições o direito aos animais, que versam que os mesmos não devem ser maltratados e algumas dessas foram além: editaram leis “bem-estaristas” específicas de proteção aos animais. Esses Estados foram: Rio de Janeiro, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo.

O Estado de Rio Grande do Sul foi o primeiro que editou um código de proteção aos animais, Lei nº 11915/2003, que aponta a compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a preservação ambiental, mesmo que não seja inteiramente voltado aos interesses de direitos à vida dos animais.

No Estado do Paraná, a Lei que institui o código de defesa dos animais é a nº 14037/2003, que ainda incompleta, é uma reprodução do texto do Estado de Rio Grande do Sul.

O Estado de São Paulo constitui o seu código de proteção aos animais em 2005, que foi fundamentado no projeto de lei do deputado Ricardo Trípoli que, antes de adentrar no mérito, se preocupou em classificar as espécies animais em: domésticos, domesticados, silvestres, exóticos, de criadouros e filantrópicos, contemplando direitos relacionados à condição de cada espécie.

Os Estados de Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná e Santa Catarina são modelos de estados que visam o bem-estar dos animais, não apenas com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e sim, com as condições em que vivem e a maneira que são tratados, por também sentirem dor, não devendo ser maltratados cruelmente, o que pode incorrer processo.

Infelizmente, existem Constituições Estaduais, como dos estados do Ceará e Piauí que sequer, no capítulo que se menciona o Meio Ambiente, referenciam o banimento do tratamento não humanitário aos animais. Essas Constituições são vulneráveis e passíveis de controle de constitucionalidade, necessitando de entidades de proteção aos animais.

No nosso país, a principal lei que versa a proteção aos animais permanece sendo a Constituição Federal, contudo cada Estado brasileiro fica livre para criação de mecanismos que ajuste essa proteção, se adequando a sua realidade social. Ressaltamos que a primeira lei federal no Brasil que tinha como escopo proteger os animais foi editada no Governo de Getúlio Vargas, no decreto 24645/34, que ainda se encontra em vigor e que declara em seu artigo 1º que “todos os animais existentes no país são tutelados pelo Estado”, confiando aos animais a segurança de serem protegidos pelo Estado Maior.

6 TRAÇÃO E TRANSPORTE

Tração e transporte animal são práticas, sem dúvida, cruéis desde os tempos antigos e que estão presentes atualmente em nosso cotidiano. Não se leva apenas em consideração a questão do sofrimento físico provocado, mas de tratar o tema de forma objetiva.

No presente, ainda é normal o uso de equinos e bovinos para atividades pesadas, como para transportes de mercadorias, puxando carroças com materiais e auxiliando nas lavouras na zona rural. Esses animais são submetidos à exposição solar por carga horária excessiva, sem água e alimentação adequada, sendo obrigados a tracionar pesos bem maiores que sua estrutura física possa suportar, tendo sua integridade física violada pelo ser humano que os mantém como escravos em seu próprio benefício, sem se preocupar com a saúde do animal.


Após anos de sofrimento, os equinos idosos não conseguem prosseguir com seu trabalho, são vendidos para abatedouros (LOBATO, 2013), acarretando em muitos protestos, principalmente nos Estados do Rio de Janeiro e de São Paulo, para proibição desse tipo de trabalho escravo, tanto na zona rural, quanto na zona urbana; porém observamos que motivos como esse não são objeto de contestação das leis, as quais, em maioria, priorizam questões de melhorias do trânsito nas cidades, já que o uso de carroças atrapalha o tráfego de veículos, dificultando a mobilidade.

Outro fato ocorreu em Anápolis, na presença de quase 50 pessoas, quando um senhor, Wanderley Pereira, diferiu golpes com ripas de madeira até o animal vir a óbito. O agressor estava fazendo o caminho da fazenda até sua casa, um percurso de cerca de 12 quilômetros e, após o cavalo demonstrar sinais de cansaço, Wanderley bateu no animal até que caísse no chão. O cavalo morreu com hematomas e lesões nas patas, joelhos, na testa e um corte na cabeça de cerca de 15 centímetros (CARVALHO, 2011).

6.1 EQUINOS URBANOS DE TRAÇÃO

O uso de equinos como animais de tração provocam más condições para o animal e isso reflete de forma negativa para a sociedade, principalmente quando são confirmados maus tratos, os quais não são admitidos conforme as cinco liberdades do bem-estar animal que **devem**:

1. Estar livre de fome e sede; 2. Estar livre de desconforto; 3. Estar livre de dor doença e injúria; 4. Ter liberdade para expressar os comportamentos naturais da espécie; 5. Estar livre de medo e de estresse. (VIEIRA, 2018).



Programas de ação social vem sendo desenvolvidos e têm como objetivo promover a interação social e o bem-estar dos equinos de tração em algumas cidades brasileiras, como fornecer auxílio técnico e especializado aos familiares dos carroceiros e aos animais. Portanto, essas iniciativas precisam ser disseminadas (OLIVEIRA *et al* 2007).


Desde a criação da humanidade os equinos vêm sendo utilizados pelos seres humanos e entre as mais diversas finalidades desses animais, destacamos a tração de cargas (CHATEAU *et al* 2006). Na área urbana, verificamos o crescente emprego dos equinos para tração de carroças, na busca de materiais recicláveis para comercialização, com o foco de prover a renda de muitas famílias (REZENDE, 2004).

Os carroceiros exercem uma atividade informal, sendo uma classe especial de trabalhadores e, em muitas cidades, os ficam responsáveis pelo transporte do entulho (REZENDE, 2004), entretanto, durante o deslocamento, ocorre uma grande cobrança dos animais (SEGAT *et al apud* TE PAS *et al*, 2013). Suas práticas de manejo usualmente empregadas com os equinos de tração são errôneas, uma vez que são fundamentadas em informações contraídas por meio da própria experiência ou sucedidas de outros colegas de profissão, sem serem acompanhados de profissionais especializados; além de que a vulnerabilidade socioeconômica de suas famílias atrapalha o acesso à assistência médico-veterinária (REICHMANN, 2003).

Entre os problemas relacionados à atividade de carroceiros, temos: exclusão social, desobediência às leis de trânsito e de proteção à infância e adolescência, bem como às leis de proteção aos animais, destinação de forma incorreta de entulhos, entre outros. Devido a isso, muitas organizações sociais em várias cidades têm desenvolvido ações e projetos acerca de intervenção social e de bem-estar animal. Algumas leis municipais vigentes em determinadas cidades no Brasil procuram regulamentar essa atividade para melhoria de sua vida e da sociedade como um todo, promovendo melhores condições de sobrevivência aos equinos (REICHMANN, 2003; REZENDE *et al*, 2004; KAARI, 2006; MARANHÃO *et al*, 2006; OLIVEIRA *et al*, 2007).

6.2 CARROCEIROS E ANIMAIS

A grande maioria dos carroceiros impõe aos animais uma carga horária de trabalho excessiva, deixando-os expostos o dia inteiro sob ao sol, levando chibatadas, sem comer, sem beber ou ter um breve descanso e, muitas das vezes, ainda são alugados para trabalhos noturnos.



de modo geral, os que utilizam a tração animal são de linhagem pobre, vivem em situações de insalubridade, moram em barracos, não possuem o mínimo para viver, tendo como seu único sustento esse tipo de prática de exploração. Agredidos por um sistema falho, estão expostos à violência e falta de preparo educacional, que acarreta na brutalidade dentro de casa, consequentemente com animais.

Muitas famílias vivem com seus subempregos e continuam de geração em geração na linha extrema da miséria. O animal, por sua vez, é utilizado para um possível sustento, quando é explorado, cruelmente mau tratado, arcando com a desequilibrada injustiça social.


São diversos os fatores que podem influenciar na sanidade dos equinos de tração urbana, como: alimentação, uso de açoite, quantidade de carga transportada, manejo, entre outros (OLIVEIRA *et al*, 2007), sendo as condições de manobra aplicadas a esses animais relacionadas às afecções do sistema tegumentar, digestório, no sistema locomotor (SCHADE *et al*, 2013).

Os equinos passam por esforços físicos prolongados, o que pode ocasionar perdas excessivas de eletrólitos e água, levando ao estresse e à várias doenças do sistema musculoesquelético, o que se deve à intensa força mecânica executada durante a tração da carroça, favorecendo o desenvolvimento de lesões, principalmente sobre os cascos, visto que essa estrutura suporta todo o peso do animal (SCHADE *et al*, 2013).

7 POLÍTICAS PÚBLICAS DE COMBATE À EXPLORAÇÃO

Na atualidade, a tutela jurídica do meio ambiente no cenário brasileiro passou por profunda transformação ao longo dos anos, tendo prevalecido por muitos anos sua desproteção total. As Constituições Federais Brasileiras que antecederam a Lei Maior de 1988 não se preocuparam com a proteção do meio ambiente, não se encontrando nessas leis a expressão *meio ambiente*, o que mostra inadvertência em relação ao espaço em que vivemos. Nas mais recentes, a partir de 1946, somente se extraiu, referente ao meio ambiente, uma orientação protecionista do preceito sobre a proteção da saúde e sobre a competência da União para legislar sobre caça, água, florestas e pesca, a qual permitiu a elaboração de leis protetoras, como: o Código Florestal e os Códigos de Água e de Pesca (MILARÉ, 2004).

A Carta Magna de 1988 sedimentou e positivou, ao longo do seu texto, os alicerces normativos de um constitucionalismo ecológico, conferindo ao direito do meio ambiente o status de direito fundamental. A Constituição Federal de 1988, também conhecida como a “Constituição Verde”, se torna diferente das constituições anteriores que citavam e protegiam



o meio ambiente exclusivamente visando proteger a saúde e a economia humana; passando a conferir-lhe – incluindo os animais – um valor em si.


Encontramos no artigo 225 da Constituição Federal de 1988, parágrafo 1º, inciso VII, acerca do meio ambiente, a menção do dever essencial de proteção a animais, a ser aplicado de forma a atribuir a máxima eficácia, conforme as possibilidades jurídicas e fáticas atuais na situação sólida em que a proteção for invocada, tanto pela coletividade, quanto pelo Poder Público. Na Carta Magna, em relação à proteção dos animais, possibilita uma melhor eficácia na aplicação sistêmica dessa norma, caracterizando os animais como sujeitos dotados de personalidade jurídica, para a prática da defesa de seus direitos básicos em Juízo, entre esses direitos, à vida.

A Lei Federal nº 6.938/81 versa acerca da Política Nacional do Meio Ambiente, em relação à proteção à fauna e sua alarga-se aos animais domésticos e domesticados e não apenas aos silvestres, desse modo, fazendo parte do meio ambiente, “tendo em vista seu uso coletivo, *devendo* ser protegido e assegurado, pois trata-se de um patrimônio público”, segundo previsto em seu artigo 2º, inciso I. Destaca, ainda, no artigo 3º, inciso V, da mesma lei, que sua inclusão, “considera como bens necessariamente integrantes do meio ambiente a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a flora e a fauna”.

Um direito e um dever essencial do homem é a proteção ambiental, sendo mais do que titular de um direito fundamental, está eticamente forçado a um dever de conservar o planeta ecologicamente equilibrado, com o objetivo de colocar em prática esse complexo debate que determina o direito e o dever de preservar o ambiente, a vida humana, como também a vida animal.

A produção de leis no âmbito ambiental em relação ao direito dos animais tem mostrado um importante sinal do avanço legislativo brasileiro e representa a materialização de um processo. Desse modo, as Casas Legislativas trabalham como caixa de ressonância dos movimentos sociais que têm como escopo a luta por esses seres. Todavia, para que a proteção de cunho ético, constitucional e infraconstitucional se concretize, a criação de leis é necessária, porém não é suficiente. O Estado brasileiro necessita materializar essa realidade através de égides políticas.

Apesar da existência de leis que constituem medidas de proteção aos animais e estabelecem que são tutelados pelo Estado, esse conhecimento de compromisso em relação ao



poder público é algo novo, seja a nível estadual, municipal ou federal, e resulta da consolidação das posições, discursos e reivindicações de militantes pelos direitos dos animais (FASSIN, 2010).

O Estado deve intervir em diversos setores para garantir o bem-estar dos animais e a ética do “animal *welfare*”, ao submergir no cenário político, como destaca Digard (1990), tornou-se uma demanda social. Portanto, enquanto alguns sustentam que os animais carecem de ganhar um tratamento digno, como é o caso de protetores e militantes pelos direitos dos animais, outros afirmam que não merecem o respeito e a importância oferecidos de forma igual aos humanos (KULICK, 2009).

O tratamento dos animais nessa nova configuração pode atestar que cada vez mais está em vias de constituição um Estado de Bem-Estar não somente social, mas também animal no Brasil, ou “*welfare animal state*”, na compreensão inclusiva do termo, que tem o apoio e mobilização de grupos de militantes que lutam pelos direitos dos animais unidos a uma “ideologia animalitária” que apregoa os direitos dos animais (DIGARD, 1990).


A legitimidade da representação dos animais que afirmam ter os defensores de seus direitos procede da empatia ou consciência que têm frente ao seu sofrimento e a sua privação de liberdade, do mesmo modo como de seu *status* jurídico, sendo uma representação legítima por dar voz aos que não a possuem (SORDI, 2011).

As políticas públicas são um processo dinâmico e fazem parte dela as mobilizações, negociações, pressões, alianças, entre outros. Abrangem a formação de uma agenda que pode refletir ou não os interesses dos campos majoritários da população, dependendo do grau de mobilização da sociedade civil para ouvirem e do nível de institucionalização de mecanismos que participem de forma ativa (DYE, 1984).

Segundo Lima (2007, p.4), as políticas públicas são:

[...] um grupo de ações governamentais ou de intervenção estatal, articuladas a interesses coletivos e com o objetivo de atender as demandas sociais e a garantir o exercício do poder político, conformando um comprometimento público que objetiva resolver as demandas de questões sociais e políticas em vários campos.

É a partir de uma análise relacional entre as políticas relativas aos animais e as representações e práticas concretas sobre eles que se pode compreender o lugar do animal como ser vivo no espaço público, no sentido político do termo. Desse modo, as Políticas Públicas são inseridas e legitimam novas configurações éticas e políticas reforçando que os animais



demandam proteção e garantia de seus direitos como parte da responsabilidade Estatal (BLANC, 2003).

7.1 AÇÕES PROMOVENTES DO BEM-ESTAR DOS EQUINOS E AUXÍLIO AOS CARROCEIROS


Tendo como ponto de vista o bem-estar animal e a melhoria de qualidade de vida dos carroceiros, algumas cidades desenvolveram ações sociais, levando atendimento veterinário aos equinos dessas famílias, promovendo informações educativas a respeito de um melhor tratamento para com esses seres, como o “Programa Amigo do Carroceiro” desenvolvido por docentes e discentes do curso de medicina veterinária da Universidade de Santa Catarina (UDESC) em Lages, Santa Catarina, em que os equinos recebem assistência veterinária clínica e laboratorial. Equinos que possuem alguma enfermidade severa são encaminhados para o Hospital de Clínicas Veterinárias e as carroças são cadastradas e identificadas com placas (FONTEQUE, 2010).

As famílias dos carroceiros também recebem atendimento no “Projeto de Medicina Preventiva” que, com algumas parcerias, realiza acompanhamento médico e odontológico e casos mais graves são encaminhados para Sistema Único de Saúde (SUS). Outros serviços são ofertados, como corte de cabelo, distribuição de roupas doadas, brinquedos, entre outros. Essas ações visam inclusão social, além da disseminação da ideia de um animal saudável trabalha melhor, contribuindo para o sustento familiar.

7.2 CADASTRAMENTO DE CARROÇAS

Após vários debates referentes à regulamentação do trânsito de veículos de tração, na Paraíba, na cidade de Campina Grande foram aprovadas algumas regras as quais os carroceiros devem seguir para continuar com sua atividade informal: os registros, *microchipagem* dos animais e limitação do trabalho, espaço de pastagem distante de vias asfaltadas e proibição do uso de chicote ou qualquer instrumento que gere sofrimento ao bicho. As leis também estabelecem que o animal não carregue mais que 20% de seu peso nem preso a um veículo nem com carga ou pessoa montada (PORTAL S1, 2017).

Os carroceiros serão cadastrados em projetos sociais e a *chipagem* inclui a implantação de *chips* em animais que contêm informações sobre seu dono para o caso de maus tratos e



acidentes, auxiliam na identificação do dono do animal para que seja responsabilizado. Os equinos receberão também as vacinas preventivas contra verme, raiva, influenza equina, tétano e encefalomielite (PARAÍBA, 2018). O cadastramento é obrigatório para circulação nos centros urbanos das cidades.

8 PROJETO DE SUBSTITUIÇÃO DE TRAÇÃO ANIMAL

Em nosso cotidiano é frequente nos depararmos com animais magros, com fome, cansados de puxar carroças pelas ruas e em vários estados brasileiros ainda é comum o uso de equinos para tração animal, mas essa prática dificulta a mobilidade no trânsito das cidades e ainda explora de forma cruel os animais.


Em contraste, no Rio Grande do Sul foi criado um projeto denominado “Cavalo de lata”, que tem como objetivo substituir o uso de equinos por uma espécie de bicicleta elétrica, que pode ser usada tanto pela eletricidade, quanto manualmente com o pedal. O veículo tem suspensão, banco com dois lugares, volante e iluminação completa, usando uma bateria que lhe dá autonomia para cerca de 50 quilômetros (BLOG UNIMED, 2013). O veículo elétrico é livre de poluentes, possui baixo custo de operação e foi desenvolvido para transportar até 300 kg de carga, podendo beneficiar o trabalhador e extinguir a exploração animal na tração de cargas excessivas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As violências ocorridas do uso de equinos como animais de tração causam condições inadequadas de bem-estar animal e refletem de forma negativa na população, principalmente quando são confirmados maus tratos, atos não consentidos, segundo as cinco liberdades do bem-estar animal.

Na busca de promover a interação social e o bem-estar dos equinos de tração, determinadas cidades no Brasil têm desenvolvido programas de ação social por intercessão de organizações governamentais e não-governamentais, com a finalidade de fornecer auxílio técnico e especializado aos equinos, como também às famílias dos carroceiros. Entretanto, essas iniciativas são incipientes, carecendo ainda de ser aperfeiçoadas e disseminadas no Brasil.

No que tange à tração animal, podemos concluir que essa prática é usada no país todo e, mesmo com o avanço da tecnologia, infelizmente os equinos continuam sendo explorados.



Conforme mostrado, nos dias atuais já se possui alternativas viáveis para substituir a prática de tração animal, mas poucos estados estão dispostos a melhorar a qualidade de vida das famílias de baixa renda ligadas à atividade e desses animais expostos à crueldade.

A população brasileira e seus representantes legais precisam cumprir seu papel, sendo impossível a continuidade de abusos contra os animais; com isso, a população deve por si só respeitá-los e apontar às autoridades acontecimentos de maus tratos relacionados ao trabalho, facilitando assim que as leis sejam cumpridas. Em adição, é necessário criar leis que sejam mais efetivas, realistas, regulamentá-las e, sobretudo, o assegurar seu cumprimento.

Esperamos que sejam solidificados, ainda mais, os direitos dos animais, entendendo que algumas das práticas que são denominadas científicas ou normais para a sociedade atual são verdadeiras atrocidades e, por isso, têm que ser interrompidas, incluindo práticas de abandono de animais.

Em conclusão, muito ainda temos a aprender, preconizando o respeito aos animais e uma educação voltada à aceitação das diferenças.

REFERÊNCIAS

ACKEL FILHO, Diomar. Direito dos Animais. São Paulo: Themis Livraria, 2001.

ANDRADE, RLFS; Sobral, JC; Silva, KMG. Avaliação clínica, hematológica e parasitária em equinos de tração na cidade de Aracaju. 3 ed. Sergipe: Acta Veterinaria Brasilica, 2009, p. 138-142.

ALVES, Anderson. O Homem foi feito à imagem e semelhança de Deus? São Tomás Aquino explica. Disponível em: <https://sumateologica.wordpress.com/2015/06/06/o-homem-foi-feito-a-imagem-e-semelhanca-de-deus-tomas-de-aquino-explica/>. Acesso em: 18 nov. 2018.

ANTUNES, PB. Direito Ambiental. Rio de Janeiro: Lúmen Júris, 2001.

ARISTÓTELES. "Ética a Nicômaco". Tradução de Leonel Valandro e Gerd Bornheim. São Paulo: Abril Cultural, 1973. v. IV: Os Pensadores.

BLANC, N. La place de l'animal dans les politiques urbaines. Communications, local, 74, p. 2003.

BLOG UNIMED. Cavalo de lata: substituir cavalos de verdade por veículos sustentáveis. Disponível em: <https://www.unimedvtrp.com.br/blog/cavalo-de-lata-substituir-cavalos-de-verdade-por-veiculos-sustentaveis-feito-de-lata/>. Acesso em: 29 nov. 2018

BRASIL, Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 29 nov. 2018.

BROOM, D; Molento, CFM. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas – revisão. *Archives of Veterinary Science*. v. 9, p. 1-11, 2004.

CARVALHO, Humberta. Cavalo morre após ser espancado por trabalhador rural em Anápolis (GO). Disponível em: <http://g1.globo.com/goias/noticia/2011/12/cavalo-morre-apos-ser-espancado-por-trabalhador-rural-em-anapolis-go.html>. Acesso em: 18 nov. 2018.

CHATEU, H; DEGUEURCE, C; DENOIX, JM. Three-dimensional kinematics of the distal forelimb horses trotting on a treadmill and effects of elevation of the heels and the toe. *Equine Veterinary Journal*. v. 38, p. 164-169, 2006.

CORNINGS. Equine cyathostomins: a review of biology, clinical significance and therapy. *Parasites & Vectors*. v. 2, (Suppl. 2 S1), 2009.

DESCARTES, R. Discurso do método. São Paulo: Abril Cultural, 1973. (Coleção Os Pensadores)

DIREITO DOS ANIMAIS. Um cavalo caiu no meio da rua, exausto de tanto trabalhar puxando entulhos. Disponível em: <http://www.direitosdosanimais.org/website/noticia/show.asp?pgpCode=C78E78CB-6A22-AD19-0916-E698D8FADFE2>. Acesso em: 20 nov. 2018.

DIGARD, Jean-Pierre. L’homme et Les Animaux Domestiques: Anthropologie d’une passion. Paris: Fayard, Les temps des sciences, 1990.

DYE, Thomas D. Understanding Public Policy. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice- Hall, 1984.

FASSIN, Didier. La Raison Humanitaire: une histoire morale du temps présent. Paris: Hautes, 2010.

GOMINHO, Leonardo. A tutela penal decorrente de maus tratos contra animais. Disponível em: <https://ferrazbar.jusbrasil.com.br/artigos/497668318/a-tutela-penal-decorrente-de-maus-tratos-contras-animais>. Acesso em: 28 nov. 2018.

HARDY, J. Emergency procedures and first aid. *In*: HINCHCLIFF, KW; KANEPS, AJ; GEOR, RJ. Equine sports medicine and surgery: basic and clinical sciences of the equine athlete. Philadelphia: Saunders, 2004. p. 1179-1192.

KANT, I. Fundamentos da Metafísica dos Costumes. Rio de Janeiro: Ediouro, 1996.

KORSGAARD, CHRISTINE M. Facing the Animal You See in the Mirror. *Palestra publicasin the Harvard review of Philosophy*. v. 16, 2009. Disponível em: <http://www.people.fas.harvard.edu/~korsgaard/CMK.Facing.Animals.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2018.

KULICK, Don. Animais Gordos e a dissolução da fronteira entre as espécies. *In*: *Mana*, v. 2, n. 15, Rio de Janeiro, 2009.

LIMA, Terezinha Moreira. Concepção e processo de políticas públicas e a perspectiva de gênero: diferentes enfoques de gênero em políticas públicas. *In*: Jornada internacional de políticas públicas. v. 3, 2007.

LOBATO, Paulo Henrique. Sem cultura de consumo de cavalo, só os velhos ou com patas quebradas vão para frigoríficos. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2013/03/04/internas_economia,354407/sem-cultura-de-consumo-de-cavalo-so-os-velhos-ou-com-patas-quebradas-vaio-para-frigorificos.shtml. Acesso em: 18 nov. 2018.

MILARÉ, Édis. Direito do Ambiente: A gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência, glossário. 7ª ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011. p. 176.

MIX, Cultura. Porque nós somos animais? Disponível em: <http://animais.culturamix.com/comportamento/porque-nos-somos-animais>. Acesso em: 20 nov. 2018.

OLIVEIRA, LM; MARQUES, RL; NUNES, CH *et al.* Carroceiros e equídeos de tração: um problema sócio-ambiental. Caminhos de Geografia. v. 8, p. 204–216, 2007.

PARAÍBA. Começa hoje chipagem em animais usados em carroças e cadastramento de carroceiros em CG. Disponível em: <https://www.clickpb.com.br/paraiba/comeca-hoje-chipagem-em-animais-usados-em-carrocas-e-cadastramento-de-carroceiros-249216.html>. Acesso em: 20 nov. 2018

PIMENTEL, Araújo. A legislação brasileira em relação ao direito dos animais. Disponível em: <https://olipimentel.jusbrasil.com.br/artigos/241204893/a-legislacao-brasileira-em-relacao-ao-direito-dos-animais>. Acesso em: 20 nov. 2018.

PRÉ-SOCRÁTICOS. Os Pensadores. Traduções: José Cavalcante de Souza e outros. São Paulo: Abril, 1978.

REGAN, Tom. Jaulas vazias: encarando o desafio dos direitos dos animais. Tradução Regina Rheda. Porto Alegre: Ed. Lugano, 2006.


REICHMANN P. Projeto Carroceiro: 10 anos de atuação. Estação, n.2, p.1-3, 2003

REICHMANN, P; Lisboa, JAN; Balarin, MRSB *et al.* Valores hematológicos em equinos naturalmente infectados por *Strongylidae*. Semina: Ciências Agrárias. v.22, p. 179-181, 2001.

REZENDE, HHC. Impacto ambiental, perfil sócio-econômico e migração dos carroceiros em Belo Horizonte do setor formal para o informal no período de 1998 a 2003. 61f. Belo Horizonte. Dissertação (Mestrado em Medicina e Cirurgia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

RODRIGUES, Danielle Tetu. Direito & Os Animais - uma abordagem ética, Filosófica e Normativa. Curitiba: Juruá, 2003.

RODRIGUES, Júlia Martins *apud* KORSGAARD, Christine M. Facing the animal you see in the mirror. Palestra publican in the Harvard review of Philosophy. v. 16, 2009. Disponível em: <http://www.people.fas.harvard.edu/~korsgaard/CMK.Facing.Animals.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2018



RODRIGUES, Sarah dos Santos. Muito além da matemática: Pitágoras e a defesa dos animais não-humanos. Disponível em: <https://www.anda.jor.br/2014/09/alem-matematica-pitagoras-defesa-animais-nao-humanos/>. Acesso em: 18 nov. 2018.

RONCALIO, Clara Weiss. Exploração animal. Revista Studio Box, 2018. Disponível em: <https://revistastudiobox.com/exploracao-animal/>. Acesso em 20 nov. 2018.

SCHADE, J; BALDISSERA, R; PAOLINI, E *et al.* Biometria do equilíbrio podal em equinos de tração pertencentes ao Programa de Extensão “Amigo do Carroceiro” do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina no município de Lages/SC, Brasil. *Ciência Rural*. v. 43, p. 456-461, 2003.

SEGAT *et al apud OLIVEIRA et al*, 2007. Equinos urbanos de tração: interação social, sanidade e bem-estar animal. *Revista Investigação Medicina Veterinária*. Disponível em: <http://publicacoes.unifran.br/index.php/investigacao/article/viewFile/1202/885>. Acesso em: 15 nov. 2018.

SNOW, VE. 1993. Specific parameters used to evaluate hoof balance and support. *In: Annual Convention of the American Association Equine Practitioners. Orlando Proceedings. Orlando: AAEP*, v. 1, p. 99-311. Souza, MFA. 2006.

SORDI, Caetano. O animal como próximo: por uma Antropologia dos movimentos de defesa dos direitos animais. *Cadernos IHU Ideias*. São Leopoldo, v. 147, 2011.

SOUZA, Mariângela Freitas de Almeida e. Aplicações para o bem-estar de equinos usados para tração de veículos. *Revista Brasileira de Direito Animal*. v. 1, p. 191-198.

SPITZCOVSKY, Débora. Israel é o 1º país a proibir carroças puxadas por animais. Disponível em: <http://thegreenestpost.com/israel-e-1o-pais-a-proibir-carrocas-puxadas-por-animais/>. Acesso em 18 nov. 2018.

TARABORI, Nadir. Declaração Universal dos Direitos dos Animais. Disponível em: <https://tarabori.jusbrasil.com.br/artigos/294488410/declaracao-universal-dos-direitos-dos-animais>. Acesso em 28 nov. 2018.

TE PAS, MFW; WIJNBERG, ID; HOEKMAN, AJW *et al.* Skeletal muscle transcriptome profiles related to different training intensities and detraining in Standardbred horses: A search for overtraining biomarkers. *Veterinary Journal*. v. 197, p. 717-723, 2013.

TEODORO, RAFAEL THEODOR. O agressor de um animal não é apenas um covarde. É também um potencial criminoso. Disponível em: <https://www.revistabula.com/1199-agressor-animal-nao-covarde-tambem-potencial-criminoso/>. Acesso em: 28 nov. 2018

TURNER TA. Hoof balance assessment and evaluation. *In: Annual Veterinarian Farrier Conference. Saint Paul Minnesota Proceeding. Minnesota: AVFC*. v. 1, p. 12-21, 1996.

VIEIRA, Douglas Luís. O bem-estar animal e as cinco liberdades. Disponível em: <https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/educacao/o-bem-estar-animal-as-cinco-liberdades.htm>. Acesso 29 nov. 2018.

WALDMAN, Marcio. Relação entre homens e animais. Disponível em: <https://www.petlove.com.br/dicas/relacao-entre-homens-e-animais>. Acesso: 19 nov. 2018.

CAPÍTULO 25

DOI: 10.47402/ed.ep.c202181824486

DESEMPENHO AMBIENTAL DA PISCICULTURA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL BRASILEIRA

Aurélio Ferreira Borges, Doutor em Engenharia Florestal. Professor no Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica, IFRO

Edmar da Costa Alves, Mestre em Engenharia de Alimentos. Servidor, IFRO

Raquel Nogueira de Moraes, Psicóloga. Mestre em Propriedade Intelectual. Estagiária no Ministério da Saúde


RESUMO

O Objetivo do artigo é analisar o desempenho ambiental da piscicultura no município de Colorado do Oeste, Rondônia, Amazônia Ocidental do Brasil. Foram entrevistados 15 piscicultores. Para a coleta de dados foram realizadas entrevistas estruturadas, utilizando-se de questionário elaborado a partir das indicações dadas pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO), que considera o desenvolvimento de uma piscicultura sustentável através do seu Código de Conduta para a Aquicultura Responsável (CCAR). O questionário considerou 12 itens, organizados em três assuntos principais: a) padrões sociais e legais; b) padrões ambientais; c) padrões de segurança alimentar e higiênicos. A piscicultura no município de Colorado do Oeste, Rondônia, apresenta dois sistemas de produção de peixes: um extensivo e outro semi-intensivo. Ambos os sistemas se caracterizam por utilizar as espécies de peixe Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Tilápia (*Oreochromis spp.*) e Pirarucu (*Arapaima gigas*). Os dados mostraram que as nove primeiras propriedades de piscicultores entrevistados apresentaram desempenho ambiental crítico (inferior a 30,0%). As outras cinco propriedades de piscicultores entrevistadas apresentaram desempenho ambiental péssimo (entre 30,0 e 50,0%). Só a ação ordenada de piscicultores, indústrias de rações e instituições de ensino, pesquisa e extensão podem determinar instruções e práticas de manejo ambientalmente responsáveis. Os índices de desempenho ambiental obtidos demonstraram que a piscicultura no sul do estado de Rondônia é ambientalmente insustentável.

PALAVRAS-CHAVE: piscicultura sustentável, gestão ambiental, produção de peixes na Amazônia

INTRODUÇÃO

Os recursos aquáticos continentais constituem um componente essencial de todos os ecossistemas terrestres. A escassez generalizada de água, a destruição gradual e o agravamento da poluição dos recursos hídricos em muitas regiões do mundo, ao lado da implantação progressiva de atividades incompatíveis, têm exigido, cada vez mais, o planejamento e manejo integrado desses recursos (OSTRENSKY et al., 2008).



No Brasil, foi criado pelo Decreto no 1.697/1995 o Grupo Executivo do Setor Pesqueiro (GESPE), tendo como missão conciliar a política do governo aos anseios do setor. Seu propósito era promover o desenvolvimento do setor em cargo de propor à Câmara de Políticas dos Recursos Naturais a Política Nacional de Aquicultura e Pesca e coordenar, em nível nacional, o delineamento de suas ações.

A partir de 2003 foi empregada e desenvolvida uma estrutura mais definitiva e focada na temática socioeconômica adotada pelo setor público. Foi criada pela edição da Medida Provisória (MP) 1.038/2003, a Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca (SEAP/PR), ligada à Presidência da República. Essa MP, em seu art. 23, estabelece que a pesca deva ser desenvolvida com respeito à legislação ambiental, mantendo a divisão de competências estabelecida historicamente.

A Lei nº 5.165/2000, que dispõe sobre a política estadual de recursos hídricos e institui o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos, assim como fez a Legislação Federal (Lei 9.433 de 1997), vinculou, claramente, as questões dos Recursos Hídricos com as questões ambientais. Dentro desse princípio, não pode ser desconsiderado que a água é, também, matéria-prima do sistema produtivo da agricultura e pecuária.

Desenvolvimento sustentável é uma forma inteligente e responsável de utilização dos recursos naturais sem prejudicar o valor econômico do bem natural para as futuras gerações. Piscicultura sustentável e aquicultura responsável são geralmente utilizadas como sinônimos, mas prefere usar responsável devido à grande importância que esta palavra implica para a sustentabilidade (NEW, 2003). Aquicultura responsável é fazer uma piscicultura rentável, mas com consciência.

Com a evolução da questão ambiental e das condições que o planeta apresenta o cultivo racional de organismos aquáticos, a aquicultura apresenta-se como atividade economicamente emergente na competição pelo recurso água (ELER & MILANI, 2007). Atualmente, a aquicultura enfrenta o desafio de moldar-se ao conceito de sustentabilidade, o que implica em agregar novos valores a produção de conhecimento e às práticas do setor.

Favorecer o desenvolvimento sustentável da piscicultura brasileira para conciliar a preservação ambiental com a distribuição dos benefícios sociais e econômicos por ela gerados constitui tarefa para os que integram o âmbito aquícola nacional. Transformar o imenso potencial nacional, tantas vezes divulgado em decorrência da dimensão continental do país, da sua incomparável disponibilidade hídrica e de sua imbatível diversidade de espécies de peixes

cultiváveis, em reais vantagens competitivas, não se fará possível sem informações estruturais e planejamento estratégico.

O Objetivo do artigo é analisar o desempenho ambiental da piscicultura no município de Colorado do Oeste, Rondônia.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Colorado do Oeste, estado de Rondônia. Foram entrevistados 15 piscicultores. As normas éticas foram aprovadas pela Comissão de Ética constituída por profissionais do Instituto Federal de Educação de Rondônia e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Rondônia.

A Tabela 1 apresenta a população de produtores de peixes e o tamanho da amostra utilizada para a realização dos cálculos de desempenho ambiental.

Tabela 1 - Tamanho da população e da amostra de piscicultores em Colorado do Oeste, Rondônia, 2011.

População	Amostra	Amostra
23	15	65,2


Fonte: dados da pesquisa

Para a coleta de dados foram realizadas entrevistas estruturadas. As entrevistas foram feitas através da aplicação de questionário elaborado a partir do Quadro I.

O questionário para realizar a avaliação do desempenho ambiental nas propriedades produtoras de peixe buscou uma aproximação teórica ao nível de sustentabilidade que tem os produtores para poder valorar seu desempenho ambiental. O questionário foi elaborado a partir das indicações dadas pela FAO (1995) para o desenvolvimento de uma piscicultura sustentável através do seu Código de Conduta para a Aquicultura Responsável (CCAR), (CARRASCO, 2006). Também se levou em conta as práticas de manejo aquícola, elaboradas pela Universidade de Auburn (Estados Unidos da América) e utilizadas pela organização não governamental Aquaculture Certification Council (ACC²).

A ACC é uma ONG internacional que outorga um selo para certificar a aplicação das práticas de manejo garantindo a responsabilidade social e ambiental, os padrões de segurança alimentar e higiênica e de rastreabilidade na cadeia de produção das empresas aquícolas. É um

² Disponível em: <http://www.aquaculturecertification.org>. Acesso em: 29 de março de 2011.



programa educativo e voluntário que permite que os empresários atendam requisitos nacionais e internacionais. O programa de certificação considera 12 itens os quais foram organizados em três assuntos principais: a) Padrões sociais e legais, compostos pelos itens direitos de propriedade e atendimento das leis, relações com a comunidade e segurança do trabalhador; b) Padrões ambientais, compostos pelos itens conservação de áreas protegidas, manejo do efluente, manejo de sedimentos, conservação do solo e da água, origem das pós-larvas e alevinos, disposição de insumos e resíduos; c) Padrões de segurança alimentar e higiênicos compostos pelos itens manejo de medicamentos e químicos, sanidade microbiana, coleta e transporte.

As perguntas do questionário foram geradas para dar atendimento a cada um dos itens anteriores, dando ao estudo um nível de requisitos internacionais (CARRASCO, 2006). As 66 perguntas foram agrupadas em 12 itens.

Durante a aplicação do questionário, foram expostas as diferentes dimensões para a sustentabilidade e as formas de manejo dos cultivos (FAO, 1995). Além de aplicar o questionário, foram mantidas conversações explicativas sobre as tendências atuais do desenvolvimento sustentável e como as aplicações destas regras se fazem, a cada dia, necessárias e obrigatórias, no caso de produtos para exportação. O tempo dedicado foi de pelo menos uma hora de entrevista com cada piscicultor.

As respostas foram de três tipos: Sim, Não e Não se Aplica. A cor verde indicou a atuação a favor do desempenho ambiental, o vermelho indicou a atuação em desfavor do desempenho ambiental e a cor amarela indica a não aplicabilidade da pergunta. A cor é independente da resposta Sim ou Não. Para alguns casos seria positivo dizer Sim e em outros seria negativo. Comparando o gabarito com os quadros marcados foi determinado o coeficiente de sustentabilidade. O questionário foi analisado em forma independente para cada fazenda e através da seguinte fórmula foi determinado o nível de sustentabilidade (Banco do Nordeste, 1999):

Sustentabilidade da fazenda = $(\text{Quadros Verdes} \times 100) / (\text{Total de Perguntas} - \text{Quadros amarelos})$.

As perguntas do questionário foram geradas para dar atendimento a cada um dos itens anteriores, dando ao estudo um nível de requisitos internacionais. As 66 perguntas foram agrupadas em doze itens. A seguir estão exemplos das perguntas do questionário utilizado na pesquisa, conforme Carrasco (2006).

- a) Esta propriedade tem licença de operação da fazenda? (O licenciamento ambiental para a aquicultura, no domínio Federal, tem o IBAMA como órgão competente e obedece à legislação ambiental pertinente: Resolução CONAMA 01/86, resolução CONAMA 237/97 e Resolução CONAMA 312/02).
- b) Esta propriedade ocupa áreas de preservação ambiental permanente?
- c) O piscicultor possui registros que permitam saber que insumos e tratamentos receberam cada lote de peixes?

Todos os questionários foram digitalizados e convertidos em arquivo de planilha eletrônica (Microsoft Office Excel 2007). Depois foi elaborada a estimativa geral por cada pergunta nas propriedades a serem avaliadas. A mensuração da classificação da sustentabilidade das propriedades piscícolas, foi apresentada como percentagem das respostas positivas ambientalmente de todas as propriedades produtoras e categorização da sustentabilidade definida segundo o Quadro 1 (BANCO do NORDESTE, 1999).

Quadro 1 - Classificação do desempenho ambiental para Colorado do Oeste, 2011

CRITÉRIO	CLASSIFICAÇÃO
Inferior a 30%	Crítica
Entre 30 e 50%	Péssima
Entre 50 e 70%	Adequada
Entre 70 e 90%	Boa
Superior a 90%	Excelente

Fonte: CARRASCO, 2006

Todas as respostas de cada propriedade piscícola foram colocadas em planilha eletrônica do programa Microsoft Office Excel 2007 e analisadas com o apoio do programa Statistical Package for the Social Sciences, em sua versão 11.5 (SPSS 11.5). As respostas de todas as fazendas a cada pergunta foram somadas e para interpretar facilmente os resultados, foram obtidas as percentagens de respostas positivas ambientalmente (cor verde). Para obter esta percentagem, em todos os casos, foram ignoradas as respostas de cor amarela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A piscicultura no município de Colorado do Oeste, Rondônia, apresenta dois sistemas de produção de peixes. Um extensivo e outro semi-intensivo.

No sistema extensivo raramente se usam rações comerciais e os peixes são alimentados, tradicionalmente, com subprodutos agrícolas ou dejetos animais. A produtividade não costuma ultrapassar os 4.500-5.000 kg/ha/ano, em contrapartida, os custos de produção são baixos e a margem de lucro alta. O sistema extensivo se caracteriza por utilizar as espécies de peixe Tambaqui (*Colossoma macropomum*), Tilápia (*Oreochromis spp.*) e Pirarucu (*Arapaima gigas*). A densidade de estocagem é baixa.

Os piscicultores utilizam rações extrusadas com quatro diferentes níveis de garantia, conforme Tabela 2. O tamanho dos pelets das rações para o nível de garantia 1 é de 08-10 mm, para o nível de garantia 2 é de 15-20 mm, para o nível de garantia 3 é de 10-15 mm e para o nível de garantia 4 é de 04-06 mm. Todas as três rações com nível de garantia de 28% de Proteína Bruta (PB) são utilizadas para peixes onívoros na fase de engorda. A ração com 32% de PB é utilizada para peixes onívoros na fase juvenil.

Tabela 2 - Tipos de rações utilizadas pelos piscicultores de Colorado do Oeste, em 2011

Nível de garantia 1		Nível de garantia 2		Nível de garantia 3		Nível de garantia 4	
	PB		PB		PB		PB
	28,0		28,0		28,0		32,0
Extrato etéreo	4,0	Extrato etéreo	3,4	Extrato etéreo	4,0	Extrato etéreo	6,8
Fibra bruta	4,5	Fibra bruta	5,7	Fibra bruta	4,5	Fibra bruta	4,8
Fósforo	1,0	Fósforo	1,0	Fósforo	1,0	Fósforo	1,2
Matéria mineral	7,5	Matéria mineral	7,0	Matéria mineral	7,5	Matéria mineral	8,0
Cálcio	1,7	Cálcio	1,7	Cálcio	1,7	Cálcio	2,1
Umidade	9,2	Umidade	12,0	Umidade	9,2	Umidade	9,2

Fonte: dados da pesquisa

O sistema semi-intensivo se caracteriza por utilizar as espécies de peixe Tambaqui Tilápia e Pirarucu. A criação de tambaqui no município de Colorado do Oeste vem apresentando ótimos resultados. O pacote tecnológico utilizado na produção semi-intensiva do Tambaqui é o em viveiro/barragem, onde a produção é dividida em duas fases: recria, com ciclo de 60 dias e engorda, com ciclo de 240 a 300 dias.

Em termos gerais, o sistema semi-intensivo pode ser classificado como aquele com custos entre baixos e médios e como produções também classificadas nestas magnitudes. É importante salientar que, embora sejam pequenos produtores, utilizam ração, outros insumos e uma densidade entre 1 a 4 peixes por m². Também são desenvolvidos nesse regime semi-intensivo os cultivos de peixes realizados em viveiros escavados, onde os alevinos são estocados e alimentados com ração durante todo o período de cultivo. Ocorre enriquecimento da água com adubações orgânicas ou inorgânicas, visando aumentar a quantidade de alimentos

naturais como o fitoplâncton e o zooplâncton, e com a oferta aos peixes de subprodutos disponíveis na propriedade tais como mandioca, milho, frutas, e verduras.

Os problemas sanitários que mais ocorrem no município estudado estão relacionados a doenças causadas por fungos e bactérias. Na Tabela 3 estão especificados os principais medicamentos e produtos químicos utilizados na piscicultura de Colorado do Oeste.

Tabela 3 - Principais medicamentos e produtos químicos utilizados na piscicultura de Colorado do Oeste, em 2010

Medicamento	Uso	Fonte
Premix	Suplemento	Pillay, 1992
Verde malaquita	Desinfetante	Pillay, 1992
Formol	Desinfetante	Pillay, 1992
Terramicina/Oxytetraciclina	Antibiótico	Vinatea, 1999
Cloramina/Amoxilina	Antibiótico	Vinatea, 1999
Cloreto de sódio	Desinfetante	Pillay, 1992
Sulfato de cobre	Algicida	Vinatea, 1999
Permanganato de potássio	Desinfetante	Pillay, 1992
Vitaminas	Suplemento Alimentar	Pillay, 1992
Dipterex	Controle de predador	Pillay, 1992
Hidróxido de sódio	Desinfetante	Vinatea, 1999
Hipocloreto de sódio	Desinfetante	Vinatea, 1999
Hormônio	Reprodução/sexagem	Pillay, 1992

Fonte: adaptado de ELER & MILLANI, 2007

Longe de ser um problema, esse fato de produção semi-intensiva pode ser encarado como positivo, posto que na maioria casos, os grandes produtores mundiais de organismos aquáticos cultivados são países cuja produção está baseada nas pequenas propriedades (Valenti *et al.*, 2000).

Em ambos os sistemas, a produção foi comercializada junto a duas indústrias de pescado, uma localizada no estado de Mato Grosso, e outra localizada no município de Vilhena, em Rondônia.

As vísceras dos peixes, quando não enviadas às indústrias de pescado, são fornecidas a suínos, aves e aos peixes carnívoros da propriedade piscícola. Em alguns casos, é despejada em corpos de água ou nos pastos. A tecnologia utilizada é praticamente nula. Alguns proprietários e funcionários têm realizado cursos de capacitação oferecidos pela Emater de Rondônia. Com relação à associatividade, esta não existe.

A forma de produção piscícola no município estudado está fundamentada nos princípios da aquicultura familiar, numa forma de produção onde predomina a interação entre a gestão e o trabalho. Os estabelecimentos integrantes da agricultura familiar no município estudado são aqueles dirigidos pelo próprio produtor rural e que utilizam mais a mão-de-obra familiar que a

contratada. É uma aquicultura familiar que apresenta grande capacidade de absorver mão-de-obra e de gerar renda, mas não de gerar empregos.

Tamanho das empresas: Foi registrada divisão por tamanho da lâmina de água utilizada nas propriedades para a criação de peixes. Para efeito de classificação, este estudo considerou como pequenos produtores aqueles que têm menos de 2000 m² de espelho de água na propriedade, médios produtores aqueles que possuem entre 2000 m² e 10.000 m² de espelho de água e grandes produtores aqueles que possuem acima de 10.000 m² de lâmina de água.

Na Tabela 4 se observam o endereço da propriedade piscícola, a área de lâmina de água de produção individual por piscicultor, o pescado produzido por ano, o pescado comercializado por ano, o número de alevinos adquiridos, a ração consumida, o custo médio da ração por ciclo e a estimativa de produção.

Tabela 4 - Dados das propriedades piscícolas de Colorado do Oeste, em 2010

Localidade	Lâmina de água (m ²)	Pescado produzido Kg/ano	Pescado comercializado em 2010	Alevinos adquiridos (Un)	Ração consumida em 2010 (kg)	Custo médio total da ração por ciclo (RS)	Estimativa de produção (Ton/ano) - Futuro
Linha 176 R\C	20.000	9.600	9.600	6.000	15.400	15.090,00	15.000
Linha 5 R\E	23.000	12.000	12.000	10.000	21.000	20.500,00	16.000
Linha 5 R\E	24.000	10.000	10.000	15.000	15.000	14.700,00	25.000
Linha 5 R\C	9.000	6.000	4.000	4.000	6.800	6.700,00	4.000
Linha 1 R\C	2.200	2.000	2.000	2.000	3.000	2.940,00	2.000
Linha 176 R\C	2.500	2.500	2.500	2.000	3.750	5.650,00	7.000
Linha 5 R\C	25.000	14.000	10.000	25.000	22.400	21.950,00	20.000
Linha 5 R\E	8.000	10.000	8.000	4.000	15.000	14.700,00	10.000
Linha 5 R\C	14.000	3.000	3.000	2.000	5.000	4.900,00	12.000
Linha 3 R\E	30.000	14.000	14.000	10.000	25.000	24.500,00	20.000
Linha 2 R\E	10.000	3.000	3.000	6.000	5.000	4.990,00	3.000
Linha 6 R\E	15.000	10.000	8.000	6.000	16.000	15.600,00	15.000
Linha 5 R\E	15.000	9.000	6.000	4.000	17.000	16.750,00	14.000
Linha 5 R\E	5.000	4.000	4.000	4.000	7.000	6.900,00	4.000
Linha 5 R\E	3.000	2.500	2.500	2.000	3.500	3.430,00	7.000
Linha 5 R\E	8.000	5.000	5.000	3.000	7.000	6.860,00	7.000
Linha 4 R\C	40.000	30.000	25.000	20.000	51.000	50.050,00	30.000
Linha 176 R\C	14.000	8.000	8.000	10.000	19.000	9.980,00	8.000
Linha 3 R\E	10.000	7.000	7.000	3.000	12.600	12.400,00	7.000
Setor chacareiro	3.000	6.000	4.000	300 pirarucu	8000	9.500,00	6000
Linha 9 R\E	20.000	20.000	12.000	20.000	34.000	33.400,00	30.000
Linha 01 R\C		4.000	4.000	10.000	8.000	7.800,00	10.000

	40.000						
Linha 1 RE	4.000	1.500	1.500	1.000	1500	1.470,00	2500
Total	344.700	193.100	161.000	169.000	321.950	R\$ 310.760,00	274.500

Fonte: dados da pesquisa utilizando os programas Microsoft Office Excel 2007 e SPSS 11.5

No município de Colorado do Oeste, a área de lâmina de água total foi de 344.700 m², em 2010. O pescado total produzido no mesmo ano consistiu em 193.100 Kg, o pescado total comercializado no mesmo ano incidiu em 161.000 Kg, o número de alevinos adquiridos no mesmo ano consistiu em 169.000 unidades, a ração consumida no mesmo ano foi de 321.950 Kg, o custo médio da ração por ciclo foi de R\$ 310.760,00 e a estimativa de produção futura foi de 274.500 Toneladas (Tabela 3).

A Tabela 5 mostra o preço pago pelo frigorífico por Kg de peixe, quantidade de pescado vendido diretamente ao consumidor, pescado vendido para a indústria, receita bruta obtida, receita líquida obtida e imposto recolhido para o estado e pago pela indústria.

Tabela 5 - Preços de pescados pagos aos piscicultores de Colorado do Oeste, em 2010

Preço pago pelo frigorífico (R\$/Kg peixe)	Peixes vendidos ao consumidor (Kg)	Peixes vendidos à indústria (Kg)	Receita bruta obtida (R\$)	Receita líquida obtida (R\$)	Imposto recolhido pago pela indústria (R\$)
3,30	15.000	172.100	637.270,00	330.470,00	34.035,80

Fonte: dados da pesquisa utilizando os programas Microsoft Office Excel 2007 e SPSS 11.5

O Gráfico 1 apresenta a distribuição dos produtores de peixes no município de Colorado do Oeste-RO.

A Figura 2 mostra a distribuição da área de produção, em percentagem, entre os produtores de peixes do município de Colorado do Oeste-RO.

O Gráfico 1 apresenta a aproximação aos coeficientes de desempenho ambiental das propriedades avaliadas na amostra (n=15).

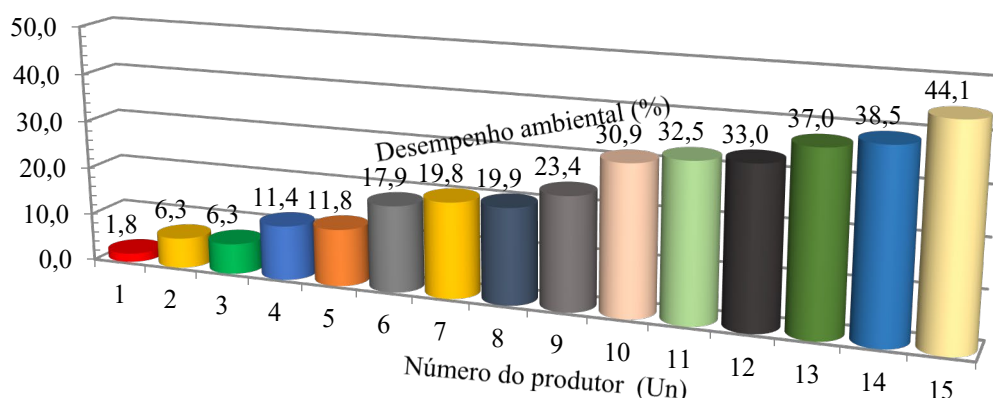


Gráfico 1 - Aproximação aos coeficientes de desempenho ambiental das propriedades analisadas na amostra, Colorado do Oeste, em 2011

Fonte: dados da pesquisa utilizando os programas Microsoft Office Excel 2007 e SPSS 11.5

Os dados apresentados no Gráfico 1 mostram que as nove primeiras propriedades de piscicultores entrevistados apresentaram desempenho ambiental crítico (inferior a 30,0%). As outras cinco propriedades de piscicultores entrevistadas apresentaram desempenho ambiental péssimo (entre 30,0 e 50,0%).

Em termos gerais, a situação de desempenho ambiental não é favorável a todas as propriedades piscícolas, independentemente da área de lâmina de água da propriedade, faltando aos produtores maior envolvimento com as questões ambientais. Foram detectados problemas de relações com a comunidade, segurança do trabalhador e relações com os mesmos, conservação de áreas protegidas, problemas no manejo de efluentes oriundos dos viveiros, disposição de insumos e resíduos, manejo de medicamentos e químicos e rastreabilidade.

A análise da sustentabilidade ambiental inicia-se com assuntos de ordem legal, dando prioridade ao desenvolvimento de um marco administrativo e jurídico idôneo para garantir a introdução e aplicação de práticas aquícolas ambientalmente responsáveis.

Tabela 6 - Respostas dos grupos de perguntas mais significativas, Colorado do Oeste, em 2011

Pergunta	% de sim	% de não
- Atendimento às obrigações legais	100	0,0
- Relações com a comunidade	0,0	100
- Segurança do trabalhador	0,0	100
- Conservação de áreas protegidas	60,0	40,0
- Manejo dos efluentes dos viveiros	0,0	100

- Manejo dos sedimentos dos tanques	33,3	66,7
- Manejo de medicamentos e químicos	6,7	93,3
- Terapêutica que recebeu cada lote de peixes	6,7	93,3

Fonte: dados da pesquisa utilizando os programas Microsoft Office Excel 2007 e SPSS 11.5

Em 100% dos casos estudados, existe atendimento das obrigações legais por parte dos piscicultores. Estes afirmaram obedecer ao estabelecido na legislação ambiental pertinente ao licenciamento ambiental para a atividade piscícola: Resolução Conama 01/86, resolução Conama 237/97 e Resolução Conama 312/02. No Plano Estadual a responsabilidade pelo licenciamento ambiental passa para os Órgãos Estaduais de Meio Ambiente, obedecendo à legislação estadual vigente que não poderá ser mais permissível que o estabelecido na Lei Federal que regula o licenciamento ambiental (Tabela 6).

As relações com a comunidade enfrentam problemas, pois 100,0% dos piscicultores entrevistados disseram que a propriedade rural não contribui com a comunidade para o seu bem-estar e desenvolvimento socioambiental (saúde, recreação e educação).


Quanto à segurança do trabalhador e relações com os mesmos, 100,0% dos piscicultores entrevistados disseram não proporcionar treinamento sobre segurança geral, higiene pessoal e primeiros socorros aos empregados na atividade piscícola na propriedade (Tabela 6).

Na conservação de áreas protegidas, 60,0% dos piscicultores entrevistados disseram ocupar áreas de preservação permanente, representadas por mata ciliar, topos de morros e várzeas (Tabela 6).

Para o grupo de perguntas que analisaram dados relacionados ao manejo dos efluentes dos viveiros, 100,0% dos piscicultores disseram não dispor os sedimentos em forma adequada para evitar a erosão dos viveiros de engorda de peixes (Tabela 6).

Para o grupo de perguntas que analisaram dados relacionados ao manejo dos sedimentos dos tanques de engorda de peixes, 66,7% dos piscicultores entrevistados disseram não remover os sedimentos de viveiros, açudes e de outras áreas dentro da propriedade (Tabela 6).

Com relação ao grupo de perguntas que analisaram dados relacionados ao manejo de medicamentos e químicos proibidos no Brasil e nos outros países, 93,3% dos piscicultores entrevistados disseram não conhecer a lista de medicamentos e químicos proibidos no Brasil e no mundo (Tabela 6).




Mais de 93,0% dos piscicultores entrevistados na amostra disseram não possuir registros que lhes permitissem saber quais insumos e tratamentos receberam cada lote de peixes (Tabela 6). Este grupo de perguntas procurou analisar a rastreabilidade da atividade piscícola, que representa o conjunto de ações, medidas e procedimentos adotados para caracterizar a origem, o estado sanitário, a produção e a produtividade da piscicultura nacional e a segurança dos alimentos e medicamentos fornecidos aos peixes provenientes dessa exploração econômica.

CONCLUSÕES

A piscicultura em Colorado do Oeste é financiada por recursos que derivam de outros setores produtivos. A maior parte dos projetos não é idealizada em equilíbrio com o meio ambiente. A maioria dos empreendimentos busca abreviar a contratação de mão de obra qualificada e não se preocupa com as comunidades rurais. Princípios de piscicultura semi-intensiva de baixo impacto, ambientalmente adequada, produtiva, sustentável e rentável, exigem a adoção de táticas de produção ponderadas e diagramas responsáveis de manejo da emissão de efluentes. A adequação da densidade de estocagem dos peixes aos sistemas de produção contribui para abrandar a acumulação de metabólitos e reduzir a necessidade de agentes terapêuticos. O manejo de resíduos exige a redução de nitrogênio, fósforo e sólidos fecais dissipados no meio aquático. Só a ação ordenada de piscicultores, indústrias de rações e instituições de ensino, pesquisa e extensão podem determinar instruções e práticas de manejo ambientalmente responsáveis.

REFERÊNCIAS

- BANCO DO NORDESTE. 1999. **Guia do meio ambiente para o produtor rural**. Fortaleza, Banco do Nordeste, 1999.
- CARRASCO, S. C. P. **Diagnóstico do estado ambiental e elaboração de um modelo de gestão ambiental para a piscicultura do município de castilla la nueva, meta Colômbia**. 2006. 160 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
- ELER, M.N.; MILLANI, T.J. Métodos de estudos de sustentabilidade aplicados a aquicultura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.33-44, 2007. Disponível em: <[Http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/Artigos/9004.PDF](http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/Artigos/9004.PDF)>. Acesso em: 11 de julho de 2011.
- FAO, 1995. **Código de conducta para la pesca responsable**. Roma, 1995. 48p.



MICROSOFT. Programa excel 2007. Disponível em: <http://office.microsoft.com/en-us/excel-help/up-to-speed-with-excel-2007_RZ010062103.aspx>. Acesso em: 11 de abril de 2011.

OSTRENSKY, Antonio; BORGHETTI, José Roberto; SOTO, Doris. **Aquicultura no Brasil: o desafio é crescer**. Brasília: Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, 2008.

PILLAY, T.V.R. **Aquaculture and the environment**. Oxford: Fishing News Books/Blakwell Scientific Publications Ltd., 1992.

VALENTI, W. C.; POLI, C. R.; PEREIRA, J. A.; BORGHETTI, J. R. (Eds.). **Aquicultura no Brasil: bases para um desenvolvimento sustentável**. Brasília: CNPQ/ Ministério da Ciência e Tecnologia, 2000.

VINATEA ARANA, L.A. **Aquicultura e desenvolvimento sustentável**. Editora UFSC, 1999.

CAPÍTULO 26

DOI: 10.47402/ed.ep.c202181925486

ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DA PRAÇA DA GARRAFA EM CAMBUQUIRA- MG

Eliana Alcantra, Doutora em Entomologia, Docente na UninCor, Três Corações, MG,

Camila Aparecida Silva Fernandes, Agrônoma, UninCor, Três Corações, MG

Yasmin Ferroni De Souza Dias, Agrônoma, UninCor, Três Corações, MG

Rosângela Francisca de Paula Vítor Marques, Doutora em Recursos Hídricos em
Sistemas Agrícolas, Docente na UninCor, Três Corações, MG

Aurivan Soares de Freitas, Doutor em Fitopatologia, Docente na UninCor, Três
Corações, MG

Alisson Oliveira de Souza, Doutor em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Docente
na UninCor, Três Corações, MG


RESUMO

As praças, como espaços públicos urbanos livres de edificações, propiciam convivência e recreação para a população, e desempenham uma importante função no contexto urbanístico ambiental ao contribuírem para o embelezamento das cidades. Assim objetivou-se com o presente trabalho avaliar quali-quantitativamente a vegetação e os elementos arquitetônicos da Praça da Garrafa em Cambuquira, MG. Foram realizadas visitas a campo com o levantamento do número e da condição da vegetação e dos elementos arquitetônicos. A praça apresentava um número total de 48 árvores, com riqueza de sete espécies registradas. A Palmeira imperial, *Roystonea oleracea*, foi a espécie mais representativa em número de indivíduos (25%), seguida da *Caesalpinia pluviosa* Sibipiruna (22,9%). Foram encontradas também *Handroanthus albus*, *Tipuana tipu*, *Licania tomentosa*, *Senna bicapsularis* e uma representante das coníferas, *Pinophyta* spp.. Conclui-se que a praça apresenta uma grande diversidade. Está bem localizada, mas é pouco frequentada pela população local, devido ao estado em que a mesma se encontra. Com isso, é necessária uma reforma na praça para que atenda às necessidades da população.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de vida; Área urbana; Meio ambiente.

INTRODUÇÃO

As praças podem formar elos entre as demais áreas verdes e ruas arborizadas, formando corredores e criando oportunidades para o enriquecimento da biodiversidade (COSTA; ERJAVEC; MATHEY, 2008). A presença de vegetação nas praças desempenha diversos serviços ecossistêmicos que trazem benefícios ecológicos, e promove a melhoria do microclimática, acústica, da qualidade do ar e da drenagem das águas pluviais; a proteção do solo contra erosão e a sobrevivência da fauna; sendo que as árvores, no geral, são essenciais para o bem-estar da população humana (MARTINI, 2013). Além disso, proporciona a



diversificação e o embelezamento da paisagem urbana através de linhas suaves e orgânicas, cores e molduras, tornando as praças objetos cênica, referencial e de identidade nas cidades (DE ANGELIS; CASTRO; DE ANGELIS NETO, 2004).

Áreas verdes são espaços direcionados ao lazer, recreações, atividades culturais entre outras atividades da população. Podendo conter estruturas arquitetônicas como bancos, fontes, parquinhos, etc. É importante a escolha correta de espécies arbóreas, forrageiras e gramado levando em consideração o espaço, local de sombreamento e sol pleno, passagem de pessoas (pisoteio) e estruturas encontradas no local (rede elétrica, telefonia) para não haver prejuízo futuramente. Assim objetivou-se com esta pesquisa avaliar quali-quantitativamente a vegetação e os elementos arquitetônicos da Praça da Garrafa em Cambuquira, MG.

METODOLOGIA

O presente estudo realizado em 2018, na a área verde localizada em perímetro urbano, ao lado da rodoviária da cidade de Cambuquira-MG.

O levantamento quali-quantitativo da vegetação foi realizado a campo mediante a contagem individual, identificação e classificação das espécies arbóreas, arbustivas, herbáceas e palmáceas. Os elementos arquitetônicos foram analisados com base no método proposto por De Angelis; Castro; De Angelis Neto (2004). Neste método é indicada a existência ou não de equipamentos e estruturas e no levantamento qualitativo se avalia a conservação das estruturas e equipamentos por meio de notas dadas a cada tipo de elemento; para isso, são dadas notas de 0 a 4 e, em seguida, empregados conceitos, como: péssimo (notas de 0 a 0,5), ruim (notas de 0,5 a 1,5), regular (notas de 1,5 a 2,5), bom (notas de 2,5 a 3,5) e ótimo (notas de 3,5 a 4,0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área verde, em estudo, foi observada uma riqueza de vegetação onde foram encontradas ao todo 48 árvores, sendo que as espécies mais encontradas no local foram Ipê, Palmeira Imperial e Sibipiruna (Tabela 1).

Tabela 1: Relação das espécies arbóreas existentes na Praça da Garrafa em Cambuquira, MG, 2018

Nome comum	Nome científico	Quantidade	FR (%)	Origem
Ipê	<i>Handroanthus albus</i>	8	16,7	Nativa
Sibipiruna	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	11	22,9	Nativa
Tipuana	<i>Tipuana tipu</i>	6	12,5	Exótica
Oiti	<i>Licania tomentosa</i>	5	10,4	Nativa
Canudo-de-pitu	<i>Senna bicapsularis</i>	5	10,4	Nativa
Palmeira imperial	<i>Roystonea oleracea</i>	12	25	Exótica
Conífera	<i>Pinophyta</i> spp.	1	2,1	Exótica
Total		48	100	

Fonte: Autores.

As árvores estão distribuídas de modo desordenado na área, não respeitando os espaçamentos, em nenhuma única espécie por canteiro, o que acaba gerando um aspecto de bosque (Figura 1), como também observado em outros trabalhos (BATISTA et al., 2013).

Figura 1 – Distribuição das árvores na Praça da Garrafa



Fonte: Autores.

As palmeiras imperiais (*Roystonea oleracea*) foram encontradas em maior número (25%) em comparação com as outras espécies arbóreas. As Palmeiras Imperiais, espécie exótica, são plantas solitárias com caule do tipo estipe de grande porte, podendo chegar até 40 metros de altura; o comprimento da copa é de aproximadamente 5 metros. Na área utilizada

para o trabalho as palmeiras foram plantadas em um canteiro em quatro fileiras, com três plantas por fileira, num total de 12 plantas, foi usado o espaçamento de plantio de 3,40 m x 3,50 m (Figura 2).

Figura 2: Distribuição das palmeiras imperiais na Praça da Garrafa



Fonte: Autores.

Com 22,9% de frequência foi encontrada a sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa*), que são plantas de grande porte e nativa do Brasil muito utilizadas em arborização urbana. Pode chegar à 28 m de altura, copa vistosa de até 20 m de comprimento. No referente trabalho foi encontrada em plantio adensado e desorganizado, tendo aproximadamente 18 m de altura e 10 m de diâmetro da copa. Além das vantagens à paisagem urbana como a adaptação as espécies nativas proporcionam atração da avifauna e propagação de espécies, beneficia também a preservação das mesmas por meio de uma ornamentação de vias somando-se as utilidades e conservação, e também, desperta a população para a importância da flora nativa (DIAS; COSTA, 2008). Em menor número (2,1%) observou-se na área uma Conífera.

Na arborização urbana recomenda-se uma riqueza de espécies de árvores para garantir o máximo de proteção contra pragas e doenças; sendo o ideal não exceder mais que 10% da mesma espécie, 20% do mesmo gênero e 30% de uma família botânica (SANTAMOUR JÚNIOR, 1990). Portanto, verificou-se que as espécies mais predominantes na Praça da Garrafa estão numa frequência relativa maior que a recomendada.

Foi verificada a presença de Pingo-de-ouro, uma espécie muito utilizada em jardins com finalidade de demarcar áreas de passagem de pessoas. O pingo-de-ouro é uma planta ornamental

arbustiva de pequeno porte, com folhas curtas e pequenas, cor verde claro, suas flores são roxas dando cor ao espaço. Foi utilizada para circundar os canteiros, e também onde está localizado o chafariz de garrafa na área verde (Figura 3).

Figura 3: Pingo-de-ouro circundando canteiros da Praça da Garrafa



Fonte: Autores.

O gramado constituído por grama Esmeralda (*Zoysia japônica*) se encontrava em más condições pelo excesso de água que acumula no solo, devido à má drenagem do local. Além disso o gramado necessitava de cuidados, como adubação, capina, acompanhamento técnico, etc.

Os elementos arquitetônicos da praça não se encontravam em bom estado de conservação (Tabela 2). Apenas monumentos, chafariz e o item conforto térmico apresentaram conceito bom em relação a qualidade, os outros ficaram entre regular e péssimo.

Tabela 2: Avaliação qualitativa das estruturas e equipamentos existentes na Praça da Garrafa em Cambuquira, MG, 2018

Estruturas Avaliadas	Notas	Conceito
1. Bancos	2,5	Regular
2. Iluminação Alta	0,5	Péssimo
3. Iluminação Baixa	0	Péssimo
4. Lixeiras	2,0	Regular
5. Sanitários	0	Péssimo
6. Telefone Público	0	Péssimo

7. Bebedouro	0	Péssimo
8. Piso	0	Péssimo
9. (X) Monumento () Estátua () Busto	3,0	Bom
10. Espelho d'água/Chafariz/Fonte	3,0	Bom
11. Estacionamento	0	Péssimo
12. Ponto de Ônibus	0	Péssimo
13. Ponto de Taxi	0	Péssimo
14. Parque Infantil	0,5	Péssimo
15. Banca de Revista	0	Péssimo
16. Quiosque para alimentação ou similar	0	Péssimo
17. Vegetação	1,5	Ruim
18. Manutenção das estruturas físicas	0	Péssimo
19. Limpeza	1,5	Ruim
20. Conforto térmico	3,0	Bom

Fonte: Autores.

Os bancos estavam mal distribuídos pela praça. Além disso, alguns estavam quebrados, o que tornava impossível a sua utilização, por isso apresentaram conceito regular. Os postes de iluminação foram encontrados em pequeno número e mal distribuídos para o tamanho da praça, e alguns apresentavam lâmpadas queimadas, em péssima condição de conservação. Seria necessário a instalação de novos postes e, em maiores quantidades, para iluminar toda a praça.

O chafariz encontrava-se em funcionamento, classificada com conceito bom, porém, apresentava estrutura um pouco antiquada, o que confere a necessidade de uma reforma, para deixar o aspecto da praça mais moderno (Figura 4). E os brinquedos encontrados estavam em estado péssimo de conservação, o que impossibilitava o uso dos mesmos por frequentadores da praça (Figura 5). Seria necessário então, a instalação de novos brinquedos, para o uso da população local.

Figura 4: Chafariz da Praça da Garrafa



Fonte: Autores.

Figura 5: Parque infantil da Praça da Garrafa



Fonte: Autores.

Os espaços destinados para caminhos estavam cobertos por cascalho o que proporcionava um aspecto pouco estético à praça. Além disso, quando chove, a água empoça, devido à má drenagem do local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A praça apresenta sete espécies arbóreas, e uma arbustiva totalizando mais de 48 indivíduos, o que mostra uma grande riqueza de espécies. O estado de conservação dos elementos arquitetônicos está entre regular e péssimo. Apesar de estar bem localizada é pouco frequentada pela população local. Assim, é necessária uma reforma na praça para que atenda às necessidades da população.

REFERÊNCIAS

BATISTA, G. S.; BORELLA, H. D., GIMENES, R., ROMANI, G. DE N., PIVETTA K. F. L. Análise quali-quantitativa da vegetação e dos elementos arquitetônicos da praça Dom Assis, Jaboticabal, São Paulo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 19, n.1, p. 7-18, 2013.

COSTA, C. S.; ERJAVEC, I. S.; MATHEY, J. Green spaces - a key resources for urban sustainability. The GreenKeys approach for developing green spaces. **Urbani Izziv**, Letnik, v. 19, n. 2, p. 199-211, 2008.

DE ANGELIS, B. L. D., CASTRO, R. M., DE ANGELIS NETO, G. Metodologia para levantamento, cadastramento, diagnóstico e avaliação de praças no Brasil. **Engenharia Civil UM**, Guimarães, n.20, p.57-70, 2004.

DIAS, J.; COSTA, D. Sugestões de Espécies Arbóreas Nativas Ocorrentes no Sul do Estado do Paraná para Fins Ornamentais. *In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 8., e MOSTRA DE PÓS-GRADUAÇÃO, 8., 2008, Paraná. **Anais [...]**. Paraná: FAFUV, 2008.

MARTINI, A. **Microclima e conforto térmico proporcionado pelas árvores de rua na cidade de Curitiba - PR**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

SANTAMOUR JÚNIOR, F.S. Trees for urban planting: diversity uniformity, and common sense. *In: METRIA CONFERENCE*, 7., 1990, Lisle. **Proceedings [...]** Lisle: 1990. p.57-66.



CAPÍTULO 27

DOI: 10.47402/ed.ep.c202182026486

LICENCIAMENTO AMBIENTAL E MECANISMOS DE EFETIVAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL NO PROCESSO DE AIA

Josimar Ribeiro de Almeida, Professor Adjunto, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil

Cleber Vinicius Akita Vitorio, Diretor, Helium Corporation Engenharia

Laís Alencar de Aguiar, Tecnologista Sênior, Instituto de Radioproteção e Dosimetria, Comissão Nacional de Energia Nuclear

Guilherme Augusto Nascimento Sobrinho, Doutorando/Radioecologia, Instituto de Radioproteção e Dosimetria

RESUMO

A Licença Ambiental, parte fundamental da Política Nacional do Meio Ambiente, é um dos instrumentos exigidos para a implantação de atividades causadoras de impactos ambientais. O processo de concessão de tal direito prevê a anuência da sociedade, representada pelas partes interessadas (“stake-holders”), no rito específico da Audiência Pública. Neste capítulo os autores apresentam uma breve revisão da metodologia contida na legislação pertinente para a obtenção da Licença Ambiental, argumentando que a participação popular, embora fundamental e irremovível, restringe-se, insuficiente e tardiamente, ao momento da Audiência Pública.


PALAVRAS-CHAVE: PNMA, EIA/RIMA, Direito Ambiental Brasileiro, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

A licença ambiental é um dos instrumentos exigidos para a implantação de atividades causadoras de impactos ambientais. Trata-se de um instrumento prévio de controle ambiental para o exercício legal de atividades modificadoras do meio ambiente, dentre as quais se incluem aquelas listadas nas vigentes Resoluções CONAMA 001/1986, 011/1986, 006/1987, 313/2002 e na Lei nº 9.314, de 1996.

Essas atividades são licenciadas pelo OEMA ou pelo IBAMA, em caráter supletivo ou para aquelas atividades que, por lei, sejam de competência federal.

Atualmente, o órgão ambiental licenciador tem na legislação ambiental sua principal ferramenta para orientar o empreendedor quanto às exigências a serem cumpridas para obtenção do licenciamento ambiental.



O licenciamento ambiental é composto por 3 (três tipos de licença: a Licença Prévia (LP), a Licença de Instalação (LI) e a Licença de Operação (LO).

LICENÇA PRÉVIA (LP)

Concedida na fase preliminar do planejamento da atividade, contém requisitos básicos a serem atendidos nas fases de localização e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais de uso do solo.

Sua emissão ocorre após a aprovação do Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impactos Ambientais; é um instrumento indispensável para solicitação de financiamentos e obtenção de incentivos fiscais.

A finalidade da LP é estabelecer condições tais que o empreendedor possa prosseguir com a elaboração de seu projeto. Corresponde a um comprometimento por parte do empreendedor de que suas atividades serão realizadas observando os pré-requisitos estabelecidos pelo órgão de meio ambiente.

Essa licença não autoriza o início de qualquer obra ou serviço no local do empreendimento e tem prazo de validade determinado.

LICENÇA DE INSTALAÇÃO (LI)

Concedida após a análise e aprovação do projeto executivo e de outros estudos (PCA, RCA, PRAD), que especificam os dispositivos de controle ambiental, de acordo com o tipo, porte, características e nível de poluição da atividade e de recuperação de áreas degradadas.

Essa licença autoriza o início da implantação do empreendimento e é concedida com prazo de validade determinado.

A concessão da Licença de Instalação para empreendimentos que impliquem desmatamento depende também da Autorização de Desmatamento, emitida pelo IBAMA ou órgão estadual florestal.

A obtenção dessa licença implica o compromisso de o empreendedor cumprir com as especificações constantes do projeto apresentado ou comunicar eventuais alterações dessas especificações.

LICENÇA DE OPERAÇÃO (LO)

Concedida após a realização de vistoria e da confirmação do funcionamento dos sistemas de controle ambiental especificados nas fases anteriores do licenciamento ambiental.

Essa licença autoriza o início da operação do empreendimento e é concedida com prazo de validade e condicionantes para a continuidade da operação (p.ex., apresentação de resultados obtidos na implementação de planos de monitoramento ambiental).

A renovação da LO é concedida após a realização de nova vistoria, quando: vencido seu prazo de validade; a atividade em operação demandar ampliação de sua área de intervenção; reformulação em seu processo produtivo, alteração da natureza de seus insumos básicos, reequipamento.

O requerimento padrão LO deve ser devidamente preenchido pelo empreendedor, tendo, em anexo, os seguintes documentos:

- a. Cópias das publicações do requerimento de LO e da concessão de LI no Diário Oficial da União ou estadual e em jornal de grande circulação, de acordo como os modelos de publicação aprovados através da Resolução CONAMA 006/1986;
- b. Recolhimento, pelo empreendedor, da taxa fixada pelo órgão de meio ambiente para a emissão de LO;
- c. Estudo ambiental contendo projetos executivos de minimização de impacto ambiental, para empreendimentos instalados antes da entrada em vigor da Resolução CONAMA 001/1986 (que posteriormente foi alterada pelas Resoluções 11/1986, 05/1987, 237/1997 e 494/2020), com vistas a seu enquadramento às exigências de licenciamento ambiental. Esse estudo é exigido, da mesma forma, para empreendimentos instalados irregularmente, após a publicação da referida resolução;
- d. Relatório técnico de vistoria confirmando se os sistemas de controle ambiental especificados na LI foram efetivamente instalados;
- e. Parecer técnico do órgão de meio ambiente sobre o pedido de LO.

Contém condicionantes para continuidade da operação do empreendimento e prazo de validade da LO.

OUTROS TIPOS DE LICENÇA

Alguns órgãos de meio ambiente incluíram em seu sistema de licenciamento outros tipos de licenças, com vistas a adequar esse processo às suas necessidades específicas. No IBAMA, por exemplo, foi criada a Licença de Pré-Operação para a fase de teste dos equipamentos de controle de poluição, de curto prazo, concedida de acordo com as características do projeto.

Quanto a outros documentos técnicos exigidos e suas respectivas metodologias de campo para obtenção de licença ambiental, podem-se enumerar:

- a. *Plano de Controle Ambiental (PCA)* - Resolução CONAMA 009/1990 e 010/1990 - Trata da exigência de apresentação do Plano de Controle Ambiental (PCA) para a obtenção da Licença de Instalação (LI) de atividades de extração mineral de todas as classes (Decreto-Lei 227/1967), o qual conterà os projetos executivos de minimização dos impactos ambientais avaliados na fase da Licença Prévia (LP);
- b. *Relatório de Controle Ambiental (RCA)* - Resolução CONAMA 010/1990 - Exige a apresentação do Relatório de Controle Ambiental (RCA) para obtenção de Licença Prévia (LP), no caso de dispensa de EIA/RIMA (art. 3º, parágrafo único), para atividade de extração mineral da classe II. Deve ser elaborado de acordo com as diretrizes estabelecidas pelo órgão ambiental competente;
- c. *Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRA)* - NBR 13030, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - Fixa as diretrizes para a elaboração e apresentação de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRA) pelas atividades de mineração.

A legislação não prevê PCA, RCA e PRAD para outras atividades que não estejam na categoria “extração mineral”. Todavia, esses documentos técnicos têm sido exigidos por alguns órgãos ambientais, uma vez constatados, pela fiscalização, efeitos negativos de empreendimentos já instalados.

PRINCIPAIS LEIS FEDERAIS DE REFERÊNCIA


Embora alguns poucos órgãos estaduais de meio ambiente tenham estabelecidos normas e procedimentos próprios para atender às suas demandas específicas, a maioria delas ainda



dispõe de legislação federal como única ferramenta de apoio para orientar o empreendedor no período de licenciamento ambiental.

Destacam-se como principais leis federais de referência:

- a. Lei 6.938/1981 ⇒ estabelece como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente o licenciamento e a revisão de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras,
- b. Resolução CONAMA 001/1986 ⇒ estabelece a exigência de elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento das atividades constantes do seu artigo 2º.
- c. Resolução CONAMA 006/1986 ⇒ trata dos modelos de publicação de pedidos de licenciamento, em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e respectiva concessão de licença.
- d. Resolução CONAMA 011/1986 ⇒ altera e acrescenta atividades modificadoras do meio ambiente apresentadas no artigo 2º da Resolução 001/1986.
- e. Resolução CONAMA 005/1987 ⇒ Dispõe sobre o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico, e dá outras providências.
- f. Resolução CONAMA 006/1987 ⇒ estabelece regras gerais para o licenciamento ambiental de obras de grande porte de interesse relevante da União, como geração de energia elétrica.
- g. Resolução CONAMA 010/1987 ⇒ estabelece como pré-requisito para licenciamento de obras de grande porte a implantação de uma estação ecológica pela instituição ou empresa responsável pelo empreendimento com a finalidade de reparar danos ambientais causados pela destruição de florestas e outros ecossistemas.
- h. Resolução CONAMA 005/1988 ⇒ dispõe sobre licenciamento das obras de saneamento para as quais seja possível identificar modificações ambientais significativas.
- i. Resolução CONAMA 008/1988 ⇒ dispõe sobre licenciamento de atividade mineral, o uso do mercúrio metálico e do cianeto em áreas de extração do curso.
- j. Resolução CONAMA 009/1990 ⇒ estabelece normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral das classes I, III, IV, V, VI, VII, VIII e IX.
- k. Resolução CONAMA 010/1990 ⇒ estabelece critérios específicos para o licenciamento ambiental de extração mineral da classe II.

- 
- l. Resolução CONAMA 237/1997 ⇒ Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente.
 - m. Resolução CONAMA 313/2002 ⇒ Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
 - n. Resolução CONAMA 494/2020 ⇒ Estabelece, em caráter excepcional e temporário, nos casos de licenciamento ambiental, a possibilidade de realização de audiência pública de forma remota, por meio da Rede Mundial de Computadores, durante o período da pandemia do Novo Corona vírus (COVID-19).
 - o. Decreto 99.274/90, Capítulo IV ⇒ trata do licenciamento ambiental de atividades utilizadores de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como dos empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental.


A evolução da legislação ambiental é um processo muito dinâmico, o que a torna rapidamente desatualizada. Entretanto, são fontes de consulta a serem consideradas, devendo sempre ser observadas as questões referentes à aplicação das mesmas no tempo e espaço.

Além das referências supracitadas, existe uma legislação básica (federal, estadual e municipal) que deve ser também contemplada no momento da solicitação do licenciamento ambiental: A Constituição federal; as Leis Orgânicas municipais; o Código de Águas; o Código Florestal; o Estatuto da Terra; as Resoluções do CONAMA sobre padrões de qualidade do ar e da água e sobre unidades de conservação; as leis de proteção do patrimônio arqueológico, histórico e cultural, entre outras (Silva *et al.*, 2019).

PROCEDIMENTOS NO PEDIDO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL

O empreendedor procura o órgão ambiental licenciador nos seguintes casos:

- Por exigência de órgão financeiros de projetos (Banco da Amazônia - BASA, Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES, Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID) e/ou agências subsidiárias de infraestrutura para objetos (SUDAM, SUFRAMA e outras);
- Por exigências de órgão da administração pública responsáveis pelo licenciamento global da atividade a ser implantada, tais como: Prefeitura Municipal, no caso de loteamentos urbanos e construção civil em geral; INCRA, para implantação de atividades rurais; Departamento Nacional de Estradas e Rodagens (DNER) e Departamento Estadual de



Estradas e Rodagens (DER), no caso de construção de rodovias; DNPM, no caso de atividades de lavra e/ou beneficiamento mineral; por exigência do IBAMA e/ou órgão estadual competente, no caso de desmatamento; em resposta a denúncias da sociedade (pressão social), no caso de projetos implantados ou em implantação sem o devido licenciamento ambiental; em cumprimento à penalidade disciplinar ou compensatória imposta pelo órgão de meio ambiente pela não-adoção das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.


No primeiro contato com o órgão ambiental licenciador, o empreendedor deve fornecer ao órgão de meio ambiente todas as informações sobre o empreendimento e natureza das atividades a serem implantadas e preencher, caso ainda não tenha feito, a ficha do Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais.

O órgão ambiental examina a documentação apresentada, consulta a legislação e os dados disponíveis sobre o local do empreendimento e avalia a necessidade de elaboração de estudo de impacto ambiental ou documento semelhante. Se julgar necessário, realiza vistoria para avaliar a situação ambiental no local proposto para o empreendimento, decidindo quanto à necessidade de apresentação de EIA/RIMA e/ou de outros documentos técnicos semelhantes (PCA, RCA, PRAD). Pode também fazer outras exigências, tais como a apresentação de projetos, relatórios e pareceres específicos. O pedido de licenciamento pode ser negado, e se permanecer o interesse do empreendedor, este deverá providenciar as alterações necessárias no projeto inicial para, então, entrar com novo pedido.

MECANISMOS DE EFETIVAÇÃO DA PARTICIPAÇÃO SOCIAL NO PROCESSO DE AIA: REALIZAÇÃO DE AUDIÊNCIAS PÚBLICAS

A Audiência Pública é o instrumento formal de participação pública no processo de Avaliação de Impacto Ambiental, referido nas Resoluções CONAMA 001/86, 009/87 e 494/2020. A prática participativa implica administrar os conflitos oriundos das divergências de interesse entre os agentes sociais envolvidos nesse processo. Sua realização está prevista para após a execução do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e apresentação do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). A legislação não prevê o uso deste instrumento para outros tipos de Estudos Ambientais (PCA, RCA, PRAD).

As audiências públicas têm por finalidade expor aos interessados o projeto proposto e seus impactos ambientais e discutir o RIMA, dirimindo dúvidas e recolhendo dos presentes as



críticas e sugestões a respeito. Essas informações servirão de subsídios para análise e o parecer final do órgão estadual do meio ambiente (ao qual sempre nos referimos a seguir usando a abreviatura OEMA) e/ou do IBAMA sobre o empreendimento proposto, para efeito de licenciamento ambiental.

Em função da localização geográfica dos solicitantes e da complexidade do tema, poderá haver mais de uma audiência pública sobre o mesmo RIMA.

Atualmente, existe uma demanda muito grande a respeito de se criarem outros momentos de participação pública no processo de AIA, principalmente através da realização de Audiências Públicas Intermediárias, ou seja, antes da conclusão dos Estudos de Impacto Ambiental e da elaboração do respectivo RIMA.

Existem, ainda, situações em que o público interessado no empreendimento não fica satisfeito com a realização da audiência pública, por esta não responder, de maneira satisfatória, a seus questionamentos.


Estas evidências têm motivado a promoção de inquérito civil e de ação civil pública para proteção do meio ambiente, propostas pelo Ministério Público da União e dos Estados e por terceiros, de acordo com as disposições estabelecidos no inciso III, §1º, do artigo 129, da Constituição Federal.

PROCEDIMENTOS PARA REALIZAÇÃO DE AUDIÊNCIAS PÚBLICAS

O órgão de meio ambiente, a partir da data de entrega do EIA/RIMA pelo empreendedor, fixa em edital, anunciado pela imprensa, o local e a abertura do prazo para que os interessados solicitem a realização de audiência pública. Este prazo deve ser de, no mínimo, 45 (quarenta e cinco) dias. Durante esse período, cópias do RIMA são colocadas à disposição do público no órgão de meio ambiente, desde que respeitado o sigilo industrial (Almeida *et al.*, 2010).

Após o prazo dado para solicitação de Audiência Pública, o órgão de meio ambiente convoca os solicitantes, através de correspondência registrada, e divulga em órgãos da imprensa o local, a data e horário de sua realização (Almeida *et al.*, 2019).

No caso de haver solicitação de audiência pública, e na hipótese de o órgão do meio ambiente não a realizar, a licença ambiental concedida não terá validade.



A *audiência pública* é dirigida pelo representante do órgão de meio ambiente, que, após a exposição objetiva do projeto e do seu respectivo RIMA, abre a discussão com os interessados presentes (Almeida *et al.*, 2008).

Ao final de cada audiência pública é lavrada uma ata sucinta, anexando-se a ela todos os documentos escritos e assinados entregues ao presidente dos trabalhos, durante a sessão. A ata da(s) audiência(s) pública(s) e seus anexos servem de base, juntamente com o RIMA, para análise e parecer do órgão de meio ambiente sobre o licenciamento ambiental do projeto (Silva & Magalhães, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É evidente que no Estado Democrático de Direito a base da participação popular deve ser edificada como entrada da democracia participativa, arrebatando-se o que se trata de um princípio fundamental inamovível e de aplicação integral, visto que no Estado Democrático de Direito todo o poder emana do povo.

No que permeia à matéria ambiental, a base da participação popular é circunstância irremovível que se embasa na própria égide ao direito essencial do meio ambiente ecologicamente equilibrado, ao qual o coletivo tem o direito-dever de participar da sua conservação, preservação, manejo e proteção.

Foram observados os aspectos do método de avaliação de impacto ambiental, por meio de uma prospecção na Constituição Federal, na legislação federal e nas resoluções do Conama que direcionam a incisão da matéria. Sendo verificados que os espaços direcionados à participação popular na legislação ambiental, sobretudo nas Resoluções Conama 01/1986, 09/1987 e 494/2020 são limitados à audiência pública.

Explana-se que um possível erro crasso da legislação, é que a possibilidade de participação popular ocorre apenas na audiência pública, isto é, quando os estudos técnicos e científicos já tiveram seu fim e na maioria dos casos a decisão sobre o projeto já foi tomada, assim empalando a concretude democrática e participativa em matéria ambiental.

Na ótica sistemática, é observável que o sistema de avaliação de impacto ambiental brasileiro encontra-se em mutabilidade, cujas principais variáveis são a estrutura política partidária, a estrutura científica e o aparato democrático. É importante que este tripé seja consubstanciado de modo a permitir o adentro da intrépida democracia participativa em matéria

ambiental, com foco na percolação a verdadeira ótica do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a sadia qualidade de vida em prol das presentes e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R.; SOARES, P. S. M.; AGUIAR, L. A. Avaliação de Impactos Ambientais: estudo de caso. Estudos e Documentos - CETEM, v.8, p.3-35, 2008.

ALMEIDA, J. R.; AQUINO, A. R.; LINS, G. A.. Influencia dos impactos ambientais na elaboração de plano de controle ambiental em Usina Termoeletrica do sistema elétrico brasileiro isolado, na região amazônica. Revista Brasileira de Pesquisa e Desenvolvimento, v. 12, n.1, p. 149-156, 2010.

ALMEIDA, J. R.; SILVA, C. E. ; SILVA, C. V. V. ; AGUIAR, L. A. ; GARCIA, V. S. ; SOUZA, C. P. ; LENZ, E. R. S. ; LINS, G. A. ; ALMEIDA, S. M.. Política e economia de vigilância em saúde ambiental. Environmental Scientiae, v. 1, n.1, p. 1-25, 2019.

BRASIL. Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. Diário Oficial da União, Brasília, 28 fevereiro 1967. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 31 agosto 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 30 jul. 2021.


BRASIL. 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. Diário Oficial da União, Brasília, 17 fevereiro 1986. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 011, de 18 de março de 1986. Dispõe sobre alterações na Resolução nº 1/86. Diário Oficial da União, Brasília, 02 maio 1986. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 006, de 24 de janeiro de 1986. Dispõe sobre a aprovação de modelos para publicação de pedidos de licenciamento. Diário Oficial da União, Brasília, 17 fevereiro 1986. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 005, de 06 de agosto de 1987. Dispõe sobre o Programa Nacional de Proteção ao Patrimônio Espeleológico, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 22 outubro 1987. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 006, de 16 de setembro de 1987. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia elétrica. Diário Oficial da União, Brasília, 22 outubro 1987. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.



BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 010, de 16 de dezembro de 1987. Dispõe sobre o ressarcimento de danos ambientais causados por obras de grande porte. Diário Oficial da União, Brasília, 18 março 1987. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 005, de 15 de junho de 1988. Dispõe sobre o licenciamento de obras de saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, 16 novembro 1988. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, 05 outubro 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/douconstituicao88.pdf. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 008, de 13 de fevereiro de 1988. Dispõe sobre o licenciamento de atividade mineral (transformada no Decreto nº 97.507, de 13 de fevereiro de 1989). Diário Oficial da União, Brasília, 14 fevereiro 1989. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 009, de 06 de dezembro de 1990. Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classes I, III a IX. Diário Oficial da União, Brasília, 28 dezembro 1990. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Decreto no 99.274, de 6 de junho de 1990. Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 06 JUNHO 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 30 jul. 2021.


BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 010, de 06 de dezembro de 1990. Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classes I, III a IX. Diário Oficial da União, Brasília, 28 dezembro 1990. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.314, de 14 de novembro de 1996. Altera dispositivos do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 18 novembro 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19314.htm. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 237, de 06 de dezembro de 1997. Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, 22 dezembro 1997. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

ABNT (1999). Elaboração e apresentação de projeto de reabilitação de áreas degradadas pela mineração. NBR 13030, Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ, 5p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Diário Oficial da



União, Brasília, 29 outubro 2002. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 494, de 11 de agosto de 2020. Estabelece, em caráter excepcional e temporário, nos casos de licenciamento ambiental, a possibilidade de realização de audiência pública de forma remota, por meio da Rede Mundial de Computadores, durante o período da pandemia do Novo Coronavírus (COVID-19). Diário Oficial da União, Brasília, 12 agosto 2020. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/>. Acesso em: 30 jul. 2021.

SILVA, C.V.V.; MAGALHÃES C.. Risco Ambiental da Construção do CTR Santa Rosa Sobre o Aquífero Piranema. In: XXI Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ, 2011, Seropédica.

SILVA, C. V. V.; ALMEIDA, J. R.; SILVA, C. E.; CARVALHO, L. O.; SILVA, C. D.; RIGUEIRAL, L. H. G.; PAULA, R. G.. Structure and floristic survey of a forest fragment in the Billings Reservoir, São Paulo. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.9, n.7, p.1-11, 2018.

CAPÍTULO 28

DOI: 10.47402/ed.ep.c202182127486

INFLUÊNCIA DO USO E MANEJO DO SOLO NA INFILTRAÇÃO DE ÁGUA: UMA REVISÃO

Willian Barros de Freitas, Engenheiro Florestal, Universidade Federal de Viçosa
Aline Gonçalves Spletozer, doutoranda em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa

Lucas Jesus da Silveira, doutorando em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa

Rodolfo Alves Barbosa, doutor em Ciência Florestal, UFV. Pesquisador em Ciências Agrárias no Instituto Guaicuy

Herly Carlos Teixeira Dias, em Hidrologia Florestal, Professor de Hidrologia Florestal, Universidade Federal de Viçosa


RESUMO

A escassez de água potável tem sido um problema cada vez mais recorrente. Frente a esse problema, discussões a respeito de suas possíveis causas ganham cada vez mais espaço no meio acadêmico. A crescente expansão das fronteiras agrícolas e dos centros urbanos têm causado interferências na capacidade de infiltração de água no solo e alterando o ciclo hidrológico. O objetivo deste trabalho foi avaliar o que tem sido discutido no meio científico, na última década, em relação à problemática apresentada. A SciELO e o Portal de Periódicos CAPES serviram de base de dados para este trabalho que analisou 30 artigos científicos. Foi observado uma alta influência do uso e manejo do solo sobre a capacidade de infiltração de água, consequentemente, afetando também o escoamento superficial e o potencial erosivo do solo. Para tanto, existem saídas sustentáveis para inúmeras práticas de manejo que prezam pela conservação dos recursos hídricos e redução dos processos erosivos. Porém, ainda existe espaço para mais estudos que buscam associar o manejo e uso do solo com a crescente redução da qualidade e quantidade de água dos corpos hídricos, problema esse que tende a se agravar nos próximos anos, caso medidas conservacionistas não ganhem mais espaço no setor agrícola e nos centros urbanos.

PALAVRAS-CHAVE: revisão bibliográfica, hidrologia, escoamento, manejo, uso.

INTRODUÇÃO

A crescente escassez de água potável e a queda na qualidade desse bem natural é, sem dúvida, uma das pautas ambientais mais discutidas quando se trata dos problemas que as próximas gerações terão de enfrentar, caso medidas conservacionistas não sejam tomadas agora. Essa tragédia anunciada tem algumas fontes conhecidas, como a exploração ambiental



desordenada, sobretudo nas áreas de recarga de nascentes, apresentando potencial de afetar negativamente a oferta de água em uma bacia hidrográfica (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Nos degraus anteriores à exploração ambiental estão o processo de urbanização não planejada, aumentando a impermeabilidade e compactação dos solos, a expansão das fronteiras agrícolas, diminuindo as áreas de florestas naturais, que são grandes responsáveis pela recarga hídrica dos solos (FREITAS *et al.*, 2013), a pecuária que, de maneira análoga à agricultura, também impõe a supressão de florestas nativas para a abertura de áreas livres para criação de gado e aumenta a compactação das camadas superficiais do solo (COLLARES *et al.*, 2011), dentre outros. Todos esses problemas são um efeito cascata de uma população global crescendo de maneira exponencial, demandando cada vez mais território para servir de moradia e para produção de alimentos.


O professor Stephen Emmott, em seu livro *Dez Bilhões*, nos alertava para a realidade que nosso planeta pode enfrentar nas próximas décadas caso o crescimento populacional não sofra alterações por fatores inóspitos, como pandemias ou desastres naturais:

“Há 10.000 anos éramos apenas um milhão. Em 1800, faz pouco mais de 200 anos, já éramos um bilhão. Há 50, por volta de 1960, chegamos a 3,5 bilhões. Atualmente, superamos 7,5 bilhões. Em 2050, nossos filhos e os filhos dos nossos filhos viverão em um planeta habitado por no mínimo nove bilhões de pessoas. Antes do final do século atual, seremos pelo menos dez bilhões. Talvez mais.” (EMMOTT, 2013).

Um planeta com tantas bocas para serem alimentadas e demandando centros urbanos cada vez maiores e mais pavimentados para suportar uma gigantesca massa demográfica, é possível que a preocupação com o caminho que a água das chuvas tome ao encontrar o solo não seja a prioridade entre os pensamentos dos menos afortunados.

A quantidade de estudos que alertam para essa problemática e tentam de alguma maneira mitigar os fatores que causam a redução da infiltração da água no solo, ainda é aquém da necessidade para uma causa tão importante (FEITOSA *et al.*, 2008). Para que se tenha o uso racional e sustentável desse importante recurso natural, é necessário entender de maneira mais detalhada os fatores que influenciam na recarga hídrica do solo, podendo, assim, fazer uma melhor gestão desse recurso.

Este trabalho teve como objetivo fazer uma revisão de literatura levando em consideração os principais estudos da atualidade sobre a capacidade de infiltração da água no solo, com base em diferentes tipos de uso e ocupação do solo. Buscou-se: 1) Caracterizar o processo de infiltração da água no solo; 2) Definir os principais fatores que influenciam a ocorrência de maior e menor taxa de infiltração, assim como os impactos negativos causados



por sua redução; e, 3) Relacionar as consequências da alteração do uso do solo, como a urbanização desordenada e a expansão das fronteiras agrícolas, sobre a capacidade de infiltração de água no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

ESTRUTURA

Buscando conhecer o cenário atual e as perspectivas futuras em relação à infiltração de água no solo frente às mudanças de uso da terra, foi realizada uma revisão sistemática de artigos científicos publicados nos últimos 10 anos (2010-2020) em periódicos indexados em duas bases de dados. A busca por artigos que estivessem no escopo desse estudo foi precedida da definição das palavras-chave correspondentes. Termos descritores e critérios de seleção foram utilizados. Os artigos incluídos na análise foram aqueles encontrados e que estavam dentro do escopo. As duplicatas dos artigos foram excluídas, caso houvessem.

BASES DE DADOS

Duas bases de dados foram utilizadas nesta pesquisa, a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e o Portal de Periódicos CAPES/MEC (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, do Ministério da Educação).

PESQUISA E SELEÇÃO DOS PERIÓDICOS

As palavras-chaves utilizadas na busca por artigos científicos foram as mesmas para ambas as bases, sendo elas: capacidade; infiltração; água; solo; diferentes; uso; influência; manejo; pecuária; relação; e escoamento. Essas palavras-chaves foram organizadas em termos descritores adicionando as preposições e conjunções necessárias, sem/com o uso de aspas, sendo eles: Capacidade de infiltração de água no solo; Diferentes usos solo infiltração água; Influência do manejo na infiltração de água no solo; Relação escoamento e manejo do solo.

A busca na base da SciELO ocorreu entre janeiro e março de 2021. Os critérios de seleção utilizados foram: artigos publicados nos últimos dez anos (2011-2021 - março), nos idiomas português, inglês ou espanhol, cujo assunto principal considerasse a infiltração de água no solo, e que estudassem os fatores de influência e as consequências das alterações antrópicas

ao processo da infiltração. Já a busca no Portal de Periódicos CAPES foi realizada após o *login* na comunidade acadêmica federada (CAFe). Os termos descritores e o período de busca foram os mesmos utilizados na base SciELO, porém, com algumas mudanças nos critérios de seleção, que foram: artigos publicados nos últimos dez anos (2011-2021 - março), no idioma português, revisados por pares, que também possuísem alguma relevância sobre o tema em questão.

Após a seleção em ambas as bases de dados, os artigos duplicados foram excluídos e os artigos selecionados foram incluídos e revisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ARTIGOS SELECIONADOS

Na base da SciELO, foram encontrados 105 artigos científicos como resultado das buscas (Tabela 1). Com base nos títulos, 57 artigos foram selecionados para a análise de seus resumos, sendo incluídos na revisão 16 artigos.

Tabela 1 - Referências bibliográficas selecionadas na base de dados da SciELO

Termos descritores	Artigos obtidos	Artigos com resumos analisados	Artigos revisados
Capacidade de infiltração de água no solo	42	14	7
Diferentes usos solo infiltração água	33	15	4
Influência do manejo na infiltração de água no solo	11	5	2
Relação escoamento e manejo do solo	19	7	3
TOTAL	105	41	16

Fonte: Os autores.

As buscas na base do Portal da CAPES, retornaram 776 artigos científicos, sendo analisados 98 artigos com base nos títulos. Desses, apenas 14 artigos foram incluídos na revisão (Tabela 2). Ao todo, 30 artigos científicos foram incluídos na análise final.

Tabela 2 - Referências bibliográficas selecionadas na base de dados do Portal de Periódicos CAPES.

Termos descritores	Artigos obtidos	Artigos com resumos analisados	Artigos Revisados
Capacidade de infiltração da água no solo	191	29	4
Diferentes usos solo infiltração água	205	34	5
Manejo Infiltração água solo	177	21	3
Relação escoamento manejo solo	193	14	2

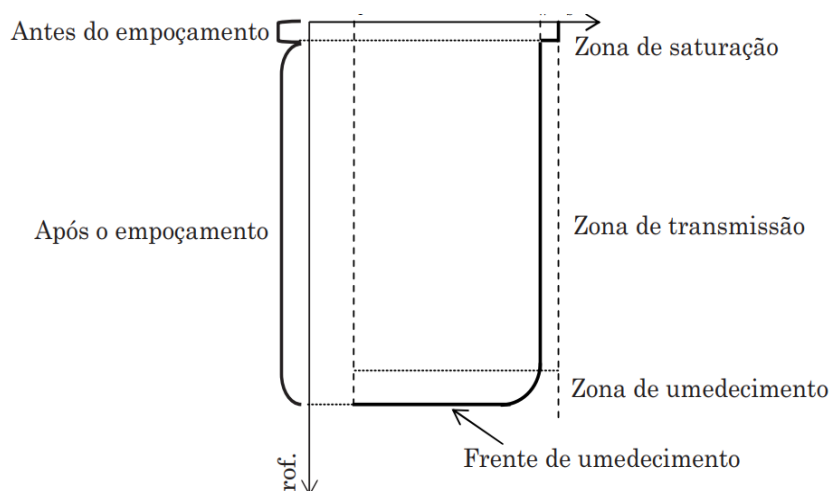
INFILTRAÇÃO

Ao atingir a superfície do solo, a água das chuvas ou irrigação pode escoar na superfície do terreno de acordo com a gravidade ou penetrar pela superfície do solo, nesse caso, o processo é conhecido por infiltração. De maneira prática, o processo de infiltração tem grande importância por ser o responsável direto pela porcentagem da água que irá escoar e possivelmente causar erosões e inundações. O aumento da taxa de infiltração geralmente ocasiona benefícios hídricos a uma região, como a redução das vazões máximas dos cursos d'água e uma maior recarga dos aquíferos. Após o contato inicial da água com a superfície do solo, uma fração tende a se infiltrar verticalmente, desde que não haja impedimentos, como tal, tal e tal coisas (CECÍLIO *et al.*, 2013).

A infiltração inicia com o acúmulo de água na camada superior do solo, aumentando a umidade superficial e criando um gradiente frente às camadas inferiores que se apresentam com teores reduzidos de umidade, penetrando pela superfície e sendo transmitida em profundidade pelos macroporos do solo. A água que infiltra no solo pode ser absorvida pelas raízes das plantas e voltar à atmosfera pelo processo de transpiração ou percolar pelo perfil, até que encontre uma barreira impermeável, acumulando temporariamente na forma de aquífero, chamado de lençol freático (CECÍLIO *et al.*, 2013).

A Figura 1 mostra como seria o perfil de umedecimento do solo durante e após o processo de infiltração, com suas respectivas zonas de influência. Ainda como dito por Cecílio *et al.* (2013), a zona de saturação, que é a imediata camada após a superfície, é o local que apresenta os maiores valores de umidade do solo logo após o término da infiltração. Em seguida temos a zona de transmissão, espaço por onde a água se propaga ao decorrer do tempo, de modo que os teores de umidade do solo tendem a diminuir de acordo com o aumento da profundidade. Nessa camada, para uma mesma região do solo, a umidade tende à saturação, que irá depender da quantidade de água infiltrada, profundidade, porosidade e compactação do solo. A zona de umedecimento é a camada com os níveis mais baixos de umidade, e maior discrepância na relação profundidade – teor de umidade. Por fim, a frente de umedecimento seria o limite evidente de até onde a água foi capaz de infiltrar naquele perfil de solo.

Figura 1 - Perfil de umedecimento do solo.



Fonte: Adaptado de Cecílio *et al.* (2013).

GRANDEZAS

A velocidade e quantidade de água que irá infiltrar no solo será maior no início do processo e irá diminuindo ao longo dele até atingir uma taxa/velocidade constante, chamado de velocidade de infiltração básica (VIB), sob uma taxa de aplicação constante (POTT; MARIA, 2003). Por meio da VIB é possível comparar quantitativamente diferentes solos, correlacionando aos usos e técnicas de manejo com suas consequentes influências na qualidade do solo e da água.


Conhecendo a taxa de infiltração da água no solo por meio da VIB, pode-se definir as melhores técnicas de conservação do solo, planejar sistemas de drenagem e irrigação, correlacionar problemas com escoamento superficial, alagamentos, erosão, lixiviação de elementos químicos, influência na fauna e flora do solo, entre outras técnicas de manejo (FAGUNDES *et al.*, 2012).

Bernardo *et al.* (2006), buscando classificar os mais distintos tipos de solos, quanto a sua intensidade de infiltração, sugeriram a seguinte classificação (Tabela 3).

Tabela 3 - Classificação da velocidade de infiltração básica (VIB) (cm.h⁻¹) para diferentes tipos de solos

SOLO	VIB (cm.h ⁻¹)
Solo de VIB muito alta	> 3,0
Solo de VIB alta	1,5 – 3,0
Solo de VIB média	0,5 – 1,5
Solo de VIB baixa	< 0,5

Fonte: Adaptado de Bernardo *et al.* (2006).



No tocante à infiltração de água no solo, existem outras grandezas além da VIB que ajudam a correlacionar os diferentes tipos de solos, ou ainda solos semelhantes, porém sob distintas formas de uso e manejo, a exemplo da Capacidade de Infiltração (CI) e da Taxa de Infiltração (TI).

A CI normalmente é expressa em mm/h e indica a quantidade total de água que o solo vai ser capaz de aportar durante um tempo determinado. A TI pode ser expressa por volume de água infiltrado ou pela altura da lâmina de água formada.


FATORES QUE ALTERAM A CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO

A infiltração é um processo teoricamente simples, porém se torna complexo quando analisamos todos os fatores que, em algum grau, são capazes de influenciar a ocorrência desse processo. De acordo com Stürmer *et al.* (2009) citado por Klein e Klein (2014), as principais diferenças na infiltração de água estão diretamente relacionadas com as frações granulométricas das camadas superficiais do solo, sua quantidade, ângulo, espessura, preenchimento das fraturas e ao uso corrente daquele solo.

A dinâmica da infiltração da água também é alterada por fatores geomorfológicos, principalmente aqueles ligados ao relevo do local. Isso ocorre uma vez que locais planos geralmente absorvem mais água, já que ela não tem energia cinética suficiente para escoar antes de infiltrar. Como levantado por Santos e Pereira (2013), a estrutura e a textura do solo estão entre as propriedades mais relevantes no quesito influência sobre a dinâmica da água no solo, já que ambas estão correlacionadas com a quantidade, tamanho e disposição dos poros presentes no perfil do solo.

Em síntese, os seguintes fatores influentes são os principais e serão mais bem explanados nos próximos tópicos de acordo com os artigos incluídos neste trabalho:

- Compactação do solo: pode ser causada por tráfego de máquinas pesadas, cascos de animais, pisoteio de pessoas ou mesmo por ação da chuva quando incide diretamente na superfície do solo (ROQUE *et al.*, 2011; JÚNIOR *et al.*, 2014);
- Presença de cobertura vegetal: reduzindo o impacto causado pela chuva e dificultando o escoamento superficial, a cobertura vegetal é um grande aliado no aumento da taxa de infiltração. O caminho criado pelas raízes das árvores e pela fauna presente no solo favorece a infiltração, assim como a presença da serrapilheira que reduz a velocidade do escoamento (ABRANTES; LIMA; MONTENEGRO, 2015);

- 
- Tipo e condição do solo: como mencionado anteriormente, a estrutura e a textura do solo são pontos-chaves entre as propriedades físicas que afetam o processo de infiltração. O tipo de uso do solo e seu manejo também são, conseqüentemente, relevantes, uma vez que são capazes de alterar as propriedades físicas do solo, deixando-o mais compactado ou aerado. Obviamente, quando coberto por outros elementos ou estruturas, o solo apresentará uma redução na capacidade de absorver água, como é comum em grandes centros urbanos (SANTOS; PEREIRA, 2013).

MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DA INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

Para manejar corretamente o solo é imprescindível conhecer acerca da capacidade de infiltração do solo, independente do objetivo, seja ele a produção vegetal, realizar projetos de irrigação ou drenagem, ou ainda conservar e manejar a água e o solo (SOUZA; ALVES, 2003).

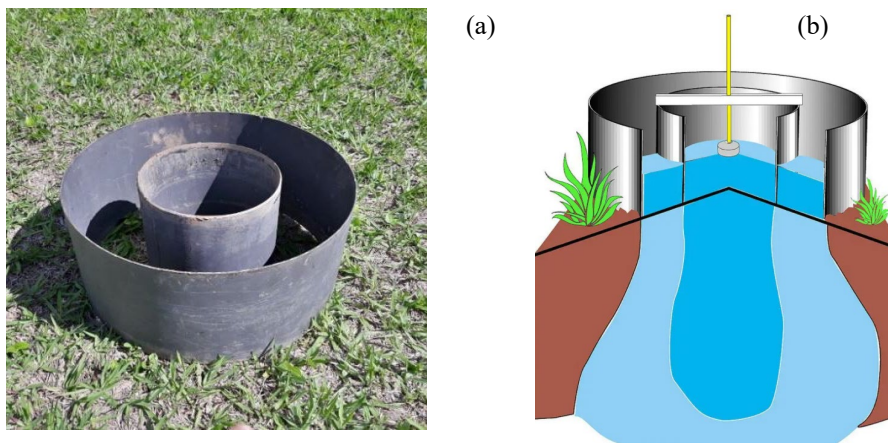
INFILTRÔMETRO DE ANÉIS CONCÊNTRICOS

O método consiste em utilizar dois anéis concêntricos de diferentes diâmetros, onde a água é colocada primeiro no anel externo e, posteriormente, no anel interno, onde são realizadas as medições da diferença da altura da lâmina de água no intervalo de tempo. A água do anel interno infiltra, predominantemente, verticalmente no solo, sendo possível obter a VIB.

Os anéis precisam ter um bom diâmetro, em torno de 50 cm para o anel externo e 30 cm para o interno para se obter valores precisos (BERNARDO et al., 2006). Para anéis com diâmetros menores, os valores obtidos de VIB geralmente superestimam a real capacidade de admitir água do solo. Entretanto, infiltrômetros com anéis maiores são mais pesados e necessitam de grande quantidade de água no processo de medição da VIB, o que se torna trabalhoso quando é necessário realizar várias medições em campo.

A Figura 2 mostra um infiltrômetro de anéis concêntricos tido como padrão, no qual o anel maior e externo possui 50 cm de diâmetro e 25 cm de altura, e o anel interno, 25 cm de diâmetro e 25 cm de altura.

Figura 2 - Infiltrômetro de anéis concêntricos, de 50 e 25 cm de diâmetro (externo e interno) (a); perfil de infiltração da água no solo em um infiltrômetro de anéis concêntricos (b).



Fonte: Os autores; adaptado de Sdec France.


A determinação da capacidade de infiltração do solo com este infiltrômetro é feita da seguinte forma: inicialmente, os resíduos da superfície do solo (por exemplo a serapilheira) devem ser retirados cuidadosamente para não compactar ou alterar as propriedades superficiais. Em seguida, os dois anéis são cravados no solo até pelo menos 10 cm de profundidade, com o auxílio de uma marreta de borracha caso o solo ofereça muita resistência. Após isso, o anel externo deve ser completado com água para diminuir a dispersão lateral da água do anel interno, evitando a superestimação. Por fim, a água é colocada no anel interno, que infiltrará de maneira predominantemente vertical (Figura 2) (Bernardo *et al.*, 2006).

O teste tem início quando ambos os anéis estão completos de água. Deve-se utilizar uma régua para aferir o total de água infiltrado e um cronômetro para se obter o tempo gasto. A velocidade ou capacidade de infiltração do solo será obtida a partir do momento em que o valor de leitura do total de água no anel interno se repetir pelo menos três vezes, ou seja, quando as leituras apresentarem valores constantes.

INFILTRÔMETRO DE ASPERSÃO

Esse tipo de infiltrômetro, diferente do primeiro, foi projetado com o intuito de simular condições naturais de precipitação, o que lhe confere também o nome de simulador de chuva. Para que se obtenha resultados confiáveis através dessa ferramenta, é necessário grande atenção e precisão ao coletar e analisar os dados, por se tratar da tentativa de simular um processo natural e extremamente variável que é a chuva (SILVEIRA; SALVADOR, 2000).

Seria possível coletar os mesmos dados a partir de chuvas naturais, sem a necessidade de um equipamento para simulá-las, todavia esse processo se tornaria demasiadamente oneroso



pela incerteza de quando ocorrerão chuvas adequadas às necessidades experimentais. Além do mais, o infiltrômetro de aspersão possibilita controlar a intensidade da chuva simulada, a quantidade e o tempo de precipitação, o que torna possível a obtenção de resultados que abrangem uma gama maior de situações. Essa ferramenta é estudada e melhorada há décadas. Vários são os tipos de simuladores de chuva desenvolvidos da década de 30 até os dias atuais (Meyer, 1958, 1960; Meyer & McCune, 1958; Swanson, 1965).

INFILTRAÇÃO NOS DIFERENTES USO E MANEJO DO SOLO


Os principais resultados encontrados ao analisar os periódicos incluídos serão agora agregados de acordo com o tema abordado em cada um, para que ao final do trabalho seja apresentado um panorama de para onde estamos caminhando quando o assunto é a capacidade de infiltração da água no solo.

A maior parte dos artigos científicos incluídos na análise trata da relação entre o uso e manejo do solo e como isso influencia a capacidade do solo em permitir a infiltração ou gerar escoamento superficial da água. Dessa maneira, podemos entender quais são as formas de manejo mais sustentáveis, aquelas que agridem menos o solo e mantêm suas propriedades ideais para conservar a qualidade e quantidade de água e reduzir processos erosivos.

“Além do tipo de cobertura do solo, outros fatores tais como as características dos eventos de precipitação, a declividade do terreno e os atributos físicos do solo”, acarretam na geração de escoamento superficial (FERNANDES et al., 2013, p. 178).

Alterações na proporção entre infiltração da água das chuvas e o escoamento superficial geralmente são frutos de modificações na qualidade física do solo. Tais alterações podem ser causadas por intervenção antrópica quando a cobertura original do solo é substituída por diferentes sistemas de manejo agrícola (OLIVEIRA; LIMA; VERBURG, 2015; SILVA *et al.*, 2017).

O manejo do solo tem grande potencial em influenciar na capacidade de infiltração da água no solo, por alterar algumas propriedades físicas diretamente correlacionadas a esse atributo, como a porosidade, a densidade e a resistência mecânica do solo à penetração. Solos com altos valores de densidade e resistência à penetração podem ser manejados de forma que, através de sua mobilização, ocorra a redução desses valores. A escarificação mecânica é um bom exemplo de prática de manejo a ser utilizada para aumentar a infiltração da água no solo em solos muito compactados (MAZURANA et al., 2011).



O manejo incorreto do solo tem forte potencial em alterar a capacidade de infiltração da água das chuvas e de irrigações, é o que comprovam Bonini et al. (2011) em um trabalho onde a produção de trigo (*Triticum* spp.) foi analisada em um Latossolo Vermelho distroférico em plantio direto. Os tratamentos estudados correspondiam a quatro condições de compactação: sem passagem do rolo compactador, uma passada, três passadas e cinco passadas de rolo compactador. No sistema onde o solo sofreu cinco passadas do rolo compactador, a produção reduziu em 23% em comparação ao sistema sob condições naturais. Além disso, a taxa de infiltração de água diminuiu em 97%, mostrando forte relação entre compactação do solo e redução da recarga hídrica do solo.

O manejo do solo tem alta correlação com as propriedades físico-hídricas do solo, sobretudo quando submetidas por longo período de manejo inadequado. Drescher *et al.* (2016) procuraram identificar o tempo de duração dos efeitos causados ao descompactar o solo por meio de escarificação mecânica, um processo atualmente comum na agricultura. Os resultados, obtidos sob um Latossolo argiloso e manejado em sistema de plantio direto, indicaram que entre todas as propriedades avaliadas, aquelas relacionadas ao transporte de água foram as que mantiveram os efeitos da escarificação por mais tempo (24 meses). A escarificação é uma atividade que, geralmente, favorece a infiltração e a retenção superficial da água chuva (BAGATINI *et al.*, 2011), entretanto, o ponto aqui é comprovar a importância do manejo correto do solo quando se deseja preservar a qualidade e quantidade da água em uma região, visto que as propriedades hidráulicas são fortemente afetadas pelo manejo.

Cunha *et al.* (2015) comprovaram que o plantio convencional não é interessante quando se planeja manter bons níveis de infiltração de água no solo, sendo o cultivo mínimo, por exemplo, uma melhor saída para esse objetivo. Santos *et al.* (2014), em seu estudo objetivando comparar a infiltração da água no solo após cultivo de feijão em diferentes sistemas de plantio, reforçam essa ideia mostrando que quando utilizado o cultivo mínimo a infiltração final foi de 54 mm.h^{-1} , enquanto o plantio convencional e o plantio direto a taxa média de infiltração esteve próxima de 17 mm.h^{-1} . Esse mesmo estudo ainda avaliou diferentes níveis de cobertura do solo por resíduos vegetais, evidenciando que existe uma relação positiva no plantio direto com cobertura vegetal morta e a taxa de infiltração da água.

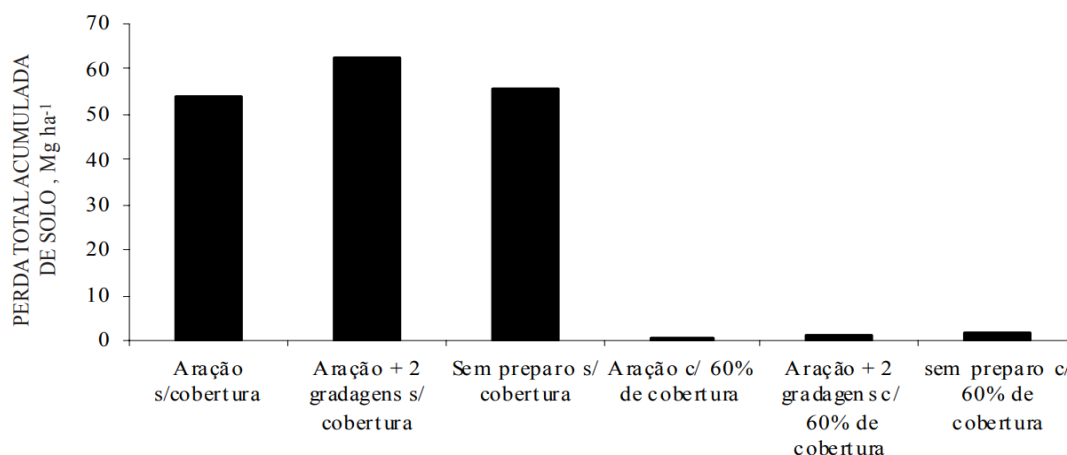
Dessa maneira, verifica-se que existe uma flexibilidade ao se optar por uma ou outra prática de manejo. Mesmo o plantio direto, que não apresenta ser a prática mais conservacionista no quesito preservação da qualidade de infiltração da água, ainda pode retornar bons valores desde que associado à cobertura de resíduos vegetais.

Panachuki *et al.* (2011) também obtiveram melhores resultados utilizando sistema de semeadura direta juntamente com resíduos vegetais, reduzindo as perdas de solo e água quando comparado com outros sistemas de plantios. No tocante ao preparo do solo, também é possível optar por saídas que tenham maior eficiência no controle da erosão hídrica, como escolher pelo escarificador ao invés da grade aradora.

Reforçando essa ideia, Abrantes, Lima e Montenegro (p.166-172, 2015) realizaram ensaios em laboratório com um simulador de chuvas e três cenários de cobertura de solos. O desempenho do modelo da onda cinemática foi avaliado e os autores concluíram que, além da aplicação viável do modelo para as situações testadas, a cobertura morta influencia positivamente/negativamente no escoamento superficial. Tal influência também foi encontrada por Costa *et al.* (2013), avaliando seis distintos agroecossistemas, incluindo capoeira de 20 anos, cultivo de mandioca, sistema agroflorestal, pastagem e outros.


O estudo de Castro, Cogo e Volk (2006) utilizou três tipos de preparo do solo, com duas repetições cada, uma sem e outra com 60% de cobertura morta, em Argissolo Vermelho distrófico típico, textura argilo-arenosa e declividade nula, com aplicação em simulador de chuva de braços rotativos em intensidade constante de 64,0 mm.h⁻¹. Os resultados desse estudo são apresentados na Figura 3, onde é possível verificar a discrepância entre plantios que receberam resíduos de cobertura morta e aqueles que não a receberam.

Figura 3 - Perda total acumulada de solo nos testes de chuva contínua de longa duração (90 min).



Fonte: Adaptado de Castro, Cogo e Volk (2006).

Fica evidente (Figura 3) que os tratamentos que possuíam 60% de cobertura de resíduo cultural tiveram uma perda de solo muito inferior aos tratamentos sem essa cobertura. Esse resultado está certamente ligado à redução de escoamento superficial gerado pela presença dos resíduos e pela proteção contra o dano causado pela chuva.



Portanto, podemos manejar o solo de forma sustentável visando conservar ou recuperar a quantidade de água disponível. Em plantios de milho, quando se utiliza tratamentos conservacionistas no plantio, como o cultivo em nível com barramento em pedras, associado com cobertura morta, é possível aumentar a umidade do solo, assim como, a matéria seca de grãos de milho, graças a redução do escoamento superficial e aumento da infiltração (BORGES *et al.*, 2014).


Para plantios de milho onde o solo foi preparado em nível, existem registros de redução da perda de água de aproximadamente 60% e redução da perda de solo em até 86%, ambos em relação ao solo exposto. Ainda para plantios em nível, estudos indicam melhoria de mais de 200% na taxa de infiltração de água (CARVALHO *et al.*, 2015).

Silva *et al.* (2011), indicaram em plantios de eucalipto, que também é possível optar por sistemas conservacionistas. Os autores concluíram que sistemas com eucalipto, exceto para plantios em desnível em Latossolo Vermelho, por si só, apresentam perdas de solo e água menores que a de sistemas com solo descoberto (para um estudo realizado em Latossolo Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo). De modo geral, plantios de eucalipto em nível resultam em perdas menores de solo e água quando comparados com sistemas de eucalipto em desnível, eucalipto em desnível com queima, pastagem e solo descoberto. Assim, fica evidente, também, a aplicabilidade de práticas conservacionistas em plantios florestais.

Oliveira, Lima e Verburg (2015) concluem que existe maior resistência à penetração no solo em áreas de pastagem em relação a sistemas onde foi mantido floresta nativa ou plantios sucessivos com culturas de soja, milho, aveia, trigo e azevém. Dependendo da quantidade de água e energia disponível, pastagens têm grandes potenciais de perder água para a atmosfera ou corpos hídricos, valor esse que chega a 80% do total da precipitação pluvial para pastagens no semiárido brasileiro, tanto através da evapotranspiração quanto pelo escoamento superficial (SOUZA *et al.*, 2015). Logo, pastagens degradadas estão entre os sistemas de manejos menos indicados quando se pensa em termos de sustentabilidade (COSTA *et al.*, 2013).

Freitas *et al.* (2013) avaliaram a precipitação interna em um fragmento de Mata Atlântica, identificando que 81% da precipitação total atinge o solo, 0,9% escoam pelo tronco das árvores e apenas 1,3% escoam superficialmente.

Atualmente, sistemas de integração lavoura-pecuária têm se tornado mais comuns, como uma saída para aumentar o lucro dentro de uma propriedade rural por meio de um consórcio. Há ainda sistemas agrossilvipastoris, integrando em uma mesma área o plantio de



lavouras, criação de animais e o cultivo de espécies florestais. Nesses sistemas integrativos, o solo sofre tanto pelo pisoteio do gado (JÚNIOR *et al.*, 2014), quanto pelo tráfego do maquinário agrícola.

Collares *et al.* (2011) comprova o aumento da compactação pelo pisoteio animal na camada superficial do solo (0,10 m) em um sistema lavoura-pecuária, resultando na redução da macroporosidade e aumento da densidade e resistência à penetração. Associando, então, o efeito do pisoteio do gado com a redução da macroporosidade do solo e o aumento da densidade causados pelo tráfego do maquinário agrícola, temos um combo com alto potencial de degradação da qualidade física do solo que, certamente, refletirá em seu reabastecimento hídrico (ROQUE *et al.*, 2011).

Bono *et al.* (2012) explica que sistemas de integração lavoura-pecuária, se mal manejados, possuem maior capacidade em impactar negativamente a capacidade do solo em infiltrar água do que até mesmo solos com pastagens. Essa degradação física do solo indica a necessidade de práticas de manejo adequadas para recuperar o solo e evitar que a compactação aumente. Roque *et al.* (2011) comprova que, por meio de um controle de tráfego agrícola, é possível aumentar a disponibilidade de água de um solo sem alterar o uso dele.


Além de todos os pontos levantados neste trabalho ligados ao manejo e uso do solo, Holanda e Soares (2019) salientam que:

“o processo de urbanização interfere nos elementos do ciclo hidrológico, alterando as características de infiltração, escoamento e evaporação da água oriunda da chuva.”
(Holanda; Soares, p. 2, 2019)

O aumento da população global resulta em uma crescente demanda por produtos alimentícios, forçando o setor agrícola e pecuário a ir cada vez mais além de seus limites. O resultado de tudo isso pode ser uma grande bola de neve, onde o solo é constantemente pressionado e suas propriedades físicas alteradas em função da geração de alimentos ou criação de novos espaços habitáveis. Frente a essa informação, torna-se evidente a importância de práticas de manejo sustentáveis e formas de uso do solo que conservem a qualidade dos recursos hídricos, por exemplo usando práticas que potencializam a infiltração de água no solo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe uma gama considerável de estudos que comprovam o alto potencial de interferência do manejo e do uso do solo na capacidade de infiltração da água e, conseqüentemente, no escoamento superficial.



Do mesmo modo, os resultados mostraram saídas sustentáveis para os mais distintos usos possíveis do solo, prezando pela conservação dos recursos hídricos e redução de processos erosivos.

O conhecimento dos efeitos do manejo do solo sobre a infiltração da água das chuvas é de extrema importância para a preservação da qualidade e quantidade de água dos cursos hídricos. Esse conhecimento se tornará ainda mais essencial em um planeta onde a população global cresce exponencialmente e força o setor agrícola e pecuário a ir além de seus limites ano após ano, deixando muitas vezes a conservação ambiental à parte dos interesses em pauta.

Há espaço para mais estudos que façam a correlação entre o crescimento da população e dos centros urbanos e a consequente necessidade de expansão das fronteiras agrícolas com a influências sobre a infiltração da água no solo, escassez desse bem e redução de sua qualidade.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, J. R. C.; LIMA, J. L. M. P.; MONTENEGRO, A. A. A. **Desempenho da modelagem cinemática do escoamento superficial para chuvas intermitentes em solos com cobertura morta.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande – PB, v.19, n.2, p. 166-172, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v19n2/1415-4366-rbeaa-19-02-0166.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.


BAGATINI, Tatiane *et al.* **Perdas de solo e água por erosão hídrica após mudança no tipo de uso da terra, em dois métodos de preparo do solo e dois tipos de adubação.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, n. 3, p. 999–1011, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n3/v35n3a34.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação.** 8.Ed. Atual. e Ampl. Viçosa: UFV, 2006. 625p.

BONINI, A. K. *et al.* **Atributos físico-hídricos e produtividade de trigo em um Latossolo sob estados de compactação,** Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.9, p.1543-1548, set, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v41n9/a10611cr3561.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

BONO, José Antonio Maior *et al.* **Infiltração de água no solo em um latossolo vermelho da região sudoeste dos cerrados com diferentes sistemas de uso e manejo,** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, n. 6, p. 1845–1853, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n6/19.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

BORGES, T. K. S. *et al.* **Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays* L.) em semiárido nordestino.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 38, n. 6, p. 1862–1873, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v38n6/a21v38n6.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.



CASTRO, L. G.; COGO, N. P.; VOLK, L. B. S. **Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, n. 1, p. 339–352, 2006.

CARVALHO, D. F. *et al.* **Water erosion and soil water infiltration in different stages of corn development and tillage systems,** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande - PB, v.19, n.11, p.1078-2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v19n11/1415-4366-rbeaa-19-11-1072.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

CECÍLIO, R. A. *et al.* **Modelo para estimativa da infiltração de água e perfil de umidade do solo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 37, n. 2, p. 411–421, 2013.

COLLARES, G. L. *et al.* **Compactação superficial de Latossolos sob integração lavoura - pecuária de leite no noroeste do Rio Grande do Sul,** Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.2, p.246-250, fev, 2011. Disponível em: <https://link.gale.com/apps/doc/A441766764/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=5e25c3d8>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

COSTA, C. F. G. **Escoamento superficial em Latossolo Amarelo distrófico típico sob diferentes agroecossistemas no nordeste paraense.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande - PB, v. 17, n. 2, p. 162-169, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n2/v17n02a07.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

CUNHA, J. L. X. L. *et al.* **Water infiltration rate in Yellow Latosol under different soil management systems,** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande - PB, v.19, n.11, p.1021-1027, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v19n11/1415-4366-rbeaa-19-11-1021.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

DRESCHER, M. S. *et al.* **Duração das alterações em propriedades físico-hídricas de latossolo argiloso decorrentes da escarificação mecânica.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, n. 2, p. 159–168, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/pab/v51n2/1678-3921-pab-51-02-00159.pdf>. Acesso em 22 de fevereiro de 2021.

EMMOTT, Stephen. **Dez Bilhões.** 1ª Edição: Editora Intrínseca. 11 setembro 2013.

FAGUNDES, E. A. A. *et al.* **Determinação da infiltração e velocidade de infiltração de água pelo método de infiltrômetro de anel em solo de cerrado no município de Rondonópolis-MT.** Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.8, N.14, p. 369, 2012. Disponível em: <https://www.conhecer.org.br/enciclop/2012a/agrarias/determinacao.pdf> Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

FEITOSA, F. A. C. *et al.* **Hidrogeologia: conceitos e aplicações.** 3ª Edição. Rio de Janeiro: CPRM, 2008.

FERNANDES, R. P. *et al.* **Geração de escoamento superficial em uma microbacia com cobertura de cana-de-açúcar e floresta ripária.** Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 8, n. 3, dez. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n3/v8n3a15.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

FREITAS, J. P. O. *et al.* **Distribuição da água de chuva em Mata Atlântica.** Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 8, n. 2, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n2/11.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

HOLANDA, M. A. C. R.; SOARES, W. A. **Analysis of the effect of impermeability of urban soils on the infiltration of rainwater in the city of Recife, PE.** Ambiente & Água, Taubaté, v. 14, N. 4, 22 jul. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v14n4/1980-993X-ambiagua-14-04-e2386.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

JÚNIOR, J. A. S. O. *et al.* **Variabilidade espacial de propriedades hidrodinâmicas de um Neossolo Regolítico sob pastagem e caatinga,** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande - PB, v.18, n.6, p.631-639, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n6/v18n6a10.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

KLEIN, C.; KLEIN, V. A. **Influência do manejo do solo na infiltração de água.** Revista Monografias Ambientais, Santa Maria, v.13, n.5, p.3915-3925, dez. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/view/14989/pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

MAZURANA, M. *et al.* **Sistemas de preparo de solo: alterações na estrutura do solo e rendimento das culturas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, n. 4, p. 1197–1206, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n4/a13v35n4.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

OLIVEIRA, A. S.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R. **Water dynamics in springs recharge areas in two environments in the alto rio grande region, Minas Gerais.** Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 25, n. 1, p. 59–67, 2020.


OLIVEIRA, D. M. S.; LIMA, R. P.; VERBURG, E. E. J. **Qualidade física do solo sob diferentes sistemas de manejo e aplicação de dejetos líquido suíno,** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande - PB, v.19, n.3, p.280-285, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v19n3/1415-4366-rbeaa-19-03-0280.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

PANACHUKI, E. *et al.* **Soil and water loss and water infiltration in red latosol under different management systems.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, n. 5, p. 1777–1785, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v35n5/a32v35n5.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

POTT, C. A.; MARIA, I. C. **Comparação de métodos de campo para determinação da velocidade de infiltração básica,** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27:19-27, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n1/v27n1a03.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

ROQUE, A. A. O. *et al.* **Atributos físicos do solo e intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Vermelho distrófico sob controle de tráfego agrícola,** Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.9, p.1536-1542, set, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v41n9/a9711cr4023.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

SANTOS, J. N.; PEREIRA, E. D. **Carta de susceptibilidade a infiltração da água no solo na sub-bacia do rio Maracanã - MA.** Cadernos de Pesquisa, São Luís, v. 20, n. especial, julho 2013. Disponível em:



<http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/cadernosdepesquisa/article/view/1758/3675>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

SANTOS, M. A. N. *et al.* **Water infiltration in an ultisol after cultivation of common bean**, R. Bras. Ci. Solo, 38:1612-1620, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v38n5/a26v38n5.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

SILVA, M. A. *et al.* **Sistemas de manejo em plantios florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do vale do Rio Doce, MG**. Ciência Florestal, v. 21, n. 4, p. 765–776, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53421707015>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

SILVA, V. A. M. *et al.* **Priority Areas for Forest Conservation, Aiming At the Maintenance of Water Resources, Through the Multicriteria Evaluation**. Revista Árvore, v. 41, n. 1, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rarv/v41n1/0100-6762-rarv-41-01-e410119.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

SILVEIRA, R. C.; SALVADOR, N. **Uso de um simulador de chuvas no estudo de perdas de solo e água em parcelas com resíduos culturais do milho**, Ciência e Agrotecnologia, Lavras, MG, v. 24, p. 718-729, 2000.

SOUZA, R. M. S. *et al.* **Balanco hídrico em área de pastagem no semiárido pernambucano**, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande – PB, v.19, n.5, p.449-455, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v19n5/1415-4366-rbeaa-19-05-0449.pdf>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2021.

SOUZA, Z. M.; ALVES, M.C. **Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos**, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande - PB, v.7, n.1, p.18-23

CAPÍTULO 29

DOI: 10.47402/ed.ep.c202182228486

ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM DIFERENTES TIPOS E USOS DO SOLO: REVISÃO SISTEMÁTICA ENTRE 2000 E 2020

Thaís Cristina de Aguiar, graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa

Aline Gonçalves Spletozer, doutoranda em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa

Lucas Jesus da Silveira, doutorando em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa

Rodolfo Alves Barbosa, doutor em Ciência Florestal, UFV. Pesquisador em Ciências Agrárias no Instituto Guaicuy

Herly Carlos Teixeira Dias, em Hidrologia Florestal, Professor de Hidrologia Florestal, Universidade Federal de Viçosa


RESUMO

Estudar os assuntos relacionados ao escoamento superficial é de fundamental importância para a conservação de solo e água, levando em consideração o seu potencial de causar erosão, perdas de nutrientes e água. As revisões de literatura surgem como uma fonte de conhecimento através do levantamento de trabalhos já publicados sobre esse tema. Uma revisão sistemática da bibliografia publicada sobre escoamento superficial entre os anos de 2000 e 2020 foi realizada, com o objetivo de mostrar as principais metodologias utilizadas em seu monitoramento, quais os principais fatores que o influenciam e quais os principais valores encontrados em diferentes tipos e usos do solo. Na biblioteca científica SciELO, buscando separadamente as palavras-chaves: “Escoamento superficial” e “Runoff”, foram encontrados 848 artigos dos quais 22 foram utilizados para a revisão dos resultados obtidos de escoamento superficial sob eventos de chuva natural. Com base nos resultados encontrados o escoamento superficial foi monitorado sob eventos de chuva natural utilizando principalmente as parcelas coletoras de escoamento em formato retangular. A precipitação, cobertura vegetal, relevo e os atributos do solo são os principais fatores que influenciam nos resultados de escoamento superficial encontrados. Os valores de escoamento superficial em eventos de chuva natural variaram de 0,06% a 84% em relação ao total precipitado, para diferentes usos do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Cobertura vegetal, escoamento superficial, mineração, reabilitação.

INTRODUÇÃO

As revisões da literatura são caracterizadas pela análise e síntese da informação disponibilizada por todos os estudos relevantes publicados sobre um determinado tema (MANCINI; SAMPAIO, 2006). Ela permite identificar os trabalhos já realizados, auxiliar na



atual e futuras linhas de pesquisas (BRIZOLA; FANTIN, 2016), além de ser uma fonte diversificada de conhecimentos.

Estudar o escoamento superficial é de fundamental importância, devido ao seu potencial de causar além da erosão (PINESE JÚNIOR; CRUZ; RODRIGUES, 2008), perda de nutrientes (SILVA *et al.*, 2005) e água (MENDES, 2006). Conhecer as informações prontamente disponíveis sobre essas perdas pode auxiliar no planejamento das técnicas de conservação de solo e água nos diversos tipos e usos do solo.

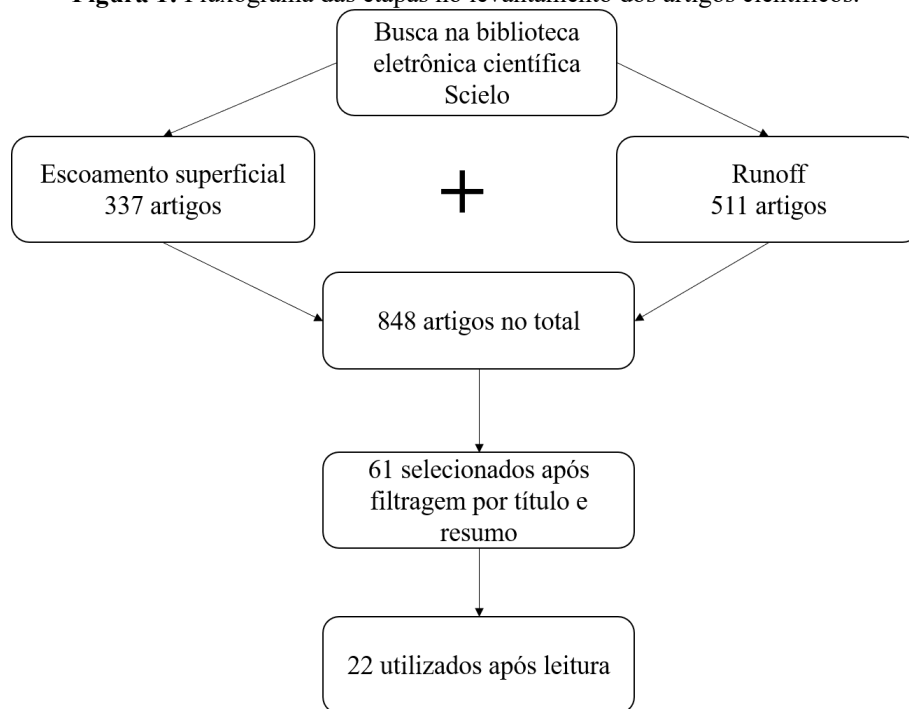
Com isso buscamos realizar uma revisão sistemática da bibliografia publicada sobre o escoamento superficial entre os anos de 2000 e 2020 para diferentes tipos e usos do solo a fim de levantar as principais metodologias utilizadas no monitoramento de escoamento superficial, analisar os principais fatores que influenciam no escoamento, analisar os valores de escoamento superficial encontrados em eventos de chuva natural e entender melhor o processo com base nas informações obtidas.

MATERIAL E MÉTODOS

LEVANTAMENTO DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS

A busca dos artigos foi realizada entre 11 e 15 de janeiro de 2021, na biblioteca eletrônica científica SciELO (Figura 1). Todos os trabalhos relacionados ao escoamento superficial foram levantados, buscando separadamente as palavras-chaves “Escoamento superficial” e “Runoff”. A busca por artigos incluiu um filtro limitando ao Brasil e publicados no período de 2000 a 2020.

Figura 1: Fluxograma das etapas no levantamento dos artigos científicos.



Fonte: Os autores.

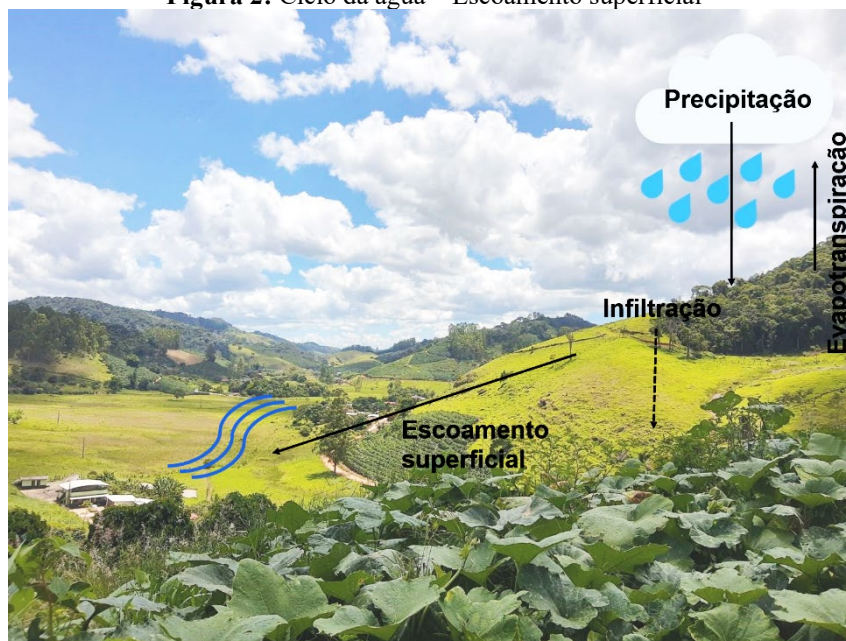
Foram encontrados 848 artigos no total, os quais foram adicionados à plataforma de citação e referências Mendeley[®] para auxiliar no gerenciamento dos trabalhos (ELSEVIER, 2020). Uma filtragem de título e resumo dos trabalhos foi realizada e 61 artigos se adequaram ao estudo, dos quais após a leitura foram utilizados 22 para a revisão dos resultados. Os demais artigos foram descartados, pois não quantificaram a perda de água por escoamento superficial, mas somente a perda de solo a ele associado em eventos de chuva natural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O ciclo da água contém vários processos, dentre eles o escoamento superficial (Figura 2). Esse processo compreende as águas que se deslocam livremente na superfície. Anterior ao escoamento superficial, parte da água das chuvas é interceptada pela vegetação e outros obstáculos, a qual é evaporada (PINTO *et al.*, 1976), da água que atinge o solo, parte é retida em depressões do terreno ou infiltrada (CARVALHO; SILVA, 2006). Após o solo alcançar sua capacidade de absorver a água, ou seja, quando os espaços nas superfícies retentoras tiverem sido preenchidos, ocorre o escoamento superficial da água excedente (MARTINS *et al.*, 1976).

Figura 2: Ciclo da água – Escoamento superficial



Fonte: Os autores.


As águas superficiais se dividem em dois grupos: Águas livres e águas sujeitas. De acordo com Pinto *et al.* (1976) as águas livres não possuem caminho preferencial, e são formadas na fase inicial da precipitação. Já as águas sujeitas formam a micro-rede de drenagem, posteriormente caminhos preferenciais, que darão origem juntamente com as águas subterrâneas aos cursos d'água.

PRINCIPAIS METODOLOGIAS UTILIZADAS NO MONITORAMENTO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Existem diferentes métodos de medir o escoamento superficial de água livre, a determinação direta (processo volumétrico), consiste na medição do volume de água acumulado por um determinado tempo, em um reservatório, desde que seja possível manter nula a descarga de saída do mesmo (GARCEZ; ALVAREZ, 1988).

No processo volumétrico, o método mais utilizado é o das parcelas-padrão (PARCHEN, 2007), em que parcelas de área conhecida são instaladas no local de experimentação e toda água escoada na parcela é direcionada para um recipiente, onde o volume é medido (DIAS, 2019). Essas parcelas variaram de 0,26 m² (TARGA; POHL; ALMEIDA, 2019) a 468 m² (ALMEIDA *et al.*, 2017) para eventos de chuva natural.

De acordo com Mendes (2006), existe uma variedade de tipos e formas de parcelas que podem ser encontradas na literatura. O tamanho das parcelas pode ser definido pelo tipo de



cobertura vegetal, regime pluviométrico e quais os processos que deseja avaliar. As parcelas geralmente são retangulares, por serem de construção mais simples do que outros formatos, além de maior precisão em relação a área. As medições são feitas em recipientes de armazenamento para posterior processamento dos dados.

FATORES QUE INFLUENCIAM NO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

O escoamento superficial depende de vários fatores, como a declividade do terreno, tipo de cobertura do solo, capacidade de infiltração de água no solo e da intensidade da chuva (SOUZA *et al.*, 2015).

Conhecer essas variáveis permite adequar as práticas de manejo do solo a cada tipo e uso do solo. Buscando reduzir a velocidade do escoamento superficial e aumento da capacidade de infiltração de água no solo, essas práticas devem proporcionar a máxima retenção da água das chuvas, como construção de terraços e boa cobertura vegetal (CARVALHO *et al.*, 2012).

CARACTERÍSTICAS DA PRECIPITAÇÃO

Precipitação é toda a água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre (TUCCI, 2001). Pode ser caracterizada de acordo com a sua duração ou intensidade (volume por unidade de tempo). De acordo com Tucci (2001), a chuva é o tipo de precipitação mais importante, por sua capacidade de produzir escoamento.

Durante uma precipitação de intensidade menor do que a capacidade de infiltração do solo, toda a água vai infiltrar (PAZ, 2004). A intensidade da precipitação é uma variável importante para desenvolver o escoamento superficial (PEREIRA *et al.*, 2006). De acordo com sua intensidade, as chuvas são classificadas em padrões: avançado, intermediário e atrasado, quando a localização dos picos de maior intensidade está no início, meio ou fim do período de duração das chuvas, respectivamente (HORNER; JENS, 1942).

As maiores perdas de solo e água ocorrem nos padrões intermediário e atrasado, devido à maior umidade da camada superficial do solo quando ocorre o pico de maior intensidade. Em solos mais úmidos a capacidade de infiltração tende a ser menor e a desagregação do solo pelo impacto das gotas da chuva também é favorecida, causando o selamento e o escoamento superficial (OLIVEIRA *et al.*, 2010).



COBERTURA VEGETAL

A cobertura do solo é um fator diretamente relacionado aos processos de escoamento superficial e infiltração de água (CORRÊA *et al.*, 2018). Parte da água proveniente da precipitação pode ser interceptada pela cobertura vegetal (PEREIRA, 2012), que também oferece barreiras físicas à passagem da água. Segundo Paz (2004), a maior parte da interceptação ocorre no início da precipitação e vai diminuindo ao longo do tempo.

De acordo com Panachuki *et al.* (2011) após a eliminação da cobertura vegetal, tanto o impacto das gotas de chuva quanto a ação cisalhante da enxurrada modificam as condições físicas da superfície do solo, como a rugosidade e a porosidade, e, conseqüentemente, a taxa de infiltração de água. A remoção da vegetação pode reduzir significativamente as taxas de infiltração de água e aumentar o escoamento superficial e a erosão (SANTOS *et al.*, 2011).


A permanência dos resíduos vegetais na superfície do solo, favorece a interceptação das gotas de chuva que irá dissipar sua energia e evitar a desagregar as partículas e pode ainda formar o selamento superficial (MARTINS FILHO *et al.*, 2009), além de propiciar maiores índices de infiltração de água no solo (SILVA *et al.*, 2011).

RELEVO

Em geral, a inclinação do terreno influencia na intensidade do processo erosivo, pois quanto maior a inclinação da vertente, maior será a energia cinética da água que esco superficialmente, assim como menor será a infiltração de água no solo, o que aumenta o escoamento superficial (PINESE JÚNIOR; CRUZ; RODRIGUES, 2008).

Paz (2004) ressaltou que as características do relevo da bacia têm influência direta sobre o escoamento superficial, principalmente na velocidade do escoamento e na maior ou menor tendência ao armazenamento da água na superfície ou depressões do solo. O autor também destacou que o relevo influencia a evaporação, a precipitação e a temperatura, por serem função da altitude, dentre outras.

Corrêa *et al.* (2018), em um estudo que avaliou diferentes formas de manejo de macaúba, destacou que a proteção do solo, por meio da adoção de diferentes técnicas de manejo, visa, principalmente, favorecer a infiltração da água da chuva no solo e abastecer o lençol freático. Os autores ressaltaram que essas técnicas minimizam a erosão e evitam o escoamento



superficial, objetivo comprovado com menores valores de escoamento em parcelas que continham o terraço estreito.

A construção de terraços visa combater a erosão através da construção de uma estrutura transversal ao sentido de maior declive presente no relevo, a fim de favorecer a retenção e infiltração de água no solo, além da diminuição da velocidade de escoamento (MACHADO; WADT, 2016).

ATRIBUTOS DO SOLO

Algumas características do solo influenciam de maneira mais significativa no escoamento superficial, sendo as principais: densidade, porosidade e capacidade de infiltração.

A densidade do solo, relação entre a sua massa total e volume, é inversamente proporcional à porosidade e permeabilidade. Por efeito de compactação do solo, pode ocorrer um aumento da densidade, como resultado da diminuição dos macroporos (AHMED, 2009). O aumento da densidade do solo acarreta a redução da macroporosidade, reduzindo a infiltração da água no perfil de solo (MENDES, 2006).

A porosidade é a fração volumétrica do solo ocupada com ar e, ou, água, sendo, portanto, o espaço em que ocorrem os processos dinâmicos do ar e solução do solo (NÓBREGA *et al.*, 2015). A porosidade do solo interfere na aeração, condução e retenção de água, resistência à penetração e à ramificação de raízes no solo e, conseqüentemente, no aproveitamento de água e nutrientes disponíveis (TOGNON, 1991).

A infiltração pode ser definida como o fenômeno pelo qual a água passa da superfície para o interior do solo (ABID, 1978). Os fatores que influenciam a infiltração de água no solo interferem, também, no escoamento superficial. Sob uma intensidade constante de chuva, a infiltração e o escoamento superficial são processos antagônicos: à medida que um diminui (infiltração) o outro aumenta (escoamento) (SPOHR *et al.*, 2009).


A capacidade de infiltração pode ser entendida como a quantidade máxima que um solo pode absorver de água (PAZ, 2004). Em contrapartida, a taxa de infiltração refere-se à quantidade de água que atravessa a unidade de área da superfície do solo por unidade de tempo (LIBARDI, 2005).

RESULTADOS DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM DIFERENTES PRÁTICAS DE USO DO SOLO (2000-2020)

Vinte tipos diferentes de uso do solo (Tabela 1) foram encontrados, sendo plantio de milho (BRITO *et al.*, 2008; CARVALHO *et al.*, 2009; PINESE JÚNIOR; CRUZ; RODRIGUES, 2008; RIEGER *et al.*, 2016), algodão (LEITE *et al.*, 2018), mucuna (CARVALHO *et al.*, 2009), crotalária (CARVALHO *et al.*, 2009), feijão (CARVALHO *et al.*, 2012), sorgo (PINESE JÚNIOR; CRUZ; RODRIGUES, 2008), soja (PINESE JÚNIOR; CRUZ; RODRIGUES, 2008; RIEGER *et al.*, 2016), cana-de-açúcar (FERNANDES *et al.*, 2013), mandioca (COSTA *et al.*, 2013), eucalipto (PADILHA *et al.*, 2018; RIEGER *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2011), banana (MENDES; MAHLER; ANDRADE, 2011), olerícolas (MENDES; MAHLER; ANDRADE, 2011), macaúba (CORRÊA *et al.*, 2018) e pastagem (ALMEIDA *et al.*, 2017; CARVALHO *et al.*, 2012; COSTA *et al.*, 2013; PINESE JÚNIOR; CRUZ; RODRIGUES, 2008; RIEGER *et al.*, 2016; SALEMI *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2011, 2017; SILVA *et al.*, 2011; SOUZA *et al.*, 2015), além de usos como estradas florestais (MACHADO *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2015), solo exposto (CARVALHO *et al.*, 2009; CARVALHO *et al.*, 2012; PINESE JÚNIOR; CRUZ; RODRIGUES, 2008; RIEGER *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2011), mata nativa (FERNANDES *et al.*, 2013; RIEGER *et al.*, 2016; SANTOS *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2011), sistemas agroflorestais (COSTA *et al.*, 2013), arborização urbana (ALVES; FORMIGA, 2019) e vegetação espontânea (ALMEIDA *et al.*, 2017; CORRÊA *et al.*, 2018; MENDES; MAHLER; ANDRADE, 2011; PINESE JÚNIOR; CRUZ; RODRIGUES, 2008; TARGA; POHL; ALMEIDA, 2019).

Os valores de escoamento superficial nos 22 trabalhos para diferentes usos do solo, variaram de 0,06% (COSTA *et al.*, 2013) a 84% (ALVES; FORMIGA, 2019) em relação ao volume da precipitação. Alguns desses trabalhos compararam diferentes técnicas de conservação do solo como com terraço de base estreita e sem terraço (CORRÊA *et al.*, 2018), com uma diferença de 0,11% entre os tratamentos. Contrastando plantios de feijão e milho com o solo exposto, as técnicas apresentaram os seguintes resultados: Terraço 16,97%, 18,04% e 33,29%, sulco 23,40%, 25,87% e 36,09% e rampa 30,57%, 30,57% e 45,64% (CARVALHO *et al.*, 2012), indicando a eficiência do terraço na diminuição do escoamento superficial.

Dez tipos de preparo do solo foram encontrados: Guimarães Duque (BRITO *et al.*, 2008), aração profunda (BRITO *et al.*, 2008), aração parcial (BRITO *et al.*, 2008), sulcos barrados (BRITO *et al.*, 2008), convencional (BRITO *et al.*, 2008; LEITE *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2005), queima e trituração dos restos culturais (COSTA *et al.*, 2013; SANTOS *et al.*,



2017; SILVA *et al.*, 2011), orifícios manuais (PADILHA *et al.*, 2018), subsolagem em sentido descendente (PADILHA *et al.*, 2018) e subsolagem em contorno (PADILHA *et al.*, 2018).

Dentre os trabalhos que testaram o preparo em nível, aqueles com plantio de eucalipto registraram escoamento superficial entre 0,8 e 2,6% (SILVA *et al.*, 2011). Em contrapartida, plantios de milho registraram 28,50% de escoamento, um valor expressivamente menor do que os 38,57% obtido na condição de solo exposto (CARVALHO *et al.*, 2009), evidenciando a contribuição do tipo de preparo na redução do escoamento.

Dois tipos diferentes de práticas culturais de limpeza foram registradas: queima ou trituração dos restos culturais. Na queima, ficou evidente que além dos prejuízos ao clima e ao ambiente, também favorece o escoamento superficial, com valores de 20,40 e 44,50% em comparação a vegetação nativa, que apresentou 15,20% de escoamento (SANTOS *et al.*, 2017).

Os valores de escoamento superficial de mata nativa servem de referência e geralmente são confrontados aos demais usos do solo. Essa comparação é devido a mata nativa ser um ecossistema em equilíbrio e por oferecer condições mais adequadas a infiltração e percolação da água no solo.

Nos ambientes de floresta nativa foram encontrados os seguintes valores de escoamento superficial: 15,20% para uma floresta tropical seca nativa-caatinga (SANTOS *et al.*, 2017); 5,07% em floresta ripária (FERNANDES *et al.*, 2013); 4% e 0,10% em uma floresta nativa de referência nas cidades de Belo Oriente – MG e Guanhães - MG (SILVA *et al.*, 2011) e 0,50% para uma área de floresta amazônica em Sinop – MT (RIEGER *et al.*, 2016). As diferenças podem estar relacionadas a porcentagem de cobertura pelas copas, ao tipo de solo da região, a quantidade de serapilheira presente no local, a intensidade das chuvas, dentre outras variáveis.

Em pastagem, os valores de escoamento variaram entre 0,50% (SILVA *et al.*, 2011) e 44,50% (SANTOS *et al.*, 2017), sendo que o maior valor desse último pode estar relacionado com o tipo de preparo do solo realizado (queima dos restos culturais).

Tabela 1: Trabalhos levantados na biblioteca eletrônica Scielo entre 2000 e 2020 com os seus respectivos resultados de escoamento superficial sob chuva natural

Referência	Local	Período de monitoramento	de	Área das parcelas	Uso do solo	Tipo de tratamento	ES
Machado <i>et al.</i> (2003)	Agudos - SP	Jul/00 - Mar/01		80 m ²	Estradas florestais	1% de declividade	23,09%
						7% de declividade	26,13%
						1% de declividade	17,85%
						7% de declividade	19,31%
Silva <i>et al.</i> (2005)	Lavras - MG	Jan/98 - Dez/02		27 m ²	Solo exposto após arar e gradear	Cambissolo Háplico Latossolo Vermelho	28,67% 8,78%
Brito <i>et al.</i> (2008)	Petrolina - PE	Fev - Mai de 2006		50 m ²	Milho	Guimarães duque	37,73%
						Aração profunda	18,44%
						Aração parcial	20,36%
						Sulcos barrados	6,60%
Pinese Júnior, Cruz e Rodrigues (2008)	Uberlândia - MG	Jan - Ago de 2006		10 m ²	Solo exposto Milho Sorgo Soja Revegetação natural Brachiaria Mata		14,36%
							4,26%
							4,46%
							3,17%
							6,10%
							1,73%
Carvalho <i>et al.</i> (2009)	Seropédica - RJ	Dez/04 - Mai/05		77 m ²	Milho em nível Milho morro abaixo	Mucuna	29,73%
						Crotalária	12,63%
							28,50%
							39,75%
Mendes, Mahler e Andrade (2011)	Bom jardim - RJ	Jan/02 - Jul/04		88 m ²	Banana Olerícolas Pousio florestal	Solo exposto	38,57%
							1,25%
							2,50%
							1,00%

(Continuação)

Referência	Local	Período de monitoramento	de	Área das parcelas	Uso do solo	Tipo de tratamento	ES
Santos <i>et al.</i> (2011)	Iguatu - CE	Jan - Mai de 2009		20 m ²	Gramíneas e arbustos		31,28%
Silva <i>et al.</i> (2011)	Belo Oriente - MG	Out/02 - Dez/08		96 m ²	Floresta nativa		4%
				96 m ²	Pastagem		2,70%
				288 m ²	Eucalipto	Em nível	2,60%
				288 m ²	Eucalipto	Sentido do declive	2,60%



			288 m ²	Eucalipto	Em declive com queima dos restos culturais	3,80%
			288 m ²	Solo nu		16,30%
			96 m ²	Floresta nativa		0,10%
			96 m ²	Pastagem		0,50%
			288 m ²	Eucalipto	Em nível	0,80%
			288 m ²	Eucalipto	Sentido do declive	1,20%
			288 m ²	Eucalipto	Em declive com queima dos restos culturais	0,50%
			288 m ²	Solo nu		1%
				Feijão	Terraço	16,97%
					Sulco	23,40%
					Rampa	30,57%
					Terraço	18,04%
				Capim	Sulco	25,87%
					Rampa	30,57%
					Terraço	33,29
				Solo exposto	Sulco	36,09%
					Rampa	45,64%


(Continuação)

Referência	Local	Período de monitoramento	Área das parcelas	Uso do solo	Tipo de tratamento	ES
Salemi <i>et al.</i> (2012)	Natividade da Serra - SP	Nov/07 - Out/08	2,25 m ²	Pastagem		2%
Costa <i>et al.</i> (2013)	Marapanim e Igarapé-Açu PA	Jan - Jun de 2010	1 m ²	Capoeira 20 anos		0,46%
				SAF	Preparo por derruba e queima	0,06%
				SAF	Preparo por corte e trituração	1,19%
				Mandioca	Preparo por corte e trituração	0,34%
				Mandioca	Preparo por derruba e queima	0,22%
				Pastagem	Preparo por derruba e queima	2,72%
Fernandes <i>et al.</i> (2013)	São Paulo	Jun - Dez de 2011	1,7 m ²	Floresta ripária		5,07%
				Intermediária		6,89%
				Cana-de-açúcar		8,18%
Oliveira <i>et al.</i> (2015)	Campo Belo do Sul - SC	Set/09 - Jan/11	76 m ²	Estradas florestais		37%
Souza <i>et al.</i> (2015)	Serra talhada - PE	2013	1,08 m ²	Pastagem		23,79%
Rieger <i>et al.</i> (2016)	Sinop - MT	Nov/12 - Set/13	132 m ²	Pastagem		2,40%
				Lavoura - Floresta		1,70%
				Eucalipto		2,90%
				Sucessão soja e milho		2,40%
				Solo nu Floresta		33,80%
Almeida <i>et al.</i> (2017)	Irauçuba-CE	2010 - 2011	468 m ²	Pastagem	Encosta degradada	22,60%
				Pousio	Encosta em recuperação	14,10%
Santos <i>et al.</i> (2017)	Ceará	2009	20 m ²	Vegetação nativa		15,20%
		2010		Capim	Queima antes do plantio	20,40%
		2011		Capim	Queima antes do plantio	44,50%

(Continuação)

Referência	Local	Período de monitoramento	Área das parcelas	Uso do solo	Tipo de tratamento	ES
<i>Corrêa et al.</i> (2018)	Araponga - MG	Set/12 - Ago/13	63 m ²	Vegetação espontânea Macaúba Macaúba Macaúba		0,07%
						0,21%
					Com terraço estreito	0,10%
					Com feijão	0,26%
<i>Leite et al.</i> (2018)	Campo Verde - MT	Dez/05 - Jun/06	38,5 m ²	Algodão	Preparo convencional	2,13%
<i>Padilha et al.</i> (2018)	Santa Catarina	Mar/11 - Fev/12	288 m ²	Eucalipto	Subsolagem em sentido descendente	3,30%
					Subsolagem em contorno na encosta	2,30%
					Orifícios manuais	2,04%
<i>Alves e Formiga</i> (2019)	Uruaçu - GO	Nov/13 - Mar/14	1 m ²	Arborização urbana	Solo impermeável	84%
					Solo semipermeável	1,80%
					Ipê solo impermeável	49,90%
					Ipê permeável	1,80%
					Mangueira impermeável	59,00%
					Mangueira permeável	1,10%
					Oiti impermeável	62,20%
Oiti permeável	1,60%					
<i>Targa, Pohl e Almeida</i> (2019)	Taubaté - SP	Abr/16 - Mar/17	0,26 m ²	Revegetação natural		3%

Fonte: O autor.



Em solo exposto, após arar e gradear, foi registrado 8,78% de escoamento para um Latossolo Vermelho e 28,67% em um Cambissolo Háplico (SILVA *et al.*, 2005). O Cambissolo, um solo incipiente e com presença de rochas em seu perfil, possui uma menor capacidade de armazenar água, demonstrando a influência do tipo de solo no escoamento.

No estudo de Almeida *et al.* (2017), uma encosta com pastagem degradada foi comparada com outra em recuperação, obtendo 22,60% e 14,10% de escoamento para os dois tratamentos, respectivamente, destacando a influência negativa que uma pastagem degradada tem sobre a geração de escoamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O escoamento superficial sob eventos de chuva natural foi monitorado principalmente usando parcelas coletoras em formato retangular com áreas variando de 0,26 m² a 468 m².

A precipitação, cobertura vegetal, relevo e os atributos do solo são os principais fatores que influenciaram nos resultados de escoamento superficial encontrados.

Os valores de escoamento superficial em eventos de chuva natural variaram de 0,06% a 84% em relação ao total precipitado, para diferentes tipos e usos do solo.

REFERÊNCIAS


ABID. **Dicionário de Termos Técnicos de Irrigação e Drenagem**. 1^a ed. Brasília, DF: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 1978.

AHMED, C. R. M. **Fatores que influenciam a erodibilidade nos solos do município de Campos dos Goytacazes-RJ sob uma análise multicritério**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacases, RJ, 2009.

ALMEIDA, C. L.; ARAÚJO, J. C.; COSTA, M.C.G.; ALMEIDA, A.M.M.; ANDRADE, E.M. Fallow Reduces Soil Losses and Increases Carbon Stock in Caatinga. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, abril. 2017. Available at: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.017516>.

ALVES, P. L.; FORMIGA, K. T. M. Efeitos da arborização urbana na redução do escoamento pluvial superficial e no atraso do pico de vazão. **Ciência Florestal** Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 193–207, Jan./Mar. 2019. Available at: <https://doi.org/10.5902/1980509825820>.

BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N. B.; ANJOS, J. B.; SILVA, A. S.; PEREIRA, L. A. Perdas



de solo e de água em diferentes sistemas de captação in situ no semi-árido brasileiro. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 3, p. 507–515, Jul./Set. 2008. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162008000300011>.

BRIZOLA, J.; FANTIN, N. Revisão da literatura e revisão sistemática da literatura. **Revista de Educação do Vale do Arinos**, v. 3, n. 2, Juara, p. 23–39, 2016. Available at: <https://periodicos.unemat.br/index.php/relva/article/view/1738>.

CARVALHO, D. F.; CRUZ, E. S.; PINTO, M. F.; SILVA, L. D. B.; GUERRA, J. G. Características da chuva e perdas por erosão sob diferentes práticas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 3–9, Jan./Fev. 2009. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000100001>.

CARVALHO, Daniel Fonseca De; SILVA, Leonardo Duarte Batista Da. Escoamento superficial. **Hidrologia**, Seropédica, Rio de Janeiro, p. 95–115, 2006. Disponível em: <http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap7-ES.pdf>.

CARVALHO, M. A. R.; MIRANDA, J. H.; DUARTE, S. N.; CARVALHO, L. C. C. Escoamento superficial na interação: cobertura vegetal e práticas de controle de erosão. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 6, p. 1116–1125, Nov./Dez. 2012. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162012000600013>.

CORRÊA, J. B. L. DIAS, H. C. T.; TONELLO, K. C.; CICCIO, V.; SILVA, E.; SILVEIRA, L. J.; SATO, A. Y.. Surface runoff of rainfall in an experimental plantation of macaúba palm (*Acrocomia aculeata*) under different forms of management. **Revista Árvore**, v. 42, n. 1, Março, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1590/1806-90882018000100004>.

COSTA, C. F. G.; FIGUEIREDO, R. O.; OLIVEIRA, F. A.; SANTOS, I. P. O. Escoamento superficial em Latossolo Amarelo distrófico típico sob diferentes agroecossistemas no nordeste paraense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 162–169, Fevereiro, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000200007>.

DIAS, H. C. T. **Hidrologia florestal - ENF 387, notas de aula**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

ELSEVIER. **Mendeley**. Versão 1.19.8. Londres: Copyright © 2020 Mendeley Ltd, 2020. Available at: <https://www.mendeley.com/download-desktop-new/>.

FERNANDES, R. P.; SILVA, R. W. C.; SALEMI, L. F.; ANDRADE, T. M. B.; MORAES, J. M. Geração de escoamento superficial em uma microbacia com cobertura de cana-de-açúcar e floresta ripária. **Revista Ambiente e Água**, v. 8, n. 3, p. 178–190, Set./Dez. 2013. Available at: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1236>.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. Segunda edição. São Paulo: Blucher, 1988.

HORNER, W. W.; JENS, S. W. Surface Runoff Determination from Rainfall without Using Coefficients. **Transactions of the American Society of Civil Engineers**, v. 107, n. 1, p. 1039–1075, Janeiro 1942. Available at: <https://doi.org/10.1061/taceat.0005496>. Acesso em: 29 mar. 2021.

LEITE, M. H. S. *et al.* LOSS OF WATER AND NUTRIENTS IN DIFFERENT SOIL TILLAGE SYSTEMS SUBJECTED TO NATURAL RAINFALL IN THE STATE OF MATO GROSSO, BRAZIL. **Engenharia Agrícola**, v. 38, n. 6, p. 864–873, No./Dez. 2018. Available at: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v38n6p864-873/2018>.

LIBARDI, P. L. 2005. **Dinâmica da Água no Solo**. São Paulo: EDUSP. *E-book*. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=qdZyHlGaXGsC&oi=fnd&pg=PA7&ots=_4TbBeZaV1&sig=PAb3CEhp3ibq6c5-yCtFfRfDM5Q&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

MACHADO, C. C.; GARCIA, A. R.; SILVA, E.; FONTES, A. M. Comparação de taxas de erosão em estradas florestais estimadas pelo modelo WEPP (Water Erosion Prediction Project) modificado em relação a medições experimentais. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 295–300, MAI./Jun. 2003. Available at: <https://doi.org/10.1590/s0100-67622003000300004>. Acesso em: 14 mar. 2021.

MACHADO, P. L. O. de A.; WADT, P. G. S. **Boas práticas agrícolas: Terraceamento**. EMBRAPA, 2016. Available at: <https://www.embrapa.br/documents/10180/13599347/ID01.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2021.

MANCINI, M. C.; SAMPAIO, R. F. Quando o objeto de estudo é a literatura: estudos de revisão. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 10, n. 4, p. 361–472, 2006. Available at: <https://doi.org/10.1590/s1413-35552006000400001>. Acesso em: 8 maio 2021.

MARTINS, J. A. *et al.* Infiltração. **Hidrologia Básica**. 1ªed. São Paulo: Edgard Blucher, 1976. p. 304.

MARTINS FILHO, M. V.; LICCIOTI, T. T.; PEREIRA, G. T.; MARQUES JÚNIOR, J.; SANCHEZ, R. B. Perdas de solo e nutrientes por erosão num Argissolo com resíduos vegetais de Cana-de-açúcar. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 1, p. 8-18, Jan./Mar. 2009. Available at: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162009000100002>. Acesso em: 14 mar. 2021.

MENDES, C. A. R. **Erosão Superficial em encosta íngreme sob cultivo perene e com pouso no município de Bom Jardim-RJ**. 2006. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

MENDES, C. A. R.; MAHLER, C. F.; ANDRADE, A. G. de. Erosão superficial em Argissolo Amarelo sob cultivo perene e com pouso florestal em área de relevo montanhoso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 4, p. 1387–1396, Jul./Ago. 2011. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000400033>.

NÓBREGA, J. C. A.; SILVA, F. T. S.; DIAS, F. P. M.; SOUZA, V. M.; SILVEIRA JUNIOR, M. C. Densidade de Partícula, Densidade do Solo e Volume Total de Poros em Solo do Agreste Baiano sob Diferentes Usos em Sistemas Orgânicos. *In: XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 2015, Natal, Rio Grande do Norte. **Anais ...** Natal, Rio Grande do Norte, 2015. p. 4.

OLIVEIRA, J. R.; PINTO, M. F.; SOUZA, W. J.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, D. F. Erosão hídrica em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes padrões de chuva simulada.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 2, p. 140–147, Fevereiro 2010. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000200004>.

OLIVEIRA, L. C.; BERTOL, I.; BARBOSA, F. T.; CAMPOS, M. L.; MECABÔ JUNIOR, J. Perdas de solo, Água e nutrientes por erosão hídrica em uma estrada florestal na serra catarinense. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 655–665, Jul./Set 2015. Available at: <https://doi.org/10.5902/1980509819616>.

PADILHA, J.; BERTOL, I.; MAGRO, B. A.; BAGIO, B.; MARIOTI, J.; RAMOS, J. C. Water erosion under three tillage methods in a cultivation of *Eucalyptus benthamii*. **Revista Árvore**, v. 41, n. 6, Junho 2018. Available at: <https://doi.org/10.1590/1806-90882017000600006>.

PANACHUKI, E.; BERTOL, I.; ALVES SOBRINHO, T.; OLIVEIRA, P. T. S.; RODRIGUES, D. B. B. Perdas de solo e de água e infiltração de água em latossolo vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1777–1786, Set./Out. 2011. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000500032>.

PARCHEN, C. A. P. **Desenvolvimento de metodologia para mensuração de alguns parâmetros de processos hidrológicos de superfície em ambiente florestal**. 2007. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2007. Available at: https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/13671/Tese_Parchen_Completa_Final_14.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

PAZ, Adriano Rolim da. **HIDROLOGIA APLICADA**. Caxias do Sul: Universidade do Rio Grande do Sul, 2004.

PEREIRA, L. C. **Uso e conservação de nascentes em assentamentos rurais**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2012.

PEREIRA, S. S.; BATEIRA, C.; HERMENEGILDO, C.; SEIXAS, A. Análise comparativa do escoamento em terraços de áreas granitóides e metassedimentares. *In*: Actes de les jornades sobre terrasses e prevenció de riscs naturals. Mallorca, p. 149–158, 2006.

PINESE JÚNIOR, J. F.; CRUZ, L. M.; RODRIGUES, S. C. Monitoramento de erosão laminar em diferentes usos da terra, Uberlândia - MG. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 2, p. 157–175, Dezembro 2008. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1982-45132008000200010>.

PINTO, N. L. de S. *et al.* **Hidrologia Básica**. 1ª ed. São Paulo: Blucher, 1976.

RIEGER, F. A.; ZOLIN, C. A.; PAULINO, J.; SOUZA, A. P.; MATOS, E. S.; MAGALHÃES, C. A. S.; FARIAS NETO, A. L. Water Erosion on an Oxisol under Integrated Crop-Forest Systems in a Transitional Area between the Amazon and Cerrado Biomes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20150111>.

SALEMI, L. F.; GROppo, J. D.; TREVISAN, R.; SEGHEsi, G. B.; MORAES, J. M.; FERRAZ, S. F. B.; MARTINELLI, L. A. Consequências hidrológicas da mudança de uso da terra de floresta para pastagem na região da floresta tropical pluvial Atlântica. **Revista**

Ambiente & Água, v. 7, n. 3, p. 127–140, Set./Dez. 2012. Available at: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.927>.

SANTOS, J. C. N.; ANDRADE, E. M.; MEDEIROS, P. H. A.; GUERREIRO, M. J. S.; PALÁCIO, H. A. Q. Land use impact on soil erosion at different scales in the Brazilian semi-arid. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 251–260, Abr./Jun. 2017. Available at: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170029>.

SANTOS, J. C. N.; PALÁCIO, H. A. Q.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; ARAÚJO NETO, J. R. Runoff and soil and nutrient losses in semiarid uncultivated fields. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 813–820, Jul./Set. 2011. Available at: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000300030>.

SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LIMA, J. M.; AVANZI, J. C.; FERREIRA, M. M. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1223–1230, Dezembro 2005. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005001200010>.

SILVA, M. A.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; AVANZI, J. C.; LEITE, F. P. Sistemas de manejo em plantios florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do Vale do Rio Doce, MG. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 765–776, Out./Dez. 2011. Available at: <https://doi.org/10.5902/198050984520>.

SOUZA, R. M. S.; SOUZA, E. S.; ANTONINO, A. C. D.; LIMA, J. R. S. Balanço hídrico em área de pastagem no semiárido pernambucano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 5, p. 449–455, Maio 2015. Available at: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n5p449-455>.

SPOHR, R. B.; CARLESSO, R.; GALLÁRRETA, C. G.; PRÉCHAC, F. G.; PETILLO, M. G. Modelagem do escoamento superficial a partir das características físicas de alguns solos do Uruguai. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 74–81, Jan./Fev. 2009. Available at: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000100012>. Acesso em: 31 mar. 2021.

TARGA, M. S.; POHL, E.; ALMEIDA, A. A. S. Water balance in soil covered by regenerating rainforest in the Paraíba Valley region, São Paulo, Brazil. **Revista Ambiente & Água**, v. 14, n. 6, Novembro 2019. Available at: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2482>.

TOGNON, A. A. **Propriedades físico-hídricas do Latossolo Roxo da região de Guaíra-SP sob diferentes sistemas de cultivo**. 1991. Dissertação (Mestrado em Agronomia, concentração em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 1991.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2ª ed. Porto Alegre: Editora Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.



CAPÍTULO 30

DOI: 10.47402/ed.ep.c202182329486

O USO DE AGROTÓXICOS E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS NO BAIRRO LAGOA DAS FLORES EM VITÓRIA DA CONQUISTA-BA

Inalice Donato Primo Menezes, Esp. em Educação Ambiental, UNIBAHIA. Coordenadora Pedagógica, Prefeitura de Vitória da Conquista/BA

Josefina Rocha Oliveira, Esp. em Educação Ambiental, UNIBAHIA
Professora de Geografia e Filosofia, Estado da Bahia

RESUMO


A modernização da agricultura, com mecanização da produção, o uso de agrotóxicos e ambientes protegidos, manipulando as condições naturais de cultivo leva os produtores a alcançarem consideráveis índices produtivos e consequentes lucros. Por outro lado, a não unificação deste estado de modernidade deixou a margem os pequenos agricultores e camponeses. Os efeitos desta marginalidade é o foco de um estudo realizado no Bairro Lagoa das Flores, no município de Vitória da Conquista – BA. A comunidade local sobrevive em grande parte da olericultura e floricultura, onde ambas as culturas trazem alguns impactos da evolução agrícola para o meio ambiente e a população. Através da observação e do diálogo com alguns agricultores pode-se constatar as divergências entre a prática e a teoria, no que diz respeito intervenção pública sobre os riscos à saúde coletiva e ambiental do uso indevido dos fertilizantes e defensivos agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: Fiscalização, agrotóxicos, população.

INTRODUÇÃO

Numa retrospectiva sobre o modo de produção no meio rural, pode-se destacar que as transformações são regidas pela dinâmica da sociedade em determinado contexto histórico. Deste modo, os modelos adotados não atingem de maneira uniforme a todos os segmentos, já que para tanto são levados em consideração às particularidades de cada local.

Neste sentido, não podemos compreender os impactos causados pelas atividades agrícolas, sem analisar os aspectos socioeconômicos, culturais e ambientais que se interagem e são afetados direta ou indiretamente pelo padrão adotado. Para tanto, propõe-se a seguir uma leitura bibliográfica sobre a evolução agrícola e da legislação sobre o uso de produtos fitossanitários vinculada a uma discussão sobre os conflitos sócio-ambientais pertinentes à comunidade do Bairro Lagoa das Flores.



Assim, abordaremos as relações acima citadas por meio das informações adquiridas nas visitas aos estabelecimentos produtivos, onde se buscou através da observação da área e do diálogo com alguns produtores e técnicos agrícolas, dados que diz respeito à utilização dos agrotóxicos, cuidados com a saúde humana e do meio ambiente, assim como a atuação da fiscalização pública e conscientização popular.

REFERÊNCIAL TEÓRICO

EVOLUÇÃO SOCIAL E AGRÍCOLA


Numa abordagem geral sobre a apropriação espacial e os diferentes usos do solo, faz-se um resgate histórico no intuito de facilitar a compreensão dos acontecimentos humanos que permearam o processo de ocupação e construção dos espaços.

Na história da civilização, o domínio da natureza pelo homem é um acontecimento que se intensifica cada vez mais. Desde o seu surgimento, a espécie humana foi desenvolvendo novas tecnologias e ampliando o seu poder de apropriação do espaço, principalmente através do aperfeiçoamento dos modos de produção. Por isso, ao se apossar de mais áreas para suprir suas necessidades o homem começa a desenvolver vínculos de produção e de sociabilidade.

Inicialmente a dependência do homem em relação à natureza se resumia, principalmente, à oferta de alimentos. Posteriormente, a fixação em um determinado lugar o obrigou a desenvolver habilidades essenciais para sua sobrevivência, como: construção de casas, manejo do solo, uso do fogo etc. A partir de então, destacam-se as práticas agrícolas como principal forma de apropriação dos espaços, pois até o surto industrial e tecnológico do século XIX, a transformação do meio ambiente era produto destas atividades, de maneira que a água, o solo e a vegetação eram os mais afetados (DREW, 1989 p.193).

A atividade agrícola passou por muitas transformações no decorrer dos tempos, e dentre elas pode-se destacar a Revolução Verde. De acordo com Brum (1987 apud FRANCO 2001),

A chamada Revolução Verde foi um programa que tinha como objetivo explícito contribuir para o aumento da produção e produtividade agrícola no mundo, através do desenvolvimento de experiências no campo da genética vegetal para a criação e multiplicação de sementes adequadas às condições dos diferentes solo e climas e resistentes às doenças e pragas, bem como da descoberta e aplicação de técnicas agrícolas ou tratos culturais mais modernos e eficientes.



Desta forma, a Revolução Verde surgiu como algo inovador capaz de solucionar grandes problemas da humanidade, principalmente, quando se leva em consideração que esta foi desenvolvida num período pós-guerra, onde os ideais de fortalecimento e expansão estavam em ascensão.

A definição da Revolução Verde elaborada por Brum (1987 apud FRANCO 2001), também pode ser compreendida a partir de pesquisas e do desenvolvimento de modernos sistemas de produção, que englobaram pacotes tecnológicos, tidos como de aplicação universal, e que aumentariam os rendimentos dos cultivos em situações ecológicas distintas. (Sarandón 1996 apud ALMEIDA, 2001).

No entanto, baseado apenas em fins capitalistas, os pacotes tecnológicos propostos pela Revolução Verde obteve receptividades diferentes no diversos países em que foi imposto. No Brasil, a estrutura latifundiária não permitiu um acesso igualitário às tecnologias, resultando em diferenças sociais e econômicas mais profundas.


Como afirma Franco (2001, p.33) no Brasil, tal processo de modernização não beneficiou a todos os produtores rurais, uma vez que esta modernização se deu de forma desigual. A desigualdade pode ser vista quando a modernização da agricultura beneficia algumas regiões, produtores e produtos.

Assim, os benefícios da modernização agrícola se restringiram aos poucos proprietários de terra, ou seja, aos grandes latifundiários. Pois, a maior parcela da comunidade agrícola é formada por pequenos produtores rurais, que não possuem meios, nem terras suficientes para se adequar a tal tecnologia.

Entretanto, eles não conseguem se abster totalmente dos avanços que lhes são impostos. Assim, às margens desta evolução, fazem uso de parte destes mecanismos e de forma muitas vezes, precárias e indevidas. Destarte, a ausência de monitoramento e esclarecimento quanto aos critérios de utilização dos aparatos tecnológicos, podem acarretar sérias consequências à saúde coletiva e ambiental. Como coloca Almeida (2001, p.16).

A marginalização socioeconômica desse setor majoritário da população rural condena-o ao ciclo de pobreza e da degradação ambiental. Limitados no acesso à terra, empurrados para ecossistemas extremamente frágeis e, além disso, excluídos dos benefícios das políticas públicas, e os pequenos produtores se vêem cada vez mais reduzidos a estruturas inviáveis e a condições de produção adversas, nas quais as estratégias de sobrevivência acabam por conduzir a completa exaustão dos recursos naturais disponíveis e, por fim, à perda da condição de produtores.

A preocupação com a natureza e a amplitude dos impactos que atingem a humanidade através da incorporação indiscriminada e da utilização inadequada dos implementos agrícolas



resulta em estudos e leis que prezam pela redução ou eliminação de riscos. Para tanto, na Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, no seu Art. 4º sobre a Política Nacional do Meio Ambiente tem como um dos objetivos à compatibilização do desenvolvimento econômico social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico.

Entretanto, na maioria das vezes é muito difícil associar a preservação ambiental e desenvolvimento sustentável no competitivo mercado capitalista. Sobre isso, Pretty (1995 apud Almeida 2001, p.80) reforça que,

De fato, em que pesem algumas exceções, as políticas agrícolas nos diferentes países estão marcadamente orientadas para estimular o agronegócio, ou seja, uma agricultura fortemente articulada ao setor financeiro e industrial e voltada para maximização dos lucros em curto prazo, altamente dependente de insumos, tecnologias e conhecimentos externos, concentradora de terra e capital, socialmente excludente e ambientalmente predatória. A maioria, senão a totalidade dos instrumentos das políticas agrícolas nacionais constituem, nessas condições, um poderoso desestímulo à sustentabilidade.


Neste sentido, a degradação ambiental é praticada tanto por grandes como por pequenos produtores agrícolas. Entretanto, estes últimos geralmente, ferem as normas e diretrizes por falta de esclarecimento, atreladas às questões financeiras e precárias condições de acompanhamento no controle fitossanitário. Neste cenário, os agrotóxicos atingem o equilíbrio da natureza e a economia da sociedade produzindo, portanto, uma relação perigosa e dependente, pois se apresentam de maneira dúbia, ao mesmo tempo em que trazem benefícios ao rendimento da produção, são agentes de degradação.

AGROTÓXICOS

Diante as intervenções humanas sobre os ecossistemas que ferem o equilíbrio da evolução natural, surgem os produtos fitossanitários. Isto é, os agrotóxicos que são elementos desenvolvidos artificialmente para o controle de pragas e doenças.

Desde o início da agricultura, a preocupação com as pragas, doenças e outras plantas daninhas passou a afligir os agricultores, que buscou meios de minimizar as perdas, garantir a saúde da produção, e conseqüentemente aumentarem a produtividade, através da utilização de métodos de cultivos e defensivos agrícolas.

De acordo com Conceição (2003, p.13), quanto mais intensivo for o sistema de produção, maiores serão os riscos de perdas dessa mesma produção pela a ação de diversos organismos. A intensificação e a otimização dos métodos de cultivo têm resultado em aumentos significativos na produção e na produtividade das lavouras, e



a defesa vegetal tem se constituído num dos importantes fatores que contribuem para esses resultados.

Diante do exposto e da competitividade das relações econômicas no sistema capitalista percebe-se que um dos grandes objetivos na agricultura é reduzir as perdas, para tanto, o controle fitossanitário ganhou relevância, no sentido de garantir o aumento da produção com alta qualidade.

Por outro lado, o uso e manejo inadequado dos agrotóxicos tende afetar direta e indiretamente o bem estar da população e a qualidade dos recursos naturais. Assim, numa preocupação socioambiental faz-se necessário maior rigor na fiscalização e controle dos mesmos, desde sua produção até a utilização final por parte da empresa agrícola ou pequeno produtor rural.

De acordo com Belchior et al (2014) O uso indiscriminado de produtos fitossanitários levou o Brasil a ocupar uma indesejável liderança do ranking mundial de consumo de agrotóxicos. Colocação representa um cenário preocupante para o país, considerando que a agroecologia e a sustentabilidade são interesses de poucos, dentro da cadeia produtiva.

A lei 7.802 de 11 de julho de 1989 sobre os agrotóxicos regulamenta desde sua pesquisa e fabricação até sua comercialização, aplicação, controle, fiscalização e destino final das embalagens. Esta legislação foi um importante passo para assegurar a qualidade e os cuidados essenciais, além de se adequar às exigências impostas aos produtos agrícolas em âmbito doméstico e internacional. (CONCEIÇÃO, 2003 p.35 e 35).

O Decreto Federal 4074 de 04 de abril de 2002, complementar a Lei supracitada, evidencia a existência de responsabilidades para todos os envolvidos no setor, que ferir a legislação correspondente. Em concordância, o artigo 84 declara que:

Art. 84. As responsabilidades administrativa, civil e penal pelos danos causados à saúde das pessoas e ao meio ambiente, em função do descumprimento do disposto na legislação pertinente a agrotóxicos, seus componentes e afins, recairão sobre:


I - o registrante que omitir informações ou fornecê-las incorretamente;

II - o produtor, quando produzir agrotóxicos, seus componentes e afins em desacordo com as especificações constantes do registro;

III - o produtor, o comerciante, o usuário, o profissional responsável e o prestador de serviços que opuser embaraço à fiscalização dos órgãos competentes ou que não der destinação às embalagens vazias de acordo com a legislação;

IV - o profissional que prescrever a utilização de agrotóxicos e afins em desacordo com as especificações técnicas;

V - o comerciante, quando efetuar a venda sem o respectivo receituário, em desacordo com sua prescrição ou com as recomendações do fabricante e dos órgãos registrantes e sanitário-ambientais;



VI - o comerciante, o empregador, o profissional responsável ou prestador de serviços que deixar de promover as medidas necessárias de proteção à saúde ou ao meio ambiente;

VII - o usuário ou o prestador de serviços, quando proceder em desacordo com o receituário ou com as recomendações do fabricante ou dos órgãos sanitário-ambientais; e

VIII - as entidades públicas ou privadas de ensino, assistência técnica e pesquisa, que promoverem atividades de experimentação ou pesquisa de agrotóxicos, seus componentes e afins em desacordo com as normas de proteção da saúde pública e do meio ambiente.

Entretanto, mesmo diante de uma legislação sólida, muitos problemas ambientais ainda persistem, resultando na contaminação dos solos, dos rios e lençóis freáticos. Destarte, como não há uma dissociação entre o ambiente natural do social, a partir do momento, em que impactos são gerados ao meio ambiente, a população é a principal prejudicada.


IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS

No intuito de facilitar a compreensão das relações entre o homem e o meio ambiente em relação à agricultura e sua legislação vigente, busca-se nesse estudo tecer algumas considerações sobre as atividades agrícolas desenvolvidas no Bairro Lagoa das Flores, no município de Vitória da Conquista – BA.

As culturas de hortaliças e flores no bairro Lagoa das Flores representa o desenvolvimento econômico do local e, às vezes, o único meio de sobrevivência de alguns dos moradores. A agricultura em sua maioria é desenvolvida por pessoas de baixo grau de instrução e de maneira ainda rudimentar, onde o uso dos produtos fitossanitários é feito com pouco ou quase nenhum cuidado.

Ações já foram desenvolvidas para conscientizar esses agricultores dos cuidados básicos ao fazer uso dos agrotóxicos, mas com poucos resultados satisfatórios. A má utilização atinge o meio ambiente, através da contaminação do solo e do lençol freático, e a eles próprios, ao manterem contato direto e utilizar a água das cisternas para o consumo, prática até pouco tempo bastante comum.

Diante desse quadro, e da dificuldade em prosseguir frente às “tradições e costumes” da população, percebe-se a necessidade de uma educação ambiental voltada para a conscientização dos produtores locais, no intuito de romper os obstáculos que existem entre o seu dia a dia e as disposições legais de proteção ambiental. Dentre estas últimas, nota-se que a entrega das



embalagens dos agrotóxicos e demais insumos é ainda pouco praticada pela maioria dos agricultores.

Em Brasil (2000), no artigo 1º, "§ 2º Os usuários de agrotóxicos, seus componentes e afins deverão efetuar a devolução das embalagens vazias dos produtos aos estabelecimentos comerciais em que foram adquiridos, de acordo com as instruções previstas nas respectivas bulas, no prazo de até um ano, contado da data de compra, ou prazo superior, se autorizado pelo órgão registrante, podendo a devolução ser intermediada por postos ou centros de recolhimento, desde que autorizados e fiscalizados pelo órgão competente." (AC)*


É de suma importância conhecer os aspectos legais e ter uma assessoria agrônoma permanente para que o agricultor se comprometa a realizar os procedimentos adequados às embalagens, como a tríplice lavagem prescrita nas bulas e receituários agrônomicos. Além disso, evitar o descarte das mesmas no meio ambiente, devendo, portanto, ser entregue ao estabelecimento comercial onde foi comprado ou em uma associação responsável pelo recebimento.

Além da questão ambiental a lei prevê precauções de uso e orientações quanto ao manejo que asseguram a saúde do aplicador. Sabendo-se que não é possível alterar a toxicidade do produto, uma maneira concreta de reduzir o risco é através da diminuição da exposição. Sendo assim, o trabalhador deve manusear os produtos com cuidado, usar equipamentos de aplicação bem calibrados e em bom estado de conservação, além de ser obrigatório o Equipamento de Proteção Individual – EPI. De acordo com a definição de Daldim e Santiago (2003, p.97),

São ferramentas de trabalho ou acessórios de segurança que visam preservar a saúde do trabalhador que manuseia os produtos fitossanitários, a fim de reduzir a sua exposição ao produto e, conseqüentemente, diminuir a probabilidade de intoxicações.

Os EPI não foram desenvolvidos para substituir os demais cuidados na aplicação e sim para complementá-los, evitando-se a exposição. Para reduzir os riscos de contaminação, as operações de manuseio e aplicação devem ser realizadas com cuidado, e de preferência com a orientação de um engenheiro agrônomo. O seu papel, portanto, é de suma importância, desde a emissão da receita às orientações dos produtos e do EPI.

O uso em serviço do Equipamento de Proteção Individual consta como obrigatório, tanto na Lei Nacional dos Agrotóxicos como na Lei Federal de Consolidação das Leis do Trabalho. Nestas, fica a cargo do empregador fornecer e fazer a manutenção dos equipamentos, e, do empregado o direito e dever de utilizá-lo durante a aplicação, estando sujeito, em caso recusa, a demissão por justa causa. (DALDIM e SANTIAGO, 2003, p.110).



No cenário de Lagoa das Flores, faz-se necessário uma distinção entre os tipos de culturas existentes no local para compreender melhor as práticas de manejo adotadas pelos agricultores.

A olericultura presente em maior parte do território é caracterizada por uma agricultura familiar, onde a área produtiva e os métodos de produção são passados de pai para filho sem muitas transformações. Dentre estes, é quase inexistente a assistência técnica agrônômica, o que de certa forma agrava os problemas sócio-ambientais resultante do uso e manejo impróprios dos agrotóxicos.


Outro fator que auxilia para perpetuação desta situação é o fator econômico, pois se trata de pequenos produtores, cujos lucros são destinados para a sobrevivência, não permitindo investimentos em tecnologia, assistências técnicas e equipamentos de proteção. Pois, mesmo que use produtos mais baratos e a durabilidade do EPI seja maior, devido à baixa frequência das pulverizações, todo esse aparato tem um custo que a maioria deles não tem como pagar. Assim, terminam por utilizar sem proteção e sem orientação adequada.

Em contrapartida, a floricultura exige uma tecnificação e capacitação dos produtores, pois o mercado consumidor deste produto preza por uma qualidade estética muito maior, sendo necessário um controle mais rigoroso de pragas e doenças. Destarte, caracterizada como empresas rurais, os estabelecimentos desta cultura estão inseridos em um mercado econômico mais formal, sujeitos as fiscalizações e penalidades com mais frequência.

Estas empresas rurais são pontuais no bairro, apenas quatro instituições que empregam trabalhadores assalariados, onde nem todos possuem carteira assinada, mas procuram seguir o que esta prevista na CLT, como alguns direitos trabalhistas e os itens de segurança do trabalhador.

A presença do EPI é algo comum nestes estabelecimentos, todavia, sua utilização está mais vinculada aos fatores econômicos como, por exemplo, evitar multas e despesas trabalhistas. Os cuidados com a saúde e com o meio ambiente são conseqüências do interesse financeiro. Até os próprios trabalhadores apresentam certa resistência em utilizar o equipamento, alegando que provoca muito calor e desconforto para se movimentar.

Contudo, este último é um dos motivos pelos qual a maioria das pessoas que aplicam agrotóxicos e não utilizam o EPI. Ainda existe o auto preço do produto, que numa consulta em



estabelecimentos comerciais da cidade, giram em torno de R\$ 120,00 a R\$ 300,00, a depender da marca. Além do mais, a durabilidade do equipamento é baixa, pois segundo as informações de um engenheiro agrônomo deve ser trocado após 6 a 8 lavagens. Isso, para um pequeno agricultor representa um custo muito elevado no preço final da sua produção, que muitas das vezes não tem como ser repassado.

No que diz respeito ao destino final das embalagens o cenário não é muito diferente do apresentado com os EPI. Poucos têm a preocupação de devolvê-las à Associação dos Revendedores de Produtos Agrotóxicos do Sudoeste (ARAS Sudoeste), a unidade de recebimento regularizada pela Lei 9.974/00 e Decreto 4.074/02, que está localizada no Centro Industrial do Imborés em Vitória da Conquista.

Alguns pequenos agricultores de hortaliças descartam as embalagens tóxicas no lixo, carregado pelo transporte de coleta pública ou em terrenos baldios juntamente com o lixo doméstico e entulhos de construções. Em informações, percebe-se que pelo menos duas das empresas de floricultura seguem a legislação e entregam as embalagens no ARAS Sudoeste. Porém, como tido anteriormente, a preocupação financeira é superior à preocupação com o meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas.

Em concordância com o Decreto nº. 4.074/02, do artigo 1º sobre a fiscalização, dispõe-se a ação direta dos órgãos competentes, com poder de polícia, na verificação do cumprimento da legislação específica. Neste sentido, órgãos como o CREA (Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia) e a ADAB (Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia) são responsáveis pela fiscalização no local. No entanto, só alguns produtores que representam um grande volume de compra de agrotóxicos são visitados por fiscais dos órgãos responsáveis, sendo, portanto, notificados quando portadores de alguma irregularidade.

Neste sentido, percebe-se que a fiscalização aos pequenos agricultores é ineficiente, o que acarreta sérios problemas de poluição dos lençóis freáticos e da lagoa que está praticamente extinta, além da contaminação do solo e das próprias hortaliças, que posteriormente será consumida por grande parte da população, conseqüentemente, o risco à saúde pública e ambiental.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, percebe-se a lacuna existente sobre o papel da educação ambiental no cotidiano dos moradores. As leis contemplam a preservação do meio ambiente, mas, falta o pilar fundamental para a concretização do bem estar social. Seja pelo fator econômico, ou questões meramente educacionais enraizadas por meio de hábitos costumeiros em tratar o ambiente como algo a parte.

Nota-se que tanto pequenos como grandes produtores rurais exercem seu papel na cadeia produtiva, onde a consciência ambiental significa quanto se pode pagar para a realização das suas atividades. Destarte, a mudança de hábitos ou a permanência de costumes na comunidade de Lagoa das Flores esta fortemente ligada ao fator econômico, e como dependente deste, a população pouco faz para transformar a realidade em que vivem.

Assim, é preciso buscar caminhos através de práticas educacionais voltadas para a compreensão da realidade social, dos direitos e responsabilidades em relação à vida pessoal, coletiva e ambiental. Estimulando estes moradores a construir novos valores éticos e modificar seus comportamentos em relação ao meio ambiente através do exercício da cidadania na comunidade.

Além disso, caberiam os órgãos responsáveis proporcionarem cursos de capacitação para os manipuladores de agrotóxicos, campanhas de incentivo a práticas agroecológicas, bem como legislação mais restritiva aos produtos de alta toxicidade e fiscalização eficiente.

Contudo, para um desenvolvimento sustentável com melhorias na qualidade de vida não basta que o poder público cumpra suas funções com seriedade, é necessário e principalmente essencial que a população se conscientize da sua responsabilidade e do seu papel como cidadão na manutenção de um mundo melhor para se viver.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Sílvio G. de. **Crise socioambiental ecológica da agricultura brasileira: subsídios à formulação de diretrizes ambientais para o desenvolvimento agrícola/** Sílvio Gomes de Almeida, Paulo Peterson, Ângela Cordeiro. – 13 ed. – Rio de Janeiro: AS-PTA, 2001.

BRASIL. Lei Nº. 7.802 de 11 de julho de 1989. A lei dos agrotóxicos. Presidência da República. Brasília

– DF, 1898. Disponível em http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/LEIS/L7802.htm acesso em 07/01/2009.

_____. Decreto Nº. 4.074 de 04 de janeiro de 2002. Regulamentação da Lei nº.7.802/89. Presidência da República. Brasília – DF, 1898. Disponível em http://www.planalto.gov.br/Ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm acesso em 07/01/2009.

_____. Lei Nº. 9.974 de 06 de junho de 2000. Altera a Lei 7.802, de 11 de julho de 1989. Presidência da República. Brasília – DF, 2000. Disponível em <http://www.leidireto.com.br/lei-9974.html> acesso em 10/01/2009.

CONCEIÇÃO, Marçal Zuppi da. Defesa Vegetal: Legislação, Normas e Produtos Fitossanitários. IN: ZAMBOLIM, Laércio... [e outros] editores. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários.** Viçosa: UFV, 2003.

D. C. V. Belchior et al. **Impactos de agrotóxicos sobre o meio ambiente e a saúde humana.** Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 34, n. 1, p. 135-151, jan./abr. 2014. Disponível em <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164063/1/Impactos-de-agrotoxicos-sobre-o-meio-ambiente.pdf> acesso em 22/07/2021.

DALDIN, Cyrus A. M., SANTIAGO, Thaís. Equipamentos de Proteção Individual na Segurança do Trabalhador Rural. IN: ZAMBOLIM, Laércio... [e outros] editores. **O que engenheiros agrônomos devem saber para orientar o uso de produtos fitossanitários.** Viçosa: UFV, 2003.

DREW, David. **Processos Interativos homem – meio ambiente.** Tradução João Alves dos Santos. 2ª Ed.– Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1989.

FRANCO, José B. F. **O papel da EMBRAPA nas transformações do cerrado.** Caminhos da Geografia 2(3) 31-40, mar/2001.



CAPÍTULO 31

DOI: 10.47402/ed.ep.c202182430486

OS IMPACTOS AMBIENTIAS CAUSADOS PELA DESTRUIÇÃO DA MATA CILIAR DO RIO SALGADO NO PERÍMETRO URBANO DO MUNICÍPIO DE LAVRAS DA MANGABEIRA – CEARÁ

Júlio César de Macêdo Favela, Especialista em Gestão Ambiental, FVJ e Servidor Público na Prefeitura de Lavras da Mangabeira/CE

Isaac Anderson Alves de Moura, Mestre em Energias Renováveis, UFPB e Servidor Público na UFCG

Ana Patricia Bezerra Maia Lobo, Especialista em Gestão Ambiental, FVJ e Agente Administrativo, Empresa Luiz Pinto de Macedo

Rogério Moura Maia, Especialista em Gestão Ambiental, FVJ e Professor da Prefeitura de Cedro/CE


RESUMO

As matas ciliares são formações vegetais que ocorrem ao longo das margens de cursos de água e tem o papel de protegê-los, evitando a poluição e o assoreamento, além de fornecer abrigo e alimentação para a fauna local. Este trabalho tem o objetivo de mostrar os impactos ambientais causados pela destruição dessa vegetação no trecho do Rio Salgado que está localizado no perímetro urbano do município de Lavras da Mangabeira – CE. Esses impactos foram causados pela ação do homem desde o surgimento do povoado até os dias atuais para ocupações urbanas, práticas agrícolas e exploração agropecuária. Essas ações levaram a extermínio total da mata ciliar, causando o assoreamento do leito do rio e a poluição de suas águas.

PALAVRAS-CHAVES: Mata ciliar, Impacto ambiental, Rio Salgado.

INTRODUÇÃO

Torna-se cada vez mais evidente que o homem é o grande predador da natureza, a utilização dos recursos naturais utilizados de forma desenfreada tem causado, ao longo da história da humanidade, prejuízos incalculáveis e irreversíveis ao meio ambiente, nem mesmo as matas ciliares escaparam dessa predação. No Brasil, o processo de ocupação caracterizou-se pela falta de planejamento, culminando assim, com a destruição dos recursos naturais e, em particular, das florestas nativas. Com o passar dos anos, essas florestas foram sendo fragmentadas, dando espaço a culturas agrícolas, a práticas agropecuárias e às cidades.



Esse processo de eliminação das florestas resultou em um conjunto de problemas ambientais, como a extinção de várias espécies da fauna e da flora, mudanças climáticas locais, erosão dos solos, eutrofização e assoreamento dos cursos d'água (FERREIRA e DIAS, 2004). Dentre os mais variados tipos de florestas encontram-se as matas ciliares, que também não escaparam da destruição, pelo contrário, se tornaram alvo dos mais diversos tipos de degradação, se levamos em consideração que muitas cidades foram erguidas às margens de rios, ocasionando assim o desaparecimento das matas ciliares nos perímetros urbanos, sem levar em consideração a fragilidade e importância das mesmas.


De acordo com Costa et al. (2010) as matas ciliares são definidas pela legislação brasileira como áreas de preservação permanente. Caso estejam degradadas, principalmente em decorrência de atividades de origem antrópica, devem ser restauradas e mantidas sob proteção.

Segundo Vasconcellos (2021) a chamada mata ciliar:

Trata-se em sentido amplo da mata florestal que margeia os rios e outros cursos de água (córregos, riachos e etc.), uma floresta ribeirinha, sendo também muitas vezes chamada de mata de várzea e mata de galeria, embora existam alguns cientistas que usem o termo mata ciliar apenas para uma vegetação específica e que se diferencia da mata de galeria. Além das vegetações nos cursos de água correntes, também podem ser consideradas como matas ciliares aquelas que ficam localizadas nas margens dos lagos, olhos d'água e também aquelas vegetações que ficam no entorno das represas.

De acordo com Castro et al. (2017) as matas ciliares exercem um importante papel na proteção dos rios, tornando fundamental a sua conservação e recuperação. A sua existência traz benefícios e contribui para a boa qualidade de vida dos seres vivos. Atuam como corredores de fauna entre fragmentos florestais, contribui principalmente por fornecer moradia para grande quantidade de espécies de animais, como pássaros, mamíferos e répteis, além de concentrar várias espécies de vegetações nativa.

Entretanto, as atividades urbanas e agrícolas estão gerando alterações, impactos ambientais que vem causando prejuízos. Segundo a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N°001 de janeiro de 1986, impacto ambiental é definido como *qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam 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.*



A ação do homem vem contribuído com a destruição da mata ciliar, deixando o leito do rio desprotegido, fazendo com que a erosão das margens, causadas pelas chuvas ao longo dos anos levem sedimentos para o leito do rio, tornando-o mais raso a cada ano, processo chamado de assoreamento que segundo Ribeiro (2021) é a concentração de sedimentos (areia, terra, rochas), lixo e outros materiais carregados até o leito dos cursos d'água pela ação da chuva, vento ou do ser humano.

É importante mencionar que de acordo com Matias (2021):

A erosão é um processo natural e presente na dinâmica do planeta há milhares de anos (tempo geológico). Esse fenômeno consiste no desgaste do solo e das rochas de áreas mais altas para áreas mais baixas, ocasionando a sedimentação dos detritos. Ao longo dos anos, esse desgaste altera paisagens, cursos de rios, relevos, entre outros. Esse processo natural, mas que pode ser agravado pela ação do homem, pode ocorrer de diversas maneiras, exemplos: Erosão pluvial, Erosão fluvial, Erosão oceânica/marinha, Erosão glacial, Erosão eólica e Erosão antrópica (seres humanos).

Por tanto, é de fundamental importância a manutenção, preservação e cuidados das matas ciliares. A Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção de vegetação nativa, em seu Artigo 3º, inciso II diz que Área de Preservação Permanente (APP), são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

Este trabalho, objetiva-se falar sobre a importância da mata ciliar e mostrar os impactos negativos provocados pela ação do homem bem como a atual situação de degradação em que se encontra o trecho do Rio Salgado que está localizado no perímetro urbano do município, evidenciando o total desrespeito do homem com a natureza, mostrando um rio completamente desprovido de mata ciliar, com um leito raso por conta do assoreamento e águas poluídas, imprópria para o consumo e o lazer.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Lavras da Mangabeira (figura 1) que segundo dados do IBGE, é um município brasileiro que fica localizado na região do Cariri no Estado do Ceará, tem cerca de 31 mil habitantes e uma área de 947,968 km² e fica a cerca de 450 km de distância da capital cearense. O município faz divisa com os municípios de: Cedro, Icó e Umari

(ao Norte), Baixio e Ipaumirim (ao Leste), Aurora e Caririaçu (ao Sul) Granjeiro e Várzea Alegre (a Oeste). No que se refere à hidrografia, o município faz parte da sub-bacia do Salgado.

Figura 1. Localização do município de Lavras da Mangabeira, CE, Nordeste do Brasil




Fonte: (GARCIA, 2012)

O Rio Salgado (figura 2) é um rio brasileiro que banha o estado do Ceará. A sub-bacia do Rio Salgado, drenada pelo rio do mesmo nome, está localizada na região sul do estado do Ceará, e faz parte da bacia do Rio Jaguaribe. Sua bacia hidrográfica está espalhada por 23 municípios: Icó, Cedro, Umari, Baixio, Ipaumirim, Várzea Alegre, Lavras da Mangabeira, Granjeiro, Aurora, Caririaçu, Barro, Juazeiro do Norte, Crato, Missão Velha, Barbalha, Jardim, Penaforte, Milagres, Abaiara, Mauriti, Brejo Santo, Porteiras e Jati, com uma população estimada em 850.000 pessoas e área geográfica de 13.275,0 km.

Figura 1 . Localização do trecho do Rio Salgado onde foram feitos os estudos



Conta com aproximadamente 650 açudes, sendo gerenciados e monitorados apenas 13 reservatórios, sete federais, quatro estaduais e dois municipais com acumulação total de 447.728.008 m³. Esta sub-bacia conta com 350 km de leitos perenizados (incluindo Lima Campos, Barro e Crato – Juazeiro do Norte).



Os terrenos se afloram na superfície desta sub-bacia dividem-se em cristalinos e sedimentares, sendo que na bacia sedimentar do Araripe estão cadastrados 298 fontes e 1800 poços tubulares profundos, mas o monitoramento das águas subterrâneas é feito apenas em 52 poços e 02 fontes do Graben Crato-Juazeiro.

A bacia sedimentar do Araripe, em cuja parcela na bacia do Salgado é de 14%, é a que melhor representa o uso da água subterrânea para fins de abastecimento humano. Somente as sedes de Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha, consomem juntas 29 milhões de m³/ano para abastecimento público. Na região do Cariri, a água subterrânea abastece o público em mais de 90% das sedes municipais e distritos.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia adotada para o levantamento das informações foi do tipo descritiva e explorativa. Os materiais usados na coleta de dados foram: papel, caneta esferográfica, aparelho celular e computador. Foi utilizado como ferramenta de medição da área estudada o Google Maps que é um serviço de pesquisa e visualização de mapas e imagens de satélite da Terra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em visitas feitas ao local de estudo (figura 3), foi possível constatar que a mata ciliar em todo o trecho do rio que corta a cidade foi quase eliminada por completo, restando pouquíssimos resquícios de mata nativa em alguns trechos. Enquanto na margem esquerda podemos perceber que a mata ciliar foi substituída por vários tipos de construções de casas de alvenaria, que além de terem sido construídas bem ao lado do rio, ainda despejam seus esgotos no leito do mesmo sem nenhum tratamento, tornando as águas poluídas e impróprias para o lazer. Na margem direita, percebemos que essas matas foram destruídas para que as terras pudessem ser utilizadas para plantações agrícolas e criação de animais, isso ocasionou o assoreamento do leito do rio com resíduos levados pelas chuvas e enchentes.

É possível perceber (Figura 3) em um curto espaço, a construção de uma ponte, uma barragem e uma passarela sobre o rio. Todos esses aspectos identificados ocorreram pela ação do homem, e isso trouxe consequências negativas para a fauna e a flora local, já que, com a

destruição da mata ciliar, o ecossistema que dependia das condições desse ambiente para viver e se reproduzir foram eliminados quase que por completo.

Figura 2. Fotos da margem esquerda e da margem direita do Rio Salgado



Em estudo realizado no Município Rural de São Bentinho-PB, Moura et al. (2014) relatou em seus resultados informações divergentes das encontradas nesse trabalho. Foi percebido pelo autor que apesar de uma pequena parte da mata ciliar ter sido removida para a implementação da agricultura e criação de gado, há maior parte da vegetação nativa na área do entorno do riacho se encontra conservada. É importante frisar que o estudo mencionado foi realizado em área Rural.

Os impactos ambientais detectados na área de estudo do Rio Salgado são alarmantes, pois no trecho que corta o perímetro urbano (onde foram feitos os estudos) está quase que totalmente desprovido de mata ciliar, seu leito está bastante raso e as suas águas visivelmente poluídas, essa eutrofização provocou o crescimento de plantas aquáticas que, por decomposição, provocam a diminuição do oxigênio necessário para manutenção da vida de peixes e micro-organismos (Figura 4).

Paz e Ribeiro (2020) em pesquisa realizada em bairros de Colombo/Paraná, observou área degradadas, o que amplia os impactos ambientais na área analisada, identificou nas análises em SIG e em visita de campo: supressão da vegetação, impermeabilização do solo, canalização de rios e erosão. Como consequências desses impactos, são apontadas: migração de nascentes e rios, poluição de rios, assoreamento, depósitos de lixo e inundações.

Figura 4. Imagem do Rio Salgado no perímetro urbano da cidade de Lavras da Mangabeira



Foram percebidos (quadro 1) os impactos (causas) e as consequências desses impactos ao meio ambiente:

Quadro 1. As causas e consequências dos impactos provocados pela destruição da mata ciliar

CAUSAS	CONSEQUÊNCIAS
Retirada da Mata Ciliar	<ul style="list-style-type: none">• Assoreamento do leito do rio;• Migração de espécies para outros lugares;• Destruição de espécies nativas da flora.• Aumento dos prejuízos causados pelas águas de enchentes nos períodos chuvosos
Lançamento de esgoto no leito do rio	<ul style="list-style-type: none">• Poluição e eutrofização do rio;• Mortes de peixes e outros seres vivos por falta de oxigênio na água;
Construções as margens do rio	<ul style="list-style-type: none">• Impossibilidade de recuperação da área degradada

Também foi evidenciado os impactos ambientais causados pelo processo de urbanização, o cultivo de produtos agrícolas e a criação de animais no perímetro urbano do município de Lavras da Mangabeira, culminando da destruição quase que total da mata ciliar no trecho do rio que foi estudado.

CONCLUSÕES

Apesar de serem protegidas por lei como Áreas de Preservação Permanente (APPs), por sua importância e diversidade, as matas ciliares se tornaram alvos fáceis do homem por estarem localizadas ao longo dos cursos de água, e foi exatamente nessas áreas que começou a surgirem os primeiros povoados e posteriormente as cidades. Assim também surgiu a cidade de Lavras da Mangabeira, às margens do Rio Salgado, e como em outros lugares, a mata ciliar foi sendo devastada, isso ocasionou grandes impactos ambientais no local.

Assim, essa pesquisa, através do levantamento desses impactos mostrou as consequências negativas que isso causou ao meio ambiente, como, pode estar acelerando o processo de assoreamento do rio, podendo causar impactos como por exemplo a contaminação das águas superficiais e, conseqüentemente, subterrâneas. Portanto, para que seja possível mudar o cenário identificado em Lavras da Mangabeira, Ceará, é preciso a tomada de medidas de conscientização e educação ambiental a sociedade, principalmente aos proprietários rurais e populações ribeirinhas.

REFERÊNCIAS


CASTRO, J. L. S.; FERNANDES, L. da S.; FERREIRA, K. E. de J, TAVARES, M. S. A.; ANDRADE, J. B. L. de. **Mata ciliar: importância e funcionamento**. CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 8., 2017, Campo Grande. Anais... Campo Grande/MS: Universidade Católica Dom Bosco, 2017. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/XI-016.pdf>>. Acesso em 02 de junho de 2021.

COSTA, M. do P.; NAPPO, M. E.; CAÇADOR, F. R. D.; BARROS, H. H. D. de. Avaliação do processo de reabilitação de um trecho de floresta ciliar na Bacia do Rio Itapemirim-ES. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.5, p.835-851, 2010.

FERREIRA, D. A. C. e DIAS, H. C. T., **Situação Atual da Mata Ciliar do Ribeirão São Bartolomeu em Viçosa – MG**, Sociedade de Investigações Florestais, 2004. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v28n4/22611.pdf>>. Acesso em 01 de maio de 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 19 de junho de 2015.

MATIAS, Átila. **"Erosão"**. Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/erosao.htm>>. Acesso em 03 de junho de 2021.



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA N°001, de 23 de janeiro de 1986.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 08 de junho de 2016.

MOURA, E. F.; ALVES, M. de F. A.; ALVES, L. R. A.; LIMA, G. A. de; SILVA, M. M. de M.; SOUSA, J. de A. DE; LUCENA, J. dos S. Avaliação da Conservação da Mata Ciliar: Estudo de Caso no Município Rural de São Bentinho-PB. **INTESA** (Pombal - PB - Brasil) v. 8, n. 1, p. 65-68, Jan. - Dez., 2014.

PAZ, O. L. S. da; RIBEIRO, I. A. E. Expansão urbana e degradação de áreas de preservação permanente de rio e nascentes em bairros de Colombo/Paraná. **Revista eletrônica da associação dos geógrafos brasileiros seção três lagoas** - V. 1, N° 31, 2020.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em 18 de março de 2021.

RIBEIRO, A. "**O que é assoreamento?**"; Brasil Escola. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-assoreamento.htm>>. Acesso em 02 de junho de 2021.

VASCONCELLOS, M. A. **Mata ciliar**. Info Escola, navegando e aprendendo, 2021. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/ecologia/mata-ciliar/>>. Acesso em: 18 de março de 2021.

CAPÍTULO 32

DOI: 10.47402/ed.ep.c202182531486

A LOGÍSTICA REVERSA E RECICLAGEM DO AÇO INOXIDÁVEL: ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA, NO MUNICÍPIO DE ITAQUAQUECETUBA

Bruno Pereira Rodriguês, Graduando em Logística, FATEC, São Paulo, Capital
Jessica Correia Reis de Moraes, Graduanda em Logística, FATEC, São Paulo, Capital
Peri da Silva Santana, Mestre em Engenharia, Professor e Pesquisador CPS, São Paulo
Róbson Elias Bueno, Mestre em Engenharia e Coord. Etec Horácio Augusto, São Paulo

RESUMO

O objetivo deste artigo é acompanhar a logística reversa e os processos de requalificações de materiais de uma empresa de reciclagem de aço inox, localizada no município de Itaquaquetuba/SP. O artigo baseia-se em referências bibliográficas sobre o assunto logística reversa, meio ambiente e reciclagem. Em entrevista com o empresário e dono do empreendimento, foram abordadas questões sobre o mercado e processos de reciclagem do aço inoxidável, para estudo de caso desta empresa que é de grande importância para o meio ambiente e gera emprego para o município.

PALAVRAS-CHAVE: Logística, Reciclagem, Aço.

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da produtividade e inovação dos bens duráveis, a utilização do aço-inox cresceu ao longo dos anos, crescendo também o consumo e a reciclagem. Com o aumento da população do município de Itaquaquetuba o consumo destes bens tende aumentar. Segundo dados do IBGE de 321.770, em 2010, para 360.657 habitantes em 2017 (crescimento de 12,08%). Porém não é a realidade no momento, devido à crise financeira, que abalou a produção nas indústrias e conseqüentemente as empresas de reciclagem, que vendem menor quantidade, devido menor demanda.

A proposta deste artigo, é de acompanhar os processos de uma empresa de reciclagem de aço inoxidável no município de Itaquaquetuba. Com base em livros e artigos, foi estruturado este trabalho com a finalidade de realizar um estudo de caso da empresa de sucatas de aço inoxidável.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LOGÍSTICA REVERSA

A logística reversa é de grande importância para a indústria em geral, por um princípio simples, a economia, tanto no material, quanto no transporte. Acarretando maior produtividade e ganhos, devido a indústria comprar o material de sucata no próprio município ou em cidades vizinhas. Outro benefício é a empregabilidade no setor da reversa, que a cada década há um aumento no consumo em geral e conseqüentemente maior na reciclagem, trazendo maiores benefícios ao meio ambiente e à indústria.

Segundo Leite (2009, p.31), na perspectiva do fabricante, os ganhos competitivos poderão provir do retorno de produtos de pós-consumo, desde que possam ser encontrados meios de reintegração ao ciclo de negócios a ao ciclo produtivo.

2.2 LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-VENDA


A logística reversa de pós-venda é uma ferramenta de grande importância para agregar valor para o cliente, com isso o consumidor tem a ciência que pode contar com o fabricante para atender suas necessidades com a reversa de pós-venda, coletando esse produto para avaliação e se preciso dar o fim correto para ele, e ao mesmo tempo, conforme a garantia do consumidor, terá a certeza de que o seu produto será ressarcido.

Garantia/Qualidade: Os produtos apresentaram defeito de fabricação ou de funcionamento (verdadeiros ou não), avarias no produto ou na embalagem etc. Os produtos poderão ser submetidos a concertos ou reformas que permitam retornar ao mercado primário, ou nos mercados diferenciados que denominamos secundários, agregando valor comercial novamente ao produto. (SALGADO 2014, p.141).

2.3 LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO

A logística reversa de pós consumo é de vital importância para a conservação do meio ambiente, reciclando os materiais que retornam para a indústria de forma ecológica e renovável, possibilitando um retorno financeiramente favorável, na área de marketing e além, disso agrega valores para empresa e para a marca.

Segundo Salgado (2014, p.141), o fim de vida útil dos bens duráveis passou pelo processo de desmontagem e reciclagem industrial, que sofrem um processo de “desmanche”,



onde retornam ao mercado secundário ou até para a própria indústria, que reutilizará o material para a reciclagem industrial”.

2.4 LOGÍSTICA REVERSA DO AÇO

O aço, utilizado pelo homem há cerca de 4.000 anos a.c., tornou-se mais importante no final do século XVIII (1701-1800), com o início da Revolução Industrial na Inglaterra, tornando o ferro extremamente importante, principalmente para as indústrias. Em 1856, foi descoberto o aço, que é mais resistente que o ferro, e em 1913, o metalúrgico inglês Harry Brearley (1871-1948), descobriu, acidentalmente, o aço inoxidável, adicionando cromo ao aço de baixo carbono, tornando o material mais resistente à manchas e ferrugem.


Este setor é semelhante aos demais setores de reciclagem. Possui normas de classificação, que foram definidas em 1997, demonstrando preocupação com a sucata, qualidades e especificações. A norma NBR 8.746 classifica diversos tipos de sucata: procedência, origem, teor da liga e de impurezas, preparação e características físicas; a NBR 8.747 define a terminologia dos diversos tipos de sucatas e a NBR 8.748, define as condições de encomendas de fornecimento de sucata de aço. (LEITE 2009, p.38).

O aço possui uma longa vida útil e de baixo custo de manutenção. O que torna o aço uma boa opção para bens duráveis. Por ser um produto 100% reciclável, pode ser hoje utilizado na fabricação de painéis, talheres, geladeiras, fogões, máquinas de lavar, revestimento de elevadores e em diversos utensílios. Pode ser reciclado diversas vezes, tornando um benefício para as indústrias, caso optem pela reversa deste material, onde o produto retornará para a fábrica, para ser utilizado novamente no processo de fabricação de novos produtos.

3 METODOLOGIA

A pesquisa que realizamos neste estudo é qualitativa, foram realizadas pesquisas bibliográficas, em sites e em revistas, e uma entrevista com o empresário da empresa de reciclagem. “A metodologia é entendida como uma disciplina que se relaciona com a epistemologia. Consiste em estudar e avaliar os vários métodos disponíveis, identificando suas limitações ou não em nível das implicações de suas utilizações”. (BARROS; LEHFELD, 2000, p.1).

Foi realizado um Estudo de Caso da empresa de reciclagem de aço inox, localizada no município de Itaquaquecetuba-SP no período de março à abril de 2018. A ideia foi de



acompanhar o processo de reciclagem e logística reversa do aço inox, desde a chegada na empresa, até a entrega do material nas indústrias para derretimento do material.

4 ESTUDO DE CASO:

4.1 EMPRESA DE RECICLAGEM DE AÇO DE ITAQUAQUECETUBA

Esta é uma empresa que existe há 9 anos no mercado de sucatas, desde 2009 e conta com 8 funcionários, sendo seu forte a reciclagem do aço inoxidável e a única que opera no município de Itaquaquecetuba. Faz a operação de 100% de seu transporte, desde o recolhe porta a porta, até a usina de reciclagem do aço.

Com isso o empresário agrega valor prestando esse tipo de serviço. Seus principais clientes são usinas de reciclagem de aço sediadas em Guarulhos/SP e Extrema/MG. E uma indústria fabril de arruelas e acessórios que tem a sua sede em Itaquaquecetuba/SP.

4.2 LOGÍSTICA REVERSA EMPRESA DE RECICLAGEM DE AÇO DE ITAQUAQUECETUBA

O forte desta empresa é a reciclagem e a logística reversa do aço inoxidável feito por dois caminhões o processo de coleta e entrega, segundo o empresário eles reciclam por volta de 40 Toneladas de aço por mês, isso nos dias de hoje, momento que passamos por uma crise econômica. No ano de 2013, chegou a reciclar 80 Toneladas por mês. Com essa informação podemos afirmar que a logística reversa é uma espécie de termômetro para medir o poder de fabricação das indústrias devido a demanda de pedidos de materiais reciclados.

4.3 RESULTADO E PROCESSO DE RECICLAGEM DO AÇO

Conforme imagem 1 chapas de aço que são separadas e vendidas para uma indústria de arruelas. Este é o processo da chegada do material a ser reciclado, aonde vem por meio de chapas em diversos tamanhos e espessuras. Esse material é vendido para uma indústria que fabrica arruelas no município de Itaquaquecetuba.

Imagem 1 – Chapas de aço Galvanizado e Inoxidável

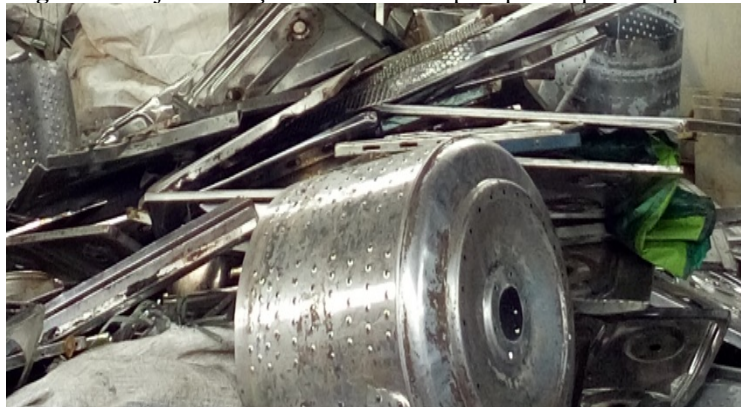


Fonte: Próprios autores (2018)

Na imagem a seguir, podemos identificar a diversidade de materiais que chegam para a empresa, que sofreram o processo de reciclagem.

Este é o processo da chegada dos materiais a serem e reciclados. São comprados em comércios de sucatas na região, onde são limpos e sofrem o processo de compactação em blocos com massa de aproximadamente 20kg cada. Esses materiais em blocos compactados são empilhados em um palete de madeira e vendidos para uma indústria metalúrgica localizada na cidade de Extrema/MG.

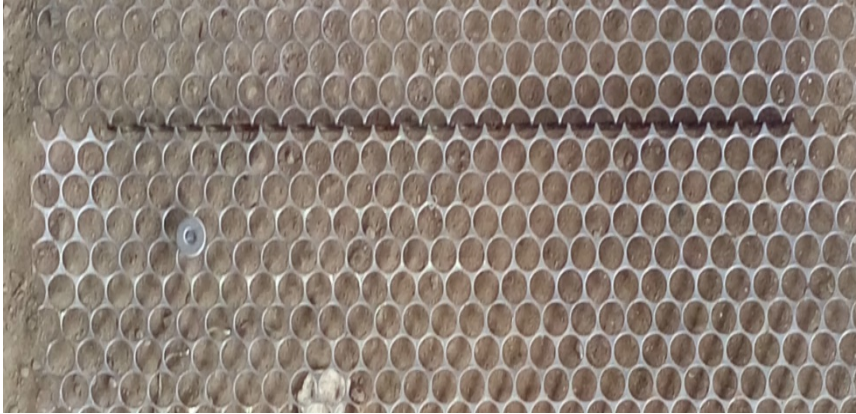
Imagem 2– Objetos de aço inoxidáveis limpo e pronto para ser prensado



Fonte: Próprios autores (2018).

Na imagem 3, podemos visualizar a chapa de aço, que sofreu o processo de logística reversa da empresa de arruelas. Esta chapa furada fez parte de um processo de uma indústria fabril, onde as chapas de aço foram perfuradas, para fabricação de arruelas, em Itaquaquecetuba/SP. Por não ter serventia para o empresário fabricante, o material volta para a empresa de sucatas em Itaquaquecetuba/SP e passa pelo processo de compactação (imagem 4) e é vendido novamente para uma siderúrgica em Guarulhos/SP.

Imagem 3 – Chapa furada que foi utilizada no processo de fabricação de arruelas



Fonte: Próprios autores (2018).

Na imagem 4, podemos visualizar a máquina que compactará a as chapas de aço, que foram coletadas da empresa fabricante de arruelas. Chapa furada sendo compactada em blocos, para ser vendido para uma siderurgia em Guarulhos/SP.

Imagem 4 – Máquina compactadora de sucatas (Motor 30 Cv de Potência)



Fonte: Próprios autores (2018)

Nesta última imagem é possível ver como são organizados os materiais para o transporte. Estes blocos de aço inoxidáveis são empilhados e amarrados com fitas, feita de plástico e transportados até Extrema/MG. Este transporte até a cidade mineira é de responsabilidade da empresa de reciclagem de sucatas de Itaquaquecetuba/SP.

Imagem 5 – Blocos de aço inoxidável empilhados e armazenado em paletes




Fonte: Próprios autores (2018).

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo o professor Ricardo Abramovay da FEA-USP (2017, ed.19) “Não existirão negócios no futuro (tanto de pequeno como de grande porte) se não houver a adoção de sustentabilidade em suas estratégias de negócio”. Foi realizado um estudo de caso em uma empresa de reciclagem de aço inoxidável de Itaquaquetuba/SP, em 26/03/2018, no intuito de acompanhar o processo de reciclagem e a logística reversa desde a chegada da sucata até o transporte final na usina. O empresário trabalha com dois processos básicos de reciclagem sendo organizados em duas etapas:

O primeiro processo é de recebimento e separação do aço inoxidável em diversos tamanhos e formatos como por exemplo: carcaças de fogões, geladeiras, coifas, bebedouro etc. Todos esses materiais são amassados e compactados em uma máquina e todos ficam no mesmo formato retangular, aproximadamente 40cm x 20cm x 20cm com a massa de 20 à 25kg, onde são empilhados e armazenados em paletes e transportados até a cidade de Extrema/MG. O segundo processo vem através de chapas de aço inoxidável, como por exemplo: dutos de ar-condicionado, divisórias e “desmanche” de materiais de indústrias que faliram, como o próprio empresário disse: que uma indústria de derivados de leite em Guaratinguetá/SP abriu falência no final do ano passado e ele comprou toda a sucata desta indústria.



E esse material em formato de chapas é vendido para uma indústria de arruelas em Itaquaquecetuba/SP, que produz o seu produto e as chapas utilizadas no final do seu processo tornam-se sucata que retornam novamente para a empresa de sucatas de Itaquaquecetuba/SP.


Tudo isso é prensado e empilhado em paletes e vendido novamente, agora para uma empresa de metalurgia que compra esse material para o derretimento e transforma-o em outros produtos dando uma nova vida útil e um excelentíssimo destino para esse material. Foi realizado um pequeno questionário para o empresário do ramo de sucatas de Itaquaquecetuba/SP, com apenas três questões: 1ª - Quantas toneladas são recicladas todos os meses de aço inoxidável? O empresário nos disse que aproximadamente 40 toneladas são recicladas todos os meses! 2ª - Para quantas indústrias você vende esse material e em quais Cidades estão localizadas? - Clientes fixos são apenas três: uma indústria de aço inoxidável de Extrema/MG, uma metalúrgica em Guarulhos/SP e a fábrica de arruelas em Itaquaquecetuba/SP., mas, além dessas empresas fixas, existem outras pequenas metalurgias que compram esporadicamente. 3ª - Você mesmo que faz o transporte dos materiais ou é feita pela Indústria? - Sim, fazemos 95% de todas as coletas e entregas para as usinas. Os outros 5% vêm através de clientes pequenos que levam suas próprias sucatas até o estabelecimento.

E a empresa conta com dois motoristas que nos horários ociosos trabalham separando aço e prensando também os materiais, mais quatro operários que fazem quase tudo dentro da empresa de sucata, sendo um quadro muito eficiente e bastante compacto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acompanhamos o processo da logística reversa e da reciclagem do aço inoxidável, no final da sua vida útil até e o tramite do desembaraço da reciclagem do material, aprendemos com isso que é possível ter um mundo melhor e sustentável, observando o processo como um todo, é notável que todos tenham benefícios: Gera empregos em Itaquaquecetuba/SP, causa conscientização na população local, devido ao empresário fazer a coleta na região e remunerar também as pessoas que coletam este material, é economicamente viável empreender no ramo da reciclagem, é sustentável e o município, de forma geral, ganha com isso.

Conforme conversa com empresário, observamos que existe um grande potencial de crescimento de reciclagem e transporte nesse ramo, devido a população ter a reciclagem como



uma segunda fonte de renda e, também os empresários terem informações que esses materiais reutilizáveis causam uma economia grandiosa, pelo fato de usarem os materiais reciclados da própria cidade de Itaquaquecetuba, existe a economia do transporte e do material em si, que é muito mais barato e rápido de se produzir. Segundo Leite (2009, p.9). Podemos definir ‘desmanche’ como um processo industrial no qual um produto durável de pós consumo é desmontado em seus componentes.

Com isso, podemos observar que trabalhar com esses materiais de pós-consumo é uma forma muito inteligente de ganhar dinheiro, é um ciclo que não tem fim, sempre há necessidade de se fabricar e reciclar algo. Esse exemplo de empreendedorismo poderia ser seguido em outros municípios da Região do alto do Tiete, usando a logística reversa no processo de reaproveitamento dos materiais de forma inteligente e baixando os custos, tendo uma mão de obra compacta e profissional, sabendo identificar os materiais com facilidade e agilidade. Esse trabalho foi realizado com perguntas a pessoas do ramo que humildemente contribuíram com o artigo, podendo ser mais explorado e abrindo para futuros estudos dentro da pesquisa e do tema abordado.

Com isso podemos ver que dentro da área de logística reversa e reciclagem, em relação ao aço e os investimentos na preservação do meio ambiente, tem muitas pesquisas e estudos, como também artigos publicados nesta temática, abrindo assim através também deste artigo e pesquisa, mais pesquisas e publicações futuras, onde passamos a difundir cada vez mais investigações, pesquisas e desenvolvimento de tecnologias para a reciclagem do aço inoxidável..


REFERÊNCIAS

AÇO BRASIL. **Aço e Siderurgia.** Disponível em: <http://www.acobrasil.org.br/site2015/siderurgia_mundo.asp>. Acesso em: 01 abr. 2018.

BARROS e LEHFELD, Aidil Jesus da Silveira. Fundamentos de Metodologia Científica. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2000.

Brasil. **Aço Inoxidável.** Disponível em: <<http://brasil.aperam.com/revista-espaco/n-69-agoset-2012/100-anos-do-inox/>>. Acesso em: 05 abr. 2018.

CORREIO. **Sustentabilidade. Ser ecologicamente correto é questão de sobrevivência.** Disponível em: < <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/ser-ecologicamente-correto-e-questao-de-sobrevivencia/>>. Acesso em: 25 abr. 2018.



IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados da cidade de Itaquaquecetuba.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/itaquaquecetuba/panorama>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística Reversa Meio Ambiente e Competitividade.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003

METALICA. **Aço Inoxidável.** Disponível em: <<http://www.metalica.com.br/tipo-de-aco-inoxinadel>>. Acesso em: 01 abr. 2018.

SALGADO, Tarcísio Tito. **Logística. Prática, técnicas e processos de melhorias.** Rio de Janeiro: SENAC, 2014.

SUSTAIN. Reciclagem. Disponível em: <http://www.sustainablestainless.org/why-stainless> . Acesso em: 05 abr. 2018.



CAPÍTULO 33

DOI: 10.47402/ed.ep.c202182632486

ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA QUALIDADE DA ÁGUA DA PORÇÃO BRASILEIRA DA BACIA HIDROGRÁFICA MIRIM – SÃO GONÇALO

Marlon Heitor Kunst Valentini, Aluno de Mestrado em recursos hídricos, UFPel
Gabriel Borges dos Santos, Aluno de Mestrado em recursos hídricos, UFPel
Henrique Sanchez Franz, Aluno de Mestrado em recursos hídricos, UFPel
Bruno Muller Vieira, Doutor em engenharia de materiais e Professor do Centro de
Engenharias UFPEL


RESUMO

A degradação da qualidade dos recursos hídricos é um dos principais problemas ambientais da atualidade em nível mundial. Corpos hídricos como rios, lagos e reservatórios têm sido estudados em diversos aspectos, principalmente no tocante a qualidade da água. Os problemas relativos à poluição dos recursos hídricos estão associados a fontes pontuais e difusas, tais como o despejo de efluentes industriais e domésticos e práticas agrícolas. Entretanto, vale ressaltar que fatores naturais como a variabilidade sazonal e espacial também afetam a qualidade da água. Para buscar um melhor entendimento sobre a qualidade da água, muitos estudos têm utilizado análises estatísticas, dentre as quais destaca-se a análise de variância ANOVA como uma técnica que tem sido amplamente aplicada para investigar o impacto da variabilidade sazonal e espacial na qualidade da água superficial. Sendo assim, esse estudo tem por objetivo avaliar a variabilidade da qualidade da água da bacia hidrográfica Mirim – São Gonçalo, no que concerne a sua variação sazonal e espacial, através de métodos estatísticos de análise de variância. Com base nos resultados obtidos nesse estudo, pode-se observar que a qualidade da água dessa bacia sofre maior variação espacial do que sazonal, sendo que todos os parâmetros de qualidade aqui analisados variaram significativamente entre as estações de monitoramento utilizadas, porém somente um parâmetro (OD) teve variância significativa em relação a sazonalidade.

PALAVRAS-CHAVE: ANOVA, FEPAM, Lagoa Mirim, Canal São Gonçalo.

INTRODUÇÃO

Em condições de quantidade e qualidade satisfatórias, a água é um dos recursos naturais mais importantes para a manutenção da vida. A Organização Mundial da Saúde indica que a água segura para consumo é aquela que não causa risco à saúde (OMS, 2017). Fatores antrópicos como o crescimento populacional, a urbanização, a agricultura intensiva, a mineração e o despejo de efluentes sem tratamento adequado têm afetado a qualidade e a



disponibilidade da água (UNESCO, 2015). Deste modo, estudos de monitoramento da qualidade da água desempenham um papel importante gerando informações que auxiliam na gestão dos recursos hídricos.

A degradação da qualidade dos recursos hídricos é um dos principais problemas ambientais da atualidade em nível mundial (Santos et al., 2020). Corpos hídricos como rios, lagos e reservatórios têm sido estudados em diversos aspectos, principalmente no tocante a qualidade da água e a doenças de veiculação hídrica (Toller et al., 2020). Além disso, outros problemas ambientais como a eutrofização, a perda de ecossistemas aquáticos, salinidade, maus e odores estão diretamente relacionados com a alteração da qualidade da água (Amâncio et al., 2018).

As causas dos problemas relativos à poluição dos recursos hídricos estão associadas a fontes pontuais e difusas, tais como o despejo de efluentes industriais e domésticos e práticas agrícolas (Choudhury e Husain, 2020). Entretanto, vale ressaltar que fatores naturais como a variabilidade sazonal também afetam a qualidade da água (Oujidi et al., 2020). Os padrões de variabilidade sazonal têm influência nas concentrações de importantes parâmetros para qualidade de água como fósforo, nitrogênio, salinidade e oxigênio dissolvido e dessa forma indicam os riscos de problemas ambientais (Wit et al., 2012; Pérez-Ruzafa et al., 2019).

Nesse contexto, a investigação de parâmetros físico-químicos e biológicos se faz necessária para o controle e identificação das fontes de poluição hídrica. Nas lagoas costeiras e afluentes da região sul do Brasil, por exemplo, estudos relatam altas concentrações de fósforo e risco de eutrofização devido a intensas atividades agrícolas (Fia et al., 2009; Albertoni et al., 2017; Rodríguez-Gallego et al., 2017). Para buscar um melhor entendimento sobre a qualidade da água, muitos estudos têm utilizado análises estatísticas (Guedes et al., 2012; Kumar et al., 2019). Dentre as análises estatísticas utilizadas, destaca-se a análise de variância ANOVA como uma técnica que tem sido amplamente aplicada para investigar o impacto da variabilidade sazonal e espacial na qualidade da água superficial (Bilgin 2015; Tormam et al., 2017; Thotagamuwa e Weerasinghe, 2021).

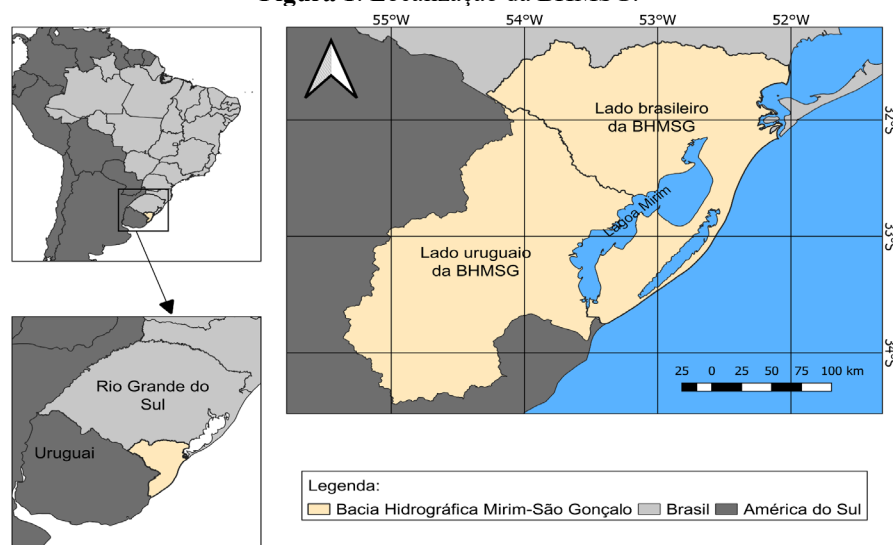
Sendo assim, esse estudo tem por objetivo avaliar a variabilidade da qualidade da água da bacia hidrográfica Mirim – São Gonçalo, no que concerne a sua variação sazonal e espacial, através de métodos estatísticos de análise de variância.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica Mirim-São Gonçalo (BHMSG) localizada entre as coordenadas geográficas 31°30' e 34°35' de latitude Sul e 53°31' e 55°15' de longitude Oeste (Figura 1), possui uma área correspondente a 62.250 km², sendo 47% em território brasileiro e 53% em território uruguaio (Coradi et al., 2009). Vale ressaltar que, a área de estudo analisada neste trabalho compreendeu a porção brasileira da BHMSG que se encontra localizada na Figura 1.

Figura 1: Localização da BHMSG.



Fonte: Autoria própria.

De acordo com Alvares et al. (2013), o clima da região, segundo classificação de Köppen, é subtropical de verão úmido e quente, com temperaturas médias dos meses mais quentes superiores a 22°C e dos mais frios inferiores a 18°C. Ainda conforme o mesmo autor, a precipitação pluvial média anual da região é de 1.450 mm.

AQUISIÇÃO DOS DADOS

Os dados deste estudo foram obtidos por meio do “Relatório da Qualidade da Água Superficial da Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo” publicado pela Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler - FEPAM (FEPAM, 2021). As 26 estações de amostragem da qualidade da água utilizadas pela FEPAM e por este estudo estão apresentadas e localizadas na Figura 2.

Figura 2: Localização das estações de amostragem.



Fonte: Autoria própria.

Os serviços de amostragem de água foram organizados em campanhas trimestrais, entre o período de agosto de 2017 e novembro de 2019. Vale destacar que, as análises foram efetuadas, em sua totalidade, pelos laboratórios da FEPAM (FEPAM, 2021).

ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Após selecionar todos os dados de interesse calculou-se a média dos parâmetros *E. coli*, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Salinidade e pH para cada uma das estações, posteriormente, calculou-se a média por período chuvoso e de estiagem ao longo dos três anos analisados. Vale destacar que, foi adotado neste estudo o período de estiagem correspondente aos meses de novembro a abril, conforme relatam Godecke & Decker (2014) e Oliveira et al. (2015) para a área em questão. Já para a região o período chuvoso, de acordo com Assis (1991) e Pinheiro et al. (1999) compreende os meses de maio a outubro. Para realizar as estatísticas descritivas utilizou-se o software Excel.

ANÁLISE DA VARIÂNCIA - ANOVA

Segundo Valentini et al. (2021a), existem diversos testes que fazem a análise de variância, mas o mecanismo padrão é o mesmo, o teste de significância da hipótese nula. Conforme Lapponi (2005), o teste ANOVA é um teste de hipótese para comparar as médias de

duas ou mais populações. Com isso, neste estudo, no que compete aos parâmetros aqui utilizados para monitorar a qualidade da água da BHMSG, procurou-se avaliar se houve diferença significativa entre as estações de monitoramento bem como entre os períodos de estiagem e chuvoso por meio de uma análise de variância, ou seja, através do teste ANOVA.

Para realizar o teste ANOVA utilizou-se a versão “free” do SPSS V28, que consiste em um pacote de software estatístico que analisa todos os dados essenciais resultantes de uma determinada atividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De posse dos dados do Relatório da Qualidade da Água Superficial da Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo disponibilizado pela FEPAM referentes a qualidade da água em diversas estações de monitoramento ao longo dessa bacia hidrográfica no período de 2017 a 2019, foram feitas as médias dos parâmetros analisados por estação e por período hidrológico (estiagem/chuvoso) separados por ano. Os resultados dessas médias podem ser observados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: médias dos parâmetros de qualidade por estação de monitoramento

Estação de monitoramento	<i>E. coli</i> NMP/100m L	Fósforo Total mg/L	Nitrogênio A. mg/L	OD mg/L	DBO mg/L	Salinidade e ng/L	pH
87970000	789,16	0,21	0,14	9,63	2,00	4,74	8,07
87991000	362,09	0,15	0,18	8,62	1,44	8,35	7,63
87992000	250,57	0,14	0,16	9,15	2,00	5,27	7,86
87993000	393,32	0,15	0,13	8,40	2,10	5,20	7,74
88027000	2360,56	0,22	0,26	7,84	2,63	8,62	7,57
88045000	257,22	0,09	0,11	9,81	2,44	0,06	8,20
88070000	761,39	0,30	0,23	6,62	2,33	0,12	7,19
88150800	359,96	0,17	0,24	8,37	4,00	0,18	7,65
88175600	671,38	0,10	0,29	7,61	2,10	0,03	7,02
88184000	303,44	0,28	0,16	6,81	2,00	0,07	6,54
88185500	607,56	0,27	0,15	6,87	2,11	0,07	6,86
88187000	746,36	0,06	0,13	9,38	1,60	0,03	7,43
88188000	268,77	0,08	0,17	9,53	1,60	0,04	7,58
88261000	957,04	0,12	0,16	7,67	1,60	0,05	7,09

88300500	4009,00	0,15	0,27	7,75	1,89	0,06	7,35
88300800	168,37	0,14	0,15	9,17	1,89	0,06	7,72
88316000	102,78	0,19	0,23	9,39	2,67	0,05	7,84
88365000	43,07	0,13	0,14	9,60	2,22	0,04	8,26
88370100	1020,41	0,10	0,13	9,41	1,80	0,04	7,21
88397000	715,67	0,09	0,13	9,33	1,90	0,04	7,36
88399000	1061,00	0,14	0,19	7,87	2,30	0,04	7,16
88549000	287,11	0,11	0,14	9,44	1,50	0,04	7,61
88643000	302,66	0,11	0,12	8,96	2,00	0,03	7,39
88644000	525,67	0,08	0,15	8,91	1,80	0,03	7,30
88690000	41,78	0,14	0,15	8,15	1,40	0,05	7,33
88710000	101,28	0,11	0,14	8,74	2,10	0,05	7,65
88840000	485,28	0,21	0,33	6,46	1,50	0,06	6,84

Fonte: Autoria própria.

Na Tabela 1 pode-se destacar as estações 88027000 e 88300500 no que compete ao parâmetro E.coli, obtendo em média 2360,56 e 4009,00 NMP/100mL, respectivamente. A estação 88027000 se localiza no Arroio Chuí próximo a praia Barra do Chuí (Brasil) e a praia Barra do Chuy (Uruguai), já a estação 88300500 se localiza no Rio Jaguarão, próximo a área urbana do município de Jaguarão, assim, o que pode justificar o resultado alto para tal parâmetro em ambos os pontos é a possibilidade de estarem sofrendo influência do descarte de efluentes domésticos. Valentini *et al.* (2021b), também em estudo na BHMSG, encontraram maiores concentrações de coliformes termotolerantes e, por consequência, menores valores de índice de qualidade da água (IQA) em pontos mais próximos a áreas urbanas, associando esses valores também a descarte de efluentes domésticos. o estudo de Santos *et al.* (2020a), relativo a qualidade da água do arroio Moreira/Fragata no município de Pelotas-RS, também associou ao despejo de efluentes domésticos os maiores valores dos parâmetros biológicos (coliformes) e os menores valores de IQA encontrados em pontos próximos a áreas urbanas.

Tabela 2: Médias dos parâmetros de qualidade por período hidrológico em cada um dos anos estudados.

Ano	Período	<i>E. coli</i> NMP/100m L	Fósforo Total mg/L	Nitrogênio A. mg/L	OD mg/L	DB O mg/ L	Salinidade ng/L	p H
2017	estiagem	150,25	0,14	0,14	8,54	2,27	2,25	7,70

2017	chuvoso	1373,79	0,11	0,23	9,22	2,00	0,36	7,71
2018	estiagem	239,72	0,12	0,14	7,97	2,08	2,17	7,51
2018	chuvoso	787,19	0,17	0,14	8,90	2,38	1,44	7,45
2019	estiagem	778,70	0,22	0,10	7,79	1,80	0,35	7,28
2019	chuvoso	809,57	0,08	0,31	9,14	1,68	1,07	7,39


Fonte: Autoria própria.

Conforme observa-se na Tabela 2, pode-se destacar o parâmetro E.coli ao qual obteve valores maiores em períodos chuvosos, o que conforme Pontes et al. (2012) é um indicativo da presença de escoamento pluvial com contaminação de dejetos. Corroborando com Pontes et al. (2012), Takiyama et al. (2003) relata que, no período das chuvas, a degradação da qualidade da água pode ser intensificada devido ao escoamento superficial em decorrência das águas das chuvas. Valentini *et al.* (2021c), ao avaliar os fatores naturais que possivelmente causavam influência sobre a balneabilidade da praia de Itapoá-SC, encontraram, por sua vez, relação entre a intensidade da chuva e as condições de balneabilidade dessa praia, chegando à conclusão que chuvas intensas carreavam poluentes da cidade para o mar via escoamento superficial.

Posteriormente, a fim de avaliar se houve diferença significativa entre as estações de monitoramento bem como entre os períodos de estiagem e chuvoso, no que concerne aos parâmetros aqui utilizados para monitorar a qualidade da água dessa bacia hidrográfica, foi realizado uma análise de variância através do teste ANOVA. O resultado dessa análise pode ser visualizado na Tabela 3.

Tabela 3: Análise de Variância - ANOVA

Parâmetro de qualidade	Significância (p-valor) para os fatores de variação	
	Estação de Monitoramento	Período estiagem/chuvoso
<i>E. coli</i>	0,000	0,094
Fósforo Total	0,000	0,378
Nitrogênio Amoniacal	0,012	0,121




OD	0,000	0,016
DBO	0,003	0,908
Salinidade	0,000	0,415
pH	0,000	0,904

Fonte: Autoria própria.

Como pode ser observado na Tabela 3, no que concerne a variância entre as estações de monitoramento, todos os parâmetros de qualidade demonstraram uma variação significativa (p -valor $<0,05$). Conforme dito anteriormente, estações mais próximas a áreas urbanas apresentaram maiores concentrações de *E. coli*, mostrando que a variação significativa desse parâmetro pode ser relativa a localidade dessas estações em relação ao lançamento de efluentes domésticos. No que concerne aos parâmetros fósforo e nitrogênio, Valentini *et al.* (2021c) e Silveira *et al.* (2021), ambos estudos conduzidos na BHMSG, associaram esses parâmetros a locais com maior proximidade de áreas agrícolas. Sendo assim, a variação significativa desses parâmetros em relação às estações de monitoramento pode ser explicada pelo fato de que em certos pontos de monitoramento há maior influência de poluição oriunda de atividades agrícolas.

Os demais parâmetros (OD, DBO, Salinidade e pH), conforme dito anteriormente, também variaram de forma significativa entre as estações de monitoramento, podendo essa variação ser igualmente explicada pela proximidade de cada um dos pontos em relação a áreas predominantemente agrícolas ou predominantemente urbanas. O estudo de Vieira *et al.* (2019) analisou diversos pontos de monitoramento na Lagoa Mirim e no Canal São Gonçalo e também encontrou variação significativa na qualidade da água entre os pontos de monitoramento, associando também essa variação a localização ser mais próxima a áreas agrícolas ou urbanas. Outros estudos como os de Santos *et al.* (2020b) e Droese *et al.* (2020) também salientam a influência da poluição agrícola e/ou urbana sobre as águas de recursos hídricos desta mesma bacia.

Já analisando a variação entre os períodos de estiagem e chuvoso para os anos 2017, 2018 e 2019, somente a variável OD demonstrou variação significativa, sendo que as demais, conforme analisado via ANOVA, não variaram significativamente em relação aos regimes pluviométricos. Essa variação do OD pode ser justificada pelo fato de que nos períodos mais



quentes, as altas temperaturas aumentam a volatilização dos gases de oxigênio contidos na água, o que acaba diminuindo os níveis de OD, já com a diminuição da temperatura a taxa metabólica dos organismos presentes na água também diminui, acarretando em um menor consumo desse oxigênio (VON SPERLING, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos nesse estudo, pode-se concluir que foi possível analisar a variabilidade da qualidade da água da bacia hidrográfica Mirim – São Gonçalo, no que concerne a sua variação sazonal e espacial, através de métodos estatísticos de análise de variância. Ainda, pode-se averiguar que a qualidade da água dessa bacia sofre maior variação espacial do que sazonal, sendo que todos os parâmetros de qualidade aqui analisados variaram significativamente entre as estações de monitoramento utilizadas, porém somente um parâmetro (OD) teve variância significativa em relação a sazonalidade.

REFERÊNCIAS

ALBERTONI, E. F.; PALMA-SILVA, C.; TRINDADE, C. R.; FURLANETTO, L. M. Water quality of the São Gonçalo channel, urban and agricultural water supply in southern Brazil. **Brazilian Journal of Water Resources**, v. 22, n. 2, 2017

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AMÂNCIO, D. V.; COELHO, G.; DE PAULA, R. F.; MARQUES, V.; VIOLA, M. R.; MELLO, C. R. Qualidade de água nas sub-bacias hidrográficas dos rios Capivari e Mortes, Minas Gerais. **Revista Scientia Agrária**. v. 19, n. 1, p. 75-86, 2018.

ASSIS, F. N. **Modelagem da ocorrência e da quantidade de chuva e de dias secos em Piracicaba-SP e Pelotas-RS**. 1991. Tese (doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

BILGIN, A. An assessment of water quality in Coruh Basin (Turkey) using multivariate statistical techniques. **Environmental Monitoring and Assessment**. v. 187, p. 3-16, 2015.

CHOWDHURY, S.; HUSAIN, T. Reducing the dimension of water quality parameters in source water: An assessment through multivariate analysis on the data from 441 supply systems. **Journal of Environmental Management**. v. 274, p. 2-12. 2020.

CORADI, P. C.; PEREIRA-RAMIREZ, O.; FIA, R.; MATOS, A. T. Qualidade Da Água Superficial Da Bacia Hidrográfica Da Lagoa Mirim. **Revista De Ciências Ambientais**, v. 3, n. 1, p. 53- 64, 2009.

DROSE, A.; VALENTINI, M. H. K.; DUARTE, V.; SANTOS, G.; NADALETI, W. C.; VIEIRA, B. M. Utilização de Métodos Estatísticos Multivariados no Monitoramento da Lagoa Mirim. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 2, n. 4, p. 58–67, 2020.

FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler. **Relatório da qualidade da água superficial da Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim e do Canal São Gonçalo**. Departamento de Qualidade Ambiental - DQA. Porto Alegre/RS, 2021. Disponível em: http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/relat_aguas_superf.asp. Acesso em: 10 jul. 2021.

FIA, R.; MATOS, A. T.; CORADI, P. C.; PEREIRA-RAMIREZ, O. Estado trófico da água na Bacia Hidrográfica da Lagoa Mirim, RS, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, v. 4, n. 1, p. 132-141, 2009.

GODECKE, M. V.; DECKER, A. T. Saneamento básico: estudo do caso de Arroio Grande, RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. 04, p. 1371-1388, 2014.

GUEDES, H. A. S.; DEMETERIUS, D. S.; ELESBON, A. A. A.; RIBEIRO, C. B. M.; MATOS, A. T.; SOARES, J. H. P. Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água do Rio Pomba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 16, n. 5, p. 558-563. 2012.

KUMAR, V. R.; PARIHAR, D.; SHARMA, A.; BAKSHI, P.; SIDHU, G. P. S.; BALI, S.; KARAOUZAS, I.; BHARDWAJ, R.; THUKRAL, A. K.; GYASI-AGYEI, Y.; RODRIGO-COMINO, J. Global evaluation of heavy metal content in surface water bodies: A meta-analysis using heavy metal pollution indices and multivariate statistical analyses. **Chemosphere**. v. 236, 2019.

LAPPONI, J. C. **Estatística usando Excel**. 4. ed. Rio de Janeiro: ELSEVIER- CAMPUS, 2005. p. 476.

OMS (2017) - Organização Mundial da Saúde. **Guia para vigilância de água segura para consumo**. Disponível em: < <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>>. Acesso em 05 de Jul. 2021

OLIVEIRA, H. A.; FERNANDES, E. H. L.; MÖLLER, JR. O. O.; COLLARES, G. L. Processos Hidrológicos e Hidrodinâmicos da Lagoa Mirim. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 01, p. 34-45, 2015.

OUJIDI, B.; TAHRI, M.; LAYACHI, M.; ABID, A.; BOUCHNAN, R.; SELFATI, M.; SNOUSSI, M. Effects of the watershed on the seasonal variation of the surface water quality of a post-reforestation coastal wetland: The case of Nador lagoon (Meditarranean sea, Morocco). **Regional Studies in Marine Sciences**. v. 35, p. 2-10, 2020.

PINHEIRO, J. A. N.; MORAES, B. C.; SANTOS, S. N. M.; NETO, O. B. S. Análise das condições climáticas de Pelotas-RS. **Sociedade Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, p. 01-04, 1999.

PONTES, P. P.; MARQUES, A. R.; MARQUES, G. F. Efeito do uso e ocupação do solo na qualidade da água na micro-bacia do Córrego Banguelo – Contagem. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 183-194, 2012.

RODRÍGUEZ-GALLEGO L.; ACHKAR M.; DEFEO O.; VIDAL L.; MEERHOFF E.; CONDE D. Effects of land use changes on eutrophication indicators in five coastal lagoons of the Southwestern Atlantic Ocean. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 188, p. 116-126, 2017

PÉREZ-RUSTAFA, A.; CAMPILLO, S.; FERNÁNDEZ-PALACIOS, J. M.; GARCIA-LACUNZA, A.; GARCÍA-OLIVA, M.; IBAÑEZ, J.; NAVARRO-MARTÍNEZ, P. C.; PÉREZ-MARCOS, M.; PÉREZ-RUZAFÁ, I. M.; QUISPE-BECERRA, J. I.; SALA-MIRETE, A.; SÁNCHEZ, O.; MARCOS, C. Long-term dynamic in nutrients, chlorophyll a, and water quality parameters in a coastal lagoon during a process of eutrophication for decades, a sudden break and a relatively rapid recovery. **Frontiers in Marine Sciences**. N. 1, v. 6, p. 1-23, 2019.

SANTOS, G. B.; VALENTINI M. H. K.; SILVA, L. A.; FRANZ, H. S.; CORRÊA, B. L.; VIANA, F. V.; CORRÊA, G. M.; VIEIRA, B. M.; NADALETI, W. C.; LEANDRO, D.; VIEIRA, B. M. Avaliação dos parâmetros e do índice de qualidade de água para o Arroio Moreira/Fragata, Pelotas/RS. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 4, p. 287–299, 2020a.

SANTOS, G. B.; VALENTINI M. H. K.; SILVA, L. A.; FRANZ, H. S.; CORRÊA, B. L.; DUARTE, V. H.; SILVA, M. A.; CORRÊA, M. G.; NADALETI, W. C.; LEANDRO, D.; VIEIRA, B. M. Análise da qualidade das águas do Arroio Moreira/Fragata (RS) através de métodos estatísticos. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 4, p. 217–226, 2020b.

SILVEIRA, V. R. DA.; KUNST VALENTINI, M. H.; SANTOS, G. B. DOS.; NADALETTI, W. C.; VIEIRA, B. M. Assessment of the Water Quality of the Mirim Lagoon and the São Gonçalo Channel Through Qualitative Indices and Statistical Methods. **Water, Air & Soil Pollution**, v. 232, n. 5, p. 1-13, 2021.

TAKIYAMA, L.R.; SILVA, A. Q.; COSTA, W. J. P.; NASCIMENTO, H. S. Qualidade das Águas das Ressacas das Bacias do Igarapé da Fortaleza e do Rio Curiaú In: TAKIYAMA, L.R.; SILVA, A.Q. da (orgs.). **Diagnóstico das Ressacas do Estado do Amapá**: Bacias do Igarapé da Fortaleza e Rio Curiaú, Macapá-AP, CPAQ/IEPA e DGEO/SEMA, 2003, p. 81-104.

TOLLER, S.; GIAMBASTIANI, B. M. S.; GREGGIO, N.; ANTONELLINI, M.; VASUMINI, I.; DINELLI, E. Assessment of seasonal changes in water chemistry of the Ricadrolí Water Reservoir (Italy): Implications for Water Management. **Water**. v. 12, p. 2-19, 2020.

TORMAM, M. F.; BORK, C. K.; GUEDES, H. A. S.; MANZKE, J.; FERRÃO, A. L. Variabilidade sazonal da qualidade da água na Lagoa Mirim, RS, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**. v. 4, n. 2, p. 54-59. 2017.



THOTAGAMUWA, H. T. B. N.; WEERASINGHE, V. P. A. Surface water quality assessment for the management of hydrological regimes: Kalu Oya and Mudun Ela catchment in Sri Lanka. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**. V. 15, p. 2-14, 2021.

UNESCO. **The United Nations World Water Development Report**. Water for a Sustainable World. (2015)

VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; FRANZ, H. S.; VIEIRA, B. M. Avaliação da qualidade da Lagoa Mirim por meio de métodos estatísticos e índice de violação. **Revista Ambientale**, v.13, n.1, p.28-37, 2021a.

VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; FRANZ, H. S.; SILVA, L. A.; MACHADO, L. L.; VIEIRA, D. S.; VIEIRA, B. M.; ROMANI, R. F.; LEANDRO, D.; NADALETI, W. C.; VIEIRA, B. M. Análise da qualidade da água da Lagoa Mirim através do IQA e de métodos estatísticos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 376-384, 2021b.

VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; DUARTE, V. H.; VIEIRA, B. M. Análise da influência de fatores naturais sobre a condição de balneabilidade das praias da cidade de Itapoá (Santa Catarina). **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 3, n.2, p. 45-55, 2021c.

VIEIRA B. M.; NADALETI, W. C.; VALENTINI, M. H. K.; SANTOS, G. B.; VIANA, F. V.; CORRÊA, M. G. Avaliação e comparação da qualidade das águas entre o canal São Gonçalo e a Lagoa Mirim. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, n. 10, v.2, p. 185–196, 2019.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 2007. 588 p.

WIT, R.; MAZOUNI, N.; VIAROLI, P. Preface: Research and Management for the Conservation of Coastal Lagoon Ecosystems, South–North Comparisons. **Hydrobiologia**, v. 699, p. 1-4, 2012.



CAPÍTULO 34

DOI: 10.47402/ed.ep.c202182733486

SUSTENTABILIDADE, NATUREZA E TÉCNICA

Mauricio Marques de Faria, Doutor em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, UFRJ e Professor Colaborador CBG/UFRJ


RESUMO

Enfrentamos dificuldades para encontrar uma definição consensual sobre o conceito de sustentabilidade causada, em parte, pela opção de nossa sociedade pela modernidade, onde a ciência aparece como sua expressão máxima. Abordaremos diferentes percepções do que seja o conceito e como economistas e ecologistas debatem o tema. Somente o debate permanente e a contínua revisão dos modelos de desenvolvimento adotados pela nossa civilização pode levar à implementação real da sustentabilidade, o que passa por um processo de discussão e comprometimento de toda a sociedade, uma vez que implica em mudanças no modo de pensar e agir dos variados agentes sociais.

PALAVRAS-CHAVE: SUSTENTABILIDADE, ECONOMIA VERDE, ECOLOGIA.

INTRODUÇÃO


Aparentemente, existiria uma “dificuldade coletiva” para uma definição consensual sobre o conceito de sustentabilidade (VALLE, 2011) causada, em parte, pela opção de nossa sociedade pela modernidade, onde a ciência aparece como sua expressão máxima. Tendo em vista que apenas no último século teriam sido atingidas as promessas da modernidade (o acesso a participação política, a cultura das elites, e aos bens de consumo), nossa sociedade estaria vivendo uma era de modernidade reflexiva, lembrando a proposta de Beck (1992), e não uma pós-modernidade. O acesso aos bens de consumo deu-se, principalmente, com o surgimento da racionalização do trabalho e da produção em massa, possibilitada pelo modelo fordista de produção e a grande industrialização das sociedades ocidentais, com a predominância das teorias econômicas sobre o meio social. Assim, não pertenceria ao discurso da modernidade a ideia de preservação da natureza, pois esta seria vista como “recursos naturais”, que possibilitam ao homem melhorar sua qualidade de vida através da aquisição de bens de consumo. Quando a sociedade industrial e tecnológica começou a atender “satisfatoriamente”



a oferta de bens, também trouxe consigo problemas decorrentes do modelo de desenvolvimento escolhido, na forma de poluição e devastação do meio ambiente.

A ideia de um “fim do mundo” está presente entre nós por séculos ou até milênios, intercalando períodos de otimismo no futuro e de temor pela catástrofe próxima, seja embutida em mitos de criação e religiões, seja através de guerras, recessão, fomes, pragas ou momentos de crescimento acelerado e saltos tecnológicos (FRIEDRICH, 2000). Mas após a Segunda Guerra Mundial, o homem percebeu claramente a possibilidade de extinguir a raça humana por sua própria ação (através da ameaça nuclear), ao mesmo tempo em que a natureza começou a mostrar limites à liberdade da modernidade. No Canadá, surgem quotas de pesca em resposta a um longo período de sobre-exploração biológica e econômica dos estoques pesqueiros. No período decorrido entre as décadas de 1960 a 80, movimentos de conscientização social, motivados por denúncias, acidentes, altos índices de degradação ambiental, levam ao surgimento da ideia de desenvolvimento sustentável ou sustentabilidade, amplamente difundido pela sociedade civil. A definição mais utilizada para o desenvolvimento sustentável é “o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades”. Segundo Valle (2011), a tese do desenvolvimento sustentável é uma nova proposta moderna, de correção dos problemas causados pela própria modernidade.

Interferem diretamente na discussão as questões geopolíticas com viés econômico, vistas como uma interação entre Geografia, História e Política, baseadas no poder do Estado, cuja base é seu espaço geográfico (onde sua autonomia se exerce e é projetada), nascida da evolução da observação gradual do homem na exploração do meio natural, mas que sofre cada vez mais influências de um mundo globalizado, das comunicações às finanças, passando pelo comércio, e onde os atores não estatais como empresas, organizações não governamentais e grupos sociais exercem cada vez mais pressão (MATTOS, 2002). A geopolítica envolve o acesso, a partilha e o uso de certos recursos, renováveis ou não, com riscos que podem se traduzir em conflitos latentes ou abertos, como é o caso das reservas de petróleo e água ou a produção e estoques de alimentos (VEYRET, 2007). O espaço de atuação dos Estados no exercício desse poder torna-se cada vez mais limitado pelas ações desses novos atores, com reflexos diretos e profundos nas sociedades desses mesmos estados.



Como será o nosso futuro, quando questões mundiais como mudança de clima, escassez de água e energia, degradação ambiental e a persistente diferença de distribuição de renda, ameaçam a existência do homem no planeta? Várias interpretações são oferecidas e muitos interesses estão em jogo. De um lado, alguns pregam soluções tecnológicas milagrosas; outros propõem soluções orgânicas e sistemas sustentáveis; e no extremo oposto, temos os profetas da escassez global, fome e degradação ecológica. Embora muitas vezes em posições contrárias, nenhuma delas é fruto de uma fantasia inocente, pois carregam consigo interesses políticos e econômicos; estratégias de investimento e de marketing capazes de marcar uma época. Seja como for, a razão principal da luta sobre o futuro é o poder.

Segundo Belasco (2009), a cultura ocidental mantém uma duradoura fascinação romântica em relação à tecnologia extravagante, além de forte tradição de ceticismo e alarmismo. Prensados entre os dois polos estariam os comuns dos mortais com suas “ideias ingênuas”. Haveria uma alternância de pessimismo e otimismo, conforme o clima geral da sociedade. O que uniria a todos é o jogo sedutor da utopia, isto é, a construção mental de futuros ideais em que as profecias inevitavelmente se realizarão. São ideias que perseguem, de maneira obsessiva, o futuro com maior segurança.


Despontam então duas correntes dominantes nas discussões sobre futuro e sustentabilidade. Uma econômica, que busca a conservação da natureza num patamar que permita a manutenção e o incremento da qualidade de vida da sociedade, fortemente apoiada na inovação tecnológica; outra ambientalista, preocupada com o sistema ecológico e a preservação da natureza.

NATUREZA E TÉCNICA

Grande parte das dificuldades enfrentadas pela questão da sustentabilidade está ligada ao que compreendemos por natureza, qual nossa relação com ela, e qual o papel da técnica e da ciência nessa relação. Com bem lembra Gonçalves (2011):

“Toda sociedade, toda cultura cria, inventa, institui uma determinada ideia do que seja natureza. Nesse sentido, o conceito de natureza não é natural, sendo na verdade criado e instituído pelos homens. Constitui um dos pilares através do qual os homens erguem as suas relações sociais, sua produção material e espiritual, enfim, a sua cultura”.

Temos diferentes sentidos para noção de natureza, e de segredo da natureza, desde a Antiguidade até os tempos modernos. A evolução das atitudes do homem com relação à




natureza desempenhou um grande papel no nascimento da ciência moderna e nas atitudes espirituais e visões de mundo que tem acompanhado a humanidade através dos tempos (HADOT, 2006).

A forma como foi e como é concebida a natureza em nossa sociedade é um dos suportes para o modo com produzimos e vivemos. A natureza se define, em nossa sociedade, por aquilo que se opõe à cultura, algo superior e que conseguiu controlar e dominar a natureza. Mas a expressão dominar a natureza só tem sentido a partir da premissa de que o homem não é natureza. O paradoxo do humanismo moderno é sua necessidade de afirmar uma visão de mundo onde o homem é o sujeito que é rei de tudo, esquecendo que sujeito também significa o ser que age ou que se submete, tendo a ação a sua contrapartida na submissão. A separação homem-natureza é uma característica mercante do pensamento que tem dominado o chamado mundo ocidental, cuja matriz filosófica se encontra na Grécia e Roma clássicas. De uma visão de natureza como compreensão da totalidade do real, partiu-se para um privilegio do homem e da ideia, com uma concepção de natureza desumanizada e não humana (GONÇALVES, 2011).

Desde o século V a.c. tende-se a admitir que a natureza parece se ocultar, subtraindo-nos seus segredos. Desde então, duas abordagens vem dialogando sobre se posicionar ante essa questão: podemos nos recorrer a toda pesquisa relativa à natureza e, de modo contemplativo, nos voltarmos para o estudo racional do mundo construindo uma representação verossímil do universo, na perspectiva do saber desinteressado; ou podemos considerar que o homem é capaz de revelar os segredos da natureza o que pode ser feito também através de duas abordagens, julgando a natureza inimiga ou hostil em oposição à vontade humana, ou considerando o homem parte da natureza, que revela seus segredos numa relação harmoniosa e aos poucos. A dominação da natureza passa por obrigá-la a fazer aquilo que não pode fazer por si mesma, através de instrumentos artificiais fabricados pelo homem, utilizando a mecânica, ou buscando descobrir seus segredos, através da tortura dos experimentos da ciência experimental (HADOT, 2006).

A influência judaico-cristã acentuou a dimensão da oposição homem-natureza e espírito matéria, pois o homem, criado à imagem e semelhança de Deus, é dotado de um privilégio, estratégico, com a possibilidade de a tudo ver e controlar. O desprezo pelas coisas materiais da Idade Média ganha novos contornos, com o antropocentrismo e o sentido pragmático-utilitarista




do pensamento ganhando força na ideia econômica no mercantilismo, que com o colonialismo põe o homem europeu como senhor e possuidor de todo o mundo. Com a Revolução Industrial e a instituição do capitalismo, essa tendência será levada às últimas consequências, com o triunfo do mundo pragmático no século XIX, onde a ciência e a técnica adquirem um significado central na vida dos homens. Dois aspectos marcam a modernidade: o caráter pragmático que o conhecimento adquire e a ideia do homem como centro do mundo, sujeito em oposição ao objeto, à natureza e instrumentalizado pelo método científico, que pode penetrar os mistérios da natureza, tornando-se senhor e possuidor da natureza, estando assim, finalmente, à imagem e semelhança de Deus (GONÇALVES, 2011).

Temos então um homem que reivindica um direito de dominação sobre a natureza, inspirada pela audácia, pela curiosidade sem limite e pela vontade de poder e busca pela utilidade; e temos o homem que vê os segredos da natureza como objeto de revelação progressiva, um jogo de sedução, inspirado pelo desinteresse e pelo respeito ao mistério. As duas atitudes correspondem ao nosso relacionamento ambíguo com a natureza. Por um lado, a natureza se apresenta com uma face hostil da qual necessitamos nos defender, e como fonte de recursos necessários à vida, que é preciso explorar. Esta é a visão predominante da modernidade, em seu desejo de socorrer a humanidade. Por outro lado, a natureza é ao mesmo tempo um espetáculo que fascina e um processo que nos engloba, que impõe o respeito mútuo, e a busca pela preservação de uma percepção viva da natureza, através de uma “percepção estética”, como modo de conhecimento, numa visão mais identificada com os recentes movimentos ambientalistas. Entretanto um mundo dominado por qualquer uma dessas visões pode ser perigoso, seja pelo desenvolvimento cego da técnica pelo lucro, pondo em risco a natureza, seja pelo abraço a um primitivismo ingênuo (HADOT, 2006).

A realidade objetiva construída pelos homens pragmáticos, técnicos e científicos, está toda dividida, entre homem e natureza e dentro deles em conhecimentos cada vez mais especializados. A ideia de natureza objetiva e exterior ao homem pressupõe uma ideia de homem não natural e fora da natureza e cria um abismo colossal entre ciências da natureza e ciências do homem, o que Snow (1995) aborda em sua visão de “duas culturas”, apresentando uma oposição entre os cientistas e os intelectuais.


A atividade científica é vista pelo grande público como estritamente racional e objetiva. A ideologia científicista há mais de um século vem fundada em três artigos de fé: a) a ciência



é o único saber verdadeiro ou, pelo menos, o mais verdadeiro dentre todos os saberes, porque racional, objetivo, fundado nos fatos; b) a ciência é capaz de resolver todos os nossos problemas teóricos e práticos, desde que colocados corretamente, ou seja, de modo racional; c) compete aos “tecnocientocratas” o cuidado exclusivo de dirigirem os negócios humanos e sociais, posto que somente como eles sabem o que é verdadeiro em todos os domínios, lhes cabe dizer o que é bom e justo nesses domínios (JAPIASSU, 2012).

Numa sociedade dominada pela tecnociência e pelo primado do racional, onde a razão é um instrumento não apenas necessário para tratar e resolver os negócios humanos e sociais, mas também suficiente, ou seja, bastando a si mesma e divinizada, há o risco de dissimulação da profundidade e da multiplicidade das relações que unem o mundo da ciência ao das crenças e especulações, e a hipertrofia do econômico leva a um ideal de vida do mais compulsivo consumismo vivido num vazio niilismo. Esse encobrimento do caráter sensível do mundo e das grandes sínteses filosóficas, políticas, ideológicas e religiosas que forneciam uma visão integrada e coerente do mundo, leva ao desencanto e ao ceticismo face aos valores fundamentais da modernidade (JAPIASSU, 2012). Nessa sociedade, o progresso é assim considerado antes de tudo um progresso técnico, numa visão mecanicista da natureza, onde a necessidade constringe o homem a descobrir progressivamente seus segredos. A revolução mecanicista e depois industrial, num mundo em que não se falam mais em segredos da natureza acabou trazendo consigo uma espécie de sentimento de angústia, que levou a uma necessidade de contato renovado com a natureza (HADOT, 2006). Isto porque, segundo Simondon (2007), falta uma tomada de consciência do sentido dos objetos técnicos. A cultura se constituiu como sistema de defesa contra as técnicas; ora, essa defesa se apresenta como uma defesa do homem, supondo que os objetos técnicos não contêm realidade humana. A cultura ignora, na realidade técnica, uma realidade humana. Mas, a oposição entre a cultura e a técnica, entre o homem e a máquina, é falsa e sem fundamento. Ela mascara atrás de um humanismo fácil uma realidade rica em esforços humanos e em forças naturais e que constitui o mundo dos objetos técnicos, mediadores entre a natureza e o homem.

Schwartz (1975) afirma que não se trata de uma questão cultural de otimismo ou pessimismo tecnológico. Mas alerta contra a visão oposta, de que a tecnologia e a ciência irão solucionar todos nossos problemas ambientais mantendo nosso atual processo de desenvolvimento. Num mundo em que os ricos ficam mais ricos e os pobres, mais pobres, os saciados adoecem do excesso de consumo e os famintos adoecem de inanição, a máquina



tecnológica continua a expelir produtos que o homem não precisa e que não deseja. O homem ocidental, ainda segundo Schwartz (1975), está começando a compreender tardiamente o que fez com seu *habitat* limitado. A Terra é um território finito com recursos finitos. Desperdiçando e dilapidando esse patrimônio, o homem se vê diante de limites – limites de espaço, de víveres, de matérias-primas, de água pura, de ar livre. A violência contra a terra e contra o homem que tem sido a mola propulsora da Revolução Industrial se descontrolou quando as possibilidades de futuras civilizações começaram a ser excluídas. A tecnologia apressou o processo de exclusão por meio da homogeneização do mundo e de maior redução dos futuros possíveis aos povos da Terra.

Para Schwartz (1975), o problema em foco é de sobrevivência humana. O papel que a tecnologia pode desempenhar na luta para conservar a vida humana no planeta é um dos principais problemas que a humanidade agora enfrenta. O homem não abusou da “razão” da ciência e da tecnologia para trazer-nos ao estado atual. Ao contrário, a tragédia de nosso presente estava inerente nas premissas básicas da ciência desde suas primeiras formulações na idade moderna; apenas chegamos ao ponto em que o homem criou uma ameaça imediata à sua existência e ainda ameaçou paradoxalmente a posteridade, que sempre foi o alimento milenar da fé no progresso.

A ciência e a tecnologia não podem ser vistas como aberrações, pois representam impulsos vitais do homem. A presente crise não é de técnicas, mas de filosofia, e o homem pode superar sua alienação e redescobrir-se na filosofia do homem pós-tecnológico, baseado em valores que derivam de considerações morais e éticas sobre o próprio homem. Como lembra Lévy (1993) a técnica em geral não é nem boa, nem má, nem neutra, nem necessária, nem invencível. É uma dimensão, recortada pela mente, de um devir coletivo heterogêneo e complexo na cidade do mundo. Podem ser forças muito importantes para a sobrevivência humana, por exemplo, sistemas de valor, instituições sociais e usos e costumes dos povos de países em desenvolvimento. É preciso conciliar o progresso científico e os interesses da humanidade, num movimento que contribua para lançar os fundamentos de uma economia sadia e baseada nas necessidades e aspirações humanas, sem asfixiar as demais dimensões sociais.


A DISCUSSÃO SOBRE SUSTENTABILIDADE

Quando falamos em sustentabilidade, a definição apresentada em 1987 na Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), no documento chamado *Nosso Futuro Comum* (também conhecido por *Relatório Brundtland*) é normalmente aceita: "desenvolvimento sustentável é desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades" (MARTINS, 2003). Uma crítica a esta definição poderia ser sua pouca especificação sobre o que são necessidades "do presente" e de como poderemos saber quais serão as necessidades de futuras gerações. Entretanto essas dúvidas apenas demonstram que a sustentabilidade pode não ser uma noção fixa, mas talvez um processo de mudança das relações entre os sistemas e processo sociais, econômicos e naturais. O importante no conceito é a percepção dos limites e da finitude dos recursos da Terra e a busca de uma adequação entre as exigências e as necessidades de desenvolvimento e preservação do meio ambiente.

A sustentabilidade, de uma forma ampla, pode ser vista como a preservação da integridade dos sistemas ambientais e sociais, permitindo a continuidade da existência da "vida como um todo", incluindo os seres humanos. Temos aqui, numa visão econômica, a ideia de sustentabilidade embutida na noção de renda, que seria o montante máximo que uma sociedade pode consumir em um ano e ainda continuar com a possibilidade de consumir o mesmo montante no ano seguinte. Desenvolvimento sustentável seria, na visão econômica, o desenvolvimento que não esgota os recursos para o futuro (UNESCO, 1999).

Segundo Werneck (apud ANDRADE, 2011) as necessidades de demanda das gerações não serão sempre atendidas por uma oferta inesgotável de bens e serviços, não havendo, então, como evitar choques de oferta com os passivos socioambientais crescentes. Para resolver esta questão, Andrade (2011) afirma que é preciso alterar o atual paradigma de crescimento constante a qualquer custo, pois não será possível proteger ou renovar os ecossistemas da ganância do homem.

A destruição da camada de ozônio, alterações climáticas, desertificação, poluição hídrica e atmosférica, pressão populacional sobre os recursos naturais, perda de biodiversidade fizeram com que a questão ambiental tenha se tornado uma preocupação mundial, e a grande maioria das nações do mundo reconhecem a emergência dos problemas ambientais (MARTINS, 2003). A questão ambiental deve ser tratada de forma global. Entretanto, como




mostram as conferências da ONU, é difícil conciliar os desejos e necessidades específicas de cada nação (e nos regimes democráticos, de seus políticos preocupados com o curto e médio prazo de eleições e mandatos) com uma nova abordagem decorrente da compreensão de que a existência de uma certa qualidade ambiental está diretamente condicionada ao processo de desenvolvimento adotado pelas nações em seu conjunto.

O auge da civilização industrial e o aumento do cultivo intensivo, a partir do séc. XIX resultaram na exploração excessiva e na fadiga dos ecossistemas do mundo. Beck (1992) reconhece as consequências e perigos da produção industrial para o meio ambiente e a sociedade, que tem abrangência global e demonstrável por descobertas científicas, e que exigem políticas formuladas por instituições transnacionais. Os riscos existem, mas as transformações necessárias dependem de como eles são percebidos socialmente.

Risco é ambivalência, afirma Beck (2010). Estar em risco é a maneira de ser e de governar no mundo da modernidade; estar em risco global é a condição humana no início do século XXI. Esta ambivalência estaria exposta na capacidade de autodestruição e de recomeço pelo homem, em equilíbrio uma com a outra. A sociedade moderna se tornou uma sociedade de risco à medida que se ocupa, cada vez mais, em debater, prevenir e administrar os riscos que ela mesma produziu. Beck (1992) apresenta a distinção entre uma primeira e uma segunda modernidade: a primeira era uma sociedade estatal e nacional, de estruturas coletivas, pleno emprego, rápida industrialização e exploração da natureza não visível, afirmada na sociedade europeia a partir do século XVIII; a segunda é uma modernidade reflexiva, onde são postas em questão as assunções fundamentais, as insuficiências e as antinomias da primeira modernidade e onde se enfrentam novos desafios: a globalização, a individualização, o desemprego, o subemprego, a revolução dos gêneros, e os riscos globais da crise ecológica e da turbulência dos mercados financeiros, que exigem novos quadros de referência.

Afirma ainda que a exposição ao risco está substituindo a classe como a principal desigualdade da sociedade moderna, em função de como o risco é reflexivamente definido por atores. A definição das relações na sociedade de risco deve ser concebida analogamente às relações de produção de Marx. As desigualdades da definição permitem a atores poderosos maximizar riscos para outros e minimizar os riscos para si mesmos, transformando a definição de riscos, essencialmente, num jogo de poder.




Segundo a Unesco (1999) a maioria da população tem a sensação imediata e intuitiva de que existe uma necessidade premente de criar-se um futuro sustentável, mas não tem condições de definir o que significa sustentabilidade, mesmo percebendo com clareza a necessidade agir tão logo seja informada, ficando refém do conhecedor dos riscos associados à criação dos níveis mais altos de produção, que manipula sua divulgação. Desta forma, a informação e compreensão pública seriam os motores de mudança para uma sociedade mais justa e sustentável.

A VISÃO ECONÔMICA

De maneira geral, mesmo percebendo os limites de um mundo disciplinado pela expansão demográfica e por recursos limitados e desigualmente distribuídos, os economistas enxergam a questão da crise ambiental e climática do ponto de vista do mercado, limitando-se a buscar formas de atender demandas de consumo baseadas em inovação tecnológica. Economistas como Antônio Delfim Netto, André Pinheiro Lara Resende e Edmar Bacha concordam que não há mais dúvida quanto aos estreitos limites ecológicos do crescimento mundial (ARNT, 2010). Mas não acreditam que é preciso mudar o sistema econômico vigente para resolver a situação. Um novo ciclo de inovação, com um novo paradigma produtivo em que o modelo matemático considere a restrição ecológica seria a solução. Lara Resende considera uma “burrice completa” associar a ameaça ecológica à forma de organização do sistema de mercado de produção de riqueza. Delfim Netto afirma que a posição dos ecologistas, que chama de “socialismo verde”, é pior que a do “socialismo vermelho”, onde a extravagância de alguns movimentos ambientalistas produzem exageros e caricaturas.


Uma linha chamada teoria econômica ecológica ou bioeconomia, busca uma abordagem diferente, baseada nas propostas do economista Nicholas Georgescu-Roegen (1906-1994). A principal diferença entre as duas teorias, a neoclássica e a ecológica, está em seus respectivos pontos de partida (CECHIN, 2010). A teoria neoclássica enxerga a economia como um todo, e quando chega a considerar a natureza ou o meio ambiente, eles são entendidos como partes ou setores da macroeconomia. Exatamente o inverso da economia ecológica, para a qual a macroeconomia é parte de um todo bem mais amplo. Georgescu-Roegen aplica à economia o conceito de entropia, emprestado da termodinâmica, apontando que as concepções tradicionais da economia pecam pelo extremo mecanicismo. A ideia chave é a de que nosso planeta é um



sistema fechado e o crescimento exponencial perpétuo, baseado em recursos naturais finitos, subordinados aos princípios fundamentais da termodinâmica (incluindo o princípio da entropia) é impossível, e qualquer expansão da macroeconomia terá um custo, exigindo algum tipo de contrapartida natural. O sistema econômico é aberto para a entrada de energia e matérias de qualidade, mas também para a saída de resíduos (CECHIN, 2010). Toda produção econômica vem acompanhada da geração de desordem, que engloba impactos ambientais, mudanças climáticas antropogênicas etc. Isso significa que a humanidade não irá resolver os desafios que se impõe tratando apenas os sintomas, nem utilizando as mesmas receitas que valeram desde a Revolução Industrial.

Com um discurso contra a manutenção do atual sistema econômico-social encontramos posições como a do teólogo Leonardo Boff (2012), para quem a humanidade vive um momento de tragédia, justamente devido à supremacia do capitalismo não só como modelo econômico em uso, mas sua influência por toda esfera social, através da implantação do que chama de razão subjetiva, ou interesses do eu, como força exclusiva de organização histórico-social. O abafamento de outras formas do exercício da razão, como a sensível ou a ética, e a dominação da ideia de necessidade constante de acumulação privada e individual carregam consigo um pressuposto ilusório de que os recursos são ilimitados, e impedem o afloramento de qualquer outra consideração social ou ecológica. Para Boff, a única forma de salvação é a mudança no sistema, com a economia retornando ao que seria de sua natureza, reduzindo sua importância no ordenamento social que passaria para uma nova centralidade, onde o interesse comum suplantaria o privado, com respeito aos bens comuns da humanidade e da Terra, que seriam destinados a todos.

Também Japiassu (2012) critica nosso atual modelo, em que se coloca no centro de tudo o econômico-financeiro submetido ao jogo cego do mercado, onde só tem valor o que funciona segundo previsões e onde tudo passa a ser racionalmente administrado e manipulado pela lógica da eficácia econômica, que reduz a todos ao papel de simples consumidor. Para Japiassu, o capitalismo atual, ao entronizar o mercado como seu único Deus, e ao considerar cada um de nós como mercadoria “polui e prostitui o mundo”, tornando a solidariedade, um ponto importante da discussão da sustentabilidade, a primeira vítima do sucesso mercado consumidor. E defende a proposta econômica do *Manifesto da Transdisciplinaridade*, pela qual a economia deve estar a serviço do ser humano, não ao contrário.




Uma outra questão colocada contra nosso atual modelo de desenvolvimento de necessidade do crescimento contínuo, é a populacional. O economista Sanjeev Sanyal (apud VIANA, 2012) aponta que a taxa de crescimento da população mundial desacelera a um ritmo bem mais forte que o esperado, devendo chegar a seu pico em 2040, acompanhado do envelhecimento médio da população, criando a necessidade de novas relações de trabalho e de adequação das infraestruturas das cidades, que deverão concentrar 80% da população mundial, incentivando a proposta das *smart cities*. Desta forma, a preocupação do crescimento econômico medido pelo Produto Interno Bruto (PIB) diminui, dando lugar a preocupações com aumento do bem-estar, numa espécie de desenvolvimento sem crescimento.

Esta manutenção de uma economia de tamanho constante, ou que varie para menos ou mais em paralelo com a população é a proposta do economista Herman Daly (apud VIANA, 2012). Pra ele “o crescimento econômico necessariamente incorpora uma proporção crescente do ecossistema, então é preciso repensar o desenvolvimento econômico para que seja um desenvolvimento sem crescimento”.

O climatólogo Jorgen Randers (apud VIANA, 2012) aponta ainda outro motivo para a redução do crescimento econômico: as mudanças climáticas. As tentativas de controlar o aquecimento global ou mitigar outros problemas ambientais como a manutenção de recursos hídricos e florestais e evitar a degradação dos ecossistemas podem não funcionar adequadamente, ou na velocidade necessária. Intermináveis negociações políticas de resultados pouco satisfatórios ou o princípio capitalista de só agir quando a ação for mais lucrativa que se abster propiciam à ocorrência de desastres naturais com fortes danos a infraestrutura como estradas, ferrovias e barragens.

Ponto de vista semelhante tem Perri (2009), ao afirmar que mesmo que a sociedade caminhe em busca da sustentabilidade, a evolução do assunto, especialmente na questão ambiental, será lenta, pois nas questões que envolvem diversos atores internacionais, a sociedade prefere esperar acontecer alguma coisa extraordinária em nível global, agindo então num “salve-se quem puder”. Ele acredita que a resposta para o problema da sustentabilidade está num jogo de compensações em busca de equilíbrio para todos, mas que não acontece de uma hora para outra, pois ele depende de cada um de nós.

Segundo Meadows et al. (2007), o fim do crescimento pode assumir diversas formas. Pode ocorrer como um colapso: um declínio descontrolado tanto da população como do bem-



estar da humanidade, ou como uma adaptação lenta da humanidade à capacidade de suporte do planeta. Assim, seria possível elaborar um cenário com um fim disciplinado do crescimento acompanhado de um longo período de bem-estar relativamente alto da humanidade, tese repetida por Sanyal.

A VISÃO ECOLÓGICA


Para os ambientalistas é preciso uma reflexão crítica sobre os sistemas de produção, buscando uma maneira de influir na atividade política e empresarial para que ela seja parte da solução de questões globais, pois as empresas dependem da sociedade para existir assim como o homem depende do meio ambiente, numa cadeia de relações complexas, muito afetada em seu equilíbrio pela teoria econômica neoclássica, que prevalece no século XX e começo do XXI, que não demonstra interesse pela questão ambiental.

Esta oposição à preocupação ambiental envolve valores adquiridos há muito tempo e nunca reexaminados, que envolvem tradições culturais e econômicas. É difícil e doloroso abandonar alguns valores fundamentais mesmo quando estes começam a se tornar incompatíveis com a sobrevivência. Diamond (2007) questiona até que ponto nós, como indivíduos, preferimos morrer em vez de nos adaptarmos e sobreviver. Essas decisões envolvem riscos, pois dificilmente se pode ter certeza de que se apegar a valores fundamentais será fatal, ou abandoná-los garante a sobrevivência.

Segundo Gonçalves (2011):

“parece não haver campo do agir humano com o qual os ecologistas não se envolvam: preocupam-nos questões que vão desde a extinção de espécies como as baleias e os micos-leões, a explosão demográfica, a corrida armamentista, a urbanização desenfreada, a contaminação dos alimentos, a devastação das florestas, o efeito estufa, as técnicas centralizadoras até as injunções do poder político que nos oprime e explora. (...) a ecologia tem interessado aos mais diferentes segmentos da sociedade, apesar de nem todos partirem da mesma motivação política e ideológica”.

A década de 1960 marca a emergência, no plano político, de uma série de movimentos sociais, dentre os quais o ecológico. Nos países capitalistas mais desenvolvidos os trabalhadores já conquistam uma série de direitos e as próprias conquistas operárias, na medida em que eram institucionalizadas pelo Estado capitalista, significavam também uma consolidação do regime sociopolítico-cultural. Começam então a emergir movimentos, tais como das mulheres, negros e ecológicos, com maior participação na cena política (GONÇALVES, 2011).




Duas grandes correntes ecológicas competem a partir da segunda metade do século XX (DEVALL apud FERRY, 2009). A primeira, reformista, tenta controlar a poluição mais gritante, as práticas agrícolas mais aberrantes e manter algumas zonas selvagens. É um movimento social pragmático, ligado a manutenção do sistema sociopolítico-cultural reformado. A outra, revolucionária, defende uma nova metafísica e uma nova epistemologia, assim como uma nova ética ambiental da relação pessoa/planeta. Seu objetivo é rediscutir os modelos de pensamento convencionais no Ocidente e propor uma alternativa. Mesmo que aparentemente não exista uma “condição social ecológica”, seu caráter difuso não desqualifica o movimento ambiental, sendo essa sua fonte de riqueza e de seus problemas enquanto movimento político e cultural, que propõe outro modo de vida, outra cultura (GONÇALVES, 2011).

Além disso, o movimento ecológico está inserido numa sociedade contraditória, sendo importante distinguir as diferentes propostas e analisar com atenção quem as propõe, pois se todos falam em defesa do meio ambiente, é preciso entender porque as práticas vigentes podem ser tão contraditórias e até devastadoras (GONÇALVES, 2011).

Mesmo as visões mais pragmáticas acreditam que em qualquer solução para o desenvolvimento, não-especialistas deveriam ser consultados sobre questões que afetam sua cultura, pois não há soluções gerais. Profissionais que lidam com componentes ecológicos, sociais e médicos de assistência para o desenvolvimento percebem que a simples imposição de procedimentos “racionais” ou “científicos”, podem ser benéficos, mas também, acarretar outros problemas, de ordem material ou espiritual. É preciso combinar o conhecimento formal com crenças e costumes locais para criar um elo com os problemas da vida que nos cercam, em qualquer lugar (FEYERABEND, 2007).

As correntes radicais pregam que as sociedades, ao desenvolverem suas atividades socioeconômicas, destroem de forma irracional as bases de sua própria sustentação. O atual modelo de desenvolvimento produziria exclusão social e miséria, de um lado, e consumismo, opulência e desperdício, por outro (DIAS, 2004). Ao se aumentar o consumo, aumenta-se a pressão sobre os recursos naturais, crescendo a degradação ambiental. Seria preciso compatibilizar o atendimento das necessidades sociais e econômicas do humano com as necessidades de preservação do ambiente, de modo a assegurar a sustentabilidade da vida na Terra para as gerações presente e futura.




Mas, para aqueles que acreditam na possibilidade de manutenção do atual sistema sociopolítico-cultural, como Ferry (2009), a decisão de mudança interna do sistema é possível já que o homem, diferentemente do animal (que seria inteiramente submetido ao código natural do instinto próprio à sua espécie mais do que à sua individualidade), teria a possibilidade de se emancipar, até de se revoltar contra sua própria natureza, o que o levaria a um esforço antinatural para construir um universo propriamente humano, onde entram a ética, a cultura e a ciência e a técnica.

Para ele a discussão da lógica liberal da produção e do consumo não incita a indiferença. Ela não deixou de acompanhar o crescimento das sociedades democráticas e nela o homem se dá conta de que não veio à Terra para proceder à compra de automóveis e televisores cada vez mais fantásticos. Assim como entende que a unidimensionalidade e a uniformidade são perigos reais do mundo da técnica.

A cultura democrática ocidental, sua história econômica, industrial e artística, na modernidade, tem sido marcada por um elogio ao desarraigamento ou à inovação. Ferry (2009) aponta que, apesar dessa cultura aparentar, à primeira vista, ser inconciliável com a consideração com o “cuidado natural” (por um possível caráter de humanismo que faz dos homens senhores e donos da natureza e não parte de um sistema), seria possível uma reconciliação com a natureza, sem renúncia aos artifícios “desnaturados e artificiais” trazidos pela civilização.

Ferry (2009) diz não acreditar que seja necessário escolher entre uma cultura de desprendimentos, de arraigamento ou de consumo. O que seria preciso é um alargamento de horizontes, impossível fora da articulação dos aspectos que se queira separar por motivos ideológicos, onde o cosmopolitismo não se opõe mais ao nacionalismo. Entre a barbárie e o humanismo, é a ecologia democrática que compete agora decidir nosso futuro, no caminho da sustentabilidade.

Nesta linha, surgem os defensores da “Economia Verde” como aquela, mantendo o sistema econômico, resulta em melhoria do bem-estar humano e da igualdade social, ao mesmo tempo em que reduz significativamente os riscos ambientais e a escassez ecológica. Ela tem algumas características preponderantes: intensiva em tecnologia, pouco intensiva em carbono, eficiente no uso de recursos naturais e socialmente inclusiva.



Seus críticos a consideram apenas uma nova roupagem para o nosso modo de vida e, mesmo incluindo melhorias em áreas como eficiência energética e gerenciamento da água, não modificaria o capitalismo contemporâneo em seus fundamentos, sobretudo a mercantilização da vida e da natureza, banalizando ou esvaziando o conceito de desenvolvimento sustentável, sendo um mero artifício para melhorar a imagem pública de governos e empresas, sem que seu uso traduza mudanças efetivas na sua gestão e prática, o que chamam de *greenwashing*.


Em outra crítica a Economia Verde, Bertha Becker (ISMAEL et al., 2012) afirma que ela é um aprofundamento do sistema capitalista para abrir novas fronteiras a fim de fugir da crise, com desenvolvimento de tecnologia nos países centrais, e aumentando a dependência dos países em desenvolvimento. Se mantém o sistema capitalista, passando da mercantilização da terra, do trabalho e do dinheiro para a mercantilização do ar, da água e da vida. Não se fala do sistema econômico-financeiro, de problemas de gestão ou de escolhas erradas de investimento como causa dos problemas ambientais e de sustentabilidade.

SUSTENTABILIDADE E SOCIEDADE

A sociedade moderna enfrenta impactos profundos decorrentes do modelo de desenvolvimento adotado no processo de globalização de padrão de consumo, e consequências inequívocas para o ambiente e a população, tais como a degradação dos recursos naturais, poluição, mudanças climáticas e riscos sociais e técnicos que afetam tanto os indivíduos quanto a coletividade, com desdobramentos sociais, culturais, políticos e econômicos (SEIXAS, 2010).

As alterações nos padrões climáticos podem repercutir em consequências indesejáveis para a saúde humana, e mudanças na qualidade do ar, do alimento, do ecossistema, da agricultura e da infraestrutura também repercutem negativamente na sociedade. Ondas de calor ou frio e eventos climáticos de grande intensidade aliados a degradação ambiental levam ao aumento da incidência de agentes transmissores de doenças, e a maiores taxas de mortalidade, fome e desnutrição.

Diferentes grupos sociais estarão submetidos de forma diferenciada aos impactos das mudanças ambientais globais. Desigualdade social e pobreza são agravantes que tornam as sociedades mais sensíveis às mudanças ambientais globais. Grupos sociais que se encontram em situação precária de condições de habitação, acesso à infraestrutura e serviços estarão mais




vulneráveis, uma vez que não dispõem de meios para enfrentar ou se adaptar aos efeitos negativos das mudanças ambientais (SEIXAS, 2010). Desta forma, países pobres e em desenvolvimento são mais penalizados pelos reflexos negativos do crescimento econômico de nosso atual modelo de desenvolvimento.

Desde a década de 1990 percebeu-se que a medida de desenvolvimento exclusivamente pelo Produto Interno Bruto (PIB), que mede o aumento de produção e do consumo de bens e serviços, é inadequada para medir o bem-estar do conjunto da população. A ONU, através do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD, 2011) criou o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que introduz ao lado da produção material, a educação e a saúde, mas deixa de fora a questão da degradação ambiental. Assim, nem o PIB nem o IDH consideram o uso e o eventual esgotamento dos recursos naturais. A geração de poluição, contaminantes e resíduos não é considerada um custo, mas uma externalidade, já que é a sociedade, e não o contaminador, que suporta a carga e o custo de enfrentar o problema. Seria uma falta de realismo esperar que os países em desenvolvimento invistam do mesmo modo que os industrializados na redução de poluição e consumo de recursos, enquanto não atingirem os níveis de produção dos países mais industrializados e atendam as necessidades sociais mais urgentes (UNESCO, 1999). O problema consiste em determinar os meios e medidas para ajudar os países em desenvolvimento a atenderem as necessidades básicas de suas populações, sem causarem um dano irreparável ao meio ambiente. Uma tentativa de quantificar a degradação ambiental é a Pegada Ecológica, que busca avaliar a capacidade de suporte do planeta, medindo a quantidade de terras produtivas e água que uma população humana requer para produzir os recursos que consome e absorver seus resíduos em determinado ambiente pelo período de um ano.

O crescimento não necessariamente provoca o colapso de uma sociedade, pois este é resultante do crescimento somente quando este conduzir ao aumento das demandas das fontes naturais do planeta e na sustentação, acima dos níveis, dos sumidouros (*overshoot*). O desafio colocado é o de como atingir a sustentabilidade, aumentando os níveis de bem-estar dos países pobres e, ao mesmo tempo, reduzir sua pegada ecológica total (MEADOWS et al., 2007).

Nenhum dos fatores envolvidos (econômicos, sociais, educacionais, ambientais) pode ser tratado, ou ser motivo de ação, isolado dos outros. Igualmente, é essencial levar em consideração as diversas circunstâncias em que se encontram as pessoas pelo mundo e o




impacto da situação sobre suas prioridades e valores. Para um indivíduo que vive na pobreza, o conceito de desenvolvimento sustentável significa o aumento do consumo e a obtenção de um nível de vida mais alto. Para um país próspero, pode significar menos consumo e cuidadosamente considerado. (UNESCO, 1999)

Segundo a Unesco (1999) não é possível resolver o quebra-cabeça do desenvolvimento sustentável concentrando-se nas peças. Deve-se considerar um tema como um todo, analisando suas dimensões científicas e sociais, e não como uma série de problemas isolados. Neste contexto, sobressai a importância da educação e da participação social na busca de soluções e cresce em importância o papel do intelectual, aquele que, tomando consciência de que mudaram os eixos de nosso pensamento, com o declínio da ideologia do progresso e o nascimento de uma aguda consciência ecológica, não age como um mero produtor de conhecimento para iluminar a ação dos que politicamente decidem, mas age como ator político, um pensador que se baseia na lógica da argumentação e refutação, que transforma o sabido pela experiência imediata num saber novo, produzido e compreendido. Não aceita o falso dilema entre a tecnolatria e a tecnofobia, pois, inconformado com todo discurso racionalizador ou justificador do *status quo*, busca a reforma do pensamento, valorizando os conhecimentos interdisciplinares e promovendo, no ensino e na pesquisa, um espírito propriamente transdisciplinar (JAPIASSU, 2012).

Gichure (2007) afirma que a sociedade precisa mudar para além de simplesmente expressar seus pontos de vista e preferências e tentar influenciar decisões. Valores éticos e morais precisam ser inculcados em todos os processos de democratização (inclusive os de produção) e de escolha de líderes.

É preciso mudar a concepção de mundo, um salto estrutural para um novo paradigma. Uma mudança não só da perspectiva científica, mas também da vida cotidiana. Uma nova concepção de mundo que alcance cada aspecto da organização das sociedades: o planejamento urbano, os meios de transporte, as casas, o tipo de alimentação e de vestimenta, expressões materiais de uma mudança radical nos valores que regem o conjunto da vida social (SOHR, 2010). Cada nação luta por seus interesses e pedem sacrifícios das outras. A natureza dos sistemas políticos conspira contra os acordos internacionais de longo prazo. Cada país enfrenta múltiplos problemas domésticos e seus governos são eleitos para resolvê-los. Iniciar cruzadas por causas percebidas pelos eleitores como idealistas e distantes dão pouco crédito político.




Mas os cidadãos precisam aprender como exigir e conferir a prestação de contas de seus líderes por seus atos e suas políticas de longo prazo. A democracia tem de levar à boa Governança, boa política, e bem estar, valores que parecem estar em falta nas democracias atuais e nos modelos de desenvolvimento.

É preciso pensar a contradição entre os problemas cada vez mais globais, interdependentes e planetários, e a persistência de um saber especializado e fragmentado, contextualizando e avaliando os problemas sob todos os seus ângulos e em todas as suas dimensões, buscando um conhecimento interdisciplinar e multidisciplinar, que atuando nas fronteiras e ponto de contato entre as diversas ciências e unindo pesquisadores de diversos ramos do saber, recusa o “caráter territorial” do poder pelo saber e concebe um poder partilhado, num trabalho coletivo que chegue a transdisciplinaridade, atravessando as disciplinas, visando a criação de um campo de conhecimento onde seja possível um novo modelo de coexistência e diálogo (JAPIASSU, 2012).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conceito atual de natureza e de técnica e suas formas de apropriação, e que são uma das bases de nosso sistema econômico e moldam nossa cultura e sociedade, fizeram com que a percepção dos limites e da finitude dos recursos da Terra e a ideia de sustentabilidade sejam fenômenos relativamente recentes na história da humanidade. O desenvolvimento sustentável foi definido e descrito de diversas formas, não sendo uma noção fixa, sendo talvez um processo de mudança das relações entre os sistemas e processo sociais, econômicos e naturais.

A sustentabilidade, na prática, tem-se traduzido pela busca de uma adequação entre as exigências e as necessidades de desenvolvimento e preservação do meio ambiente, num equilíbrio que pode ser obtido tratando-se de reduzir as tensões ou aumentando a capacidade de sustento (UNESCO, 1999). Parece imprudente esperar que a ciência e a tecnologia encontrem uma solução para todos os problemas que a humanidade é capaz de criar, ou ater-se apenas nas soluções técnicas sem considerar a capacidade das sociedades humanas de se ajustarem às mudanças e às tensões que essas soluções podem impor. O “ponto de equilíbrio” é influenciado por muitos fatores, sendo sujeito a mudanças constantes. Infelizmente, a falta de percepção para a transdisciplinaridade da questão tem reduzido o debate entre ambientalistas, partidários da redução das tensões ambientais, e economistas, que defendem o aumento da capacidade de



sustento, quando a problemática ecológica transita entre a ciência, a filosofia e a política (GONÇALVES, 2011).

Na verdade, a implementação da sustentabilidade passa por um processo de discussão e comprometimento de toda a sociedade, uma vez que implica em mudanças no modo de agir dos agentes sociais. O sucesso das ações que devem conduzir a sustentabilidade dependerá em grande parte da influência da opinião pública, do comportamento das pessoas, e de suas decisões individuais. A questão não pode ser abordada apenas de uma ótica ecológica ou econômica, pois ela também abrange aspectos políticos, sociais, culturais e espaciais/territoriais. Os problemas sempre estão abertos a interpretações diferentes e é fundamental procurar entender as múltiplas perspectivas sobre um problema para assegurar um amplo envolvimento dos atores e grupos de forma transdisciplinar. E a resolução de um problema inevitavelmente leva à produção de outro problema porque os problemas são endêmicos e sempre haverá incertezas (GUIVANT, 2002) sendo, portanto, necessário um debate permanente e a contínua revisão dos modelos de desenvolvimento adotados pela sociedade, através dos questionamentos dos princípios que levaram ao seu desenvolvimento, incluindo-se aí as ideias que temos sobre natureza e técnica.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, George Albin R. de. Economia: criação de um modelo de economia ambientalmente sustentável. Disponível em: <www.aedb.br/seget/artigos06/251_artigo/20econeconomia.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2011.

ARNT, Ricardo. O que os economistas pensam sobre sustentabilidade. São Paulo: Editora 34, 2010. 285p.

BECK, Ulrich. The risk society. Towards a new modernity. Londres: Sage, 1992. 260p.

BECK, Ulrich; ZOLO, Danilo. A sociedade global do risco: uma discussão entre Ulrich Beck e Danilo Zolo. 1998. Disponível em: <<http://web2.cc.nctu.edu.tw>>. Acesso em: 23 out. 2010.

BELASCO, Warren. O que iremos comer amanhã? Uma história do futuro da alimentação. São Paulo: Senac, 2009. 414p.

BOFF, Leonardo. Coração ferido: a irracionalidade da razão. O Globo. 1º set. 2012. Disponível em: < <http://oglobo.globo.com/pais/noblat/posts/2012/07/30/coracao-ferido-irracionalidade-da-razao-por-leonardo-boff-457799.asp>>. Acesso em: 27 ago. 2012.

CECHIN, Andrei. A natureza como limite da economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen. São Paulo: Senac-Edusp, 2010. 264p.

DIAMOND, Jared. Colapso: como as sociedades escolhem o fracasso ou o sucesso. Rio de Janeiro: Record, 2007. 685p.

DIAS, Genebaldo Freire. Ecopercepção: um resumo didático dos desafios socioambientais. São Paulo: Gaia, 2004. 63p.

FERRY, Luc. A nova ordem ecológica: a árvore, o animal e o homem. Rio de Janeiro: Difel, 2009. 252p.

FEYERABEND, Paul. Contra o Método. São Paulo: Editora da UNESP, 2007. 5.ed. 374p.

FRIEDRICH, Otto. O fim do mundo. Rio de Janeiro: Record, 2000. 472p.

GICHURE, Peter. What influence do knowledge and ethical values have on political decision-making process? (cap.5, p.45-60) in: Jelenic, Josip; Vogel, Bernhard (org.) **Building values: the purpose of politics in the age of globalization**. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, 2007. 203p.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. Os (des)caminhos do meio ambiente. . São Paulo: Contexto, 2011. 148p.

GUIVANT, Julia. S. Sustentabilidade e métodos participativos: os riscos dos pressupostos realistas. Austrália: Congresso Mundial da International Sociological Association, Brisbane, 8-13 de julho de 2002. 12p.

HADOT, Pierre. O véu de Ísis: ensaio sobre a história da idéia de natureza. São Paulo, Loyola, 2006. 359p.

ISMAEL, Ricardo et al. Bertha Becker. **Cadernos do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento, v.7, n.10, jan.-jun.2012. p.252-267.


JAPIASSÚ, Hilton. A crise da razão, o papel do intelectual e a transdisciplinaridade. Palestras ministrada no curso Filosofia da Técnica e da Natureza do PPHCTE/UFRJ. Rio de Janeiro, 30 jul. 6 ago. 13 ago. 2012.

LÉVY, Pierre. As tecnologias da inteligência. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993. 203p.

MARTINS, Tais. O conceito de desenvolvimento sustentável e seu contexto histórico. 2003. Disponível em: <<http://jus.uol.com.br/revista/texto/5490/o-conceito-de-desenvolvimento-sustentavel-e-seu-contexto-historico>>. Acesso em 25 jun. 2011.

MATTOS, Carlos de Meira. Geopolítica e modernidade: geopolítica brasileira. Rio de Janeiro: Biblioteca o Exército, 2002. 155p.

MEADOWS, Donella H. et al. Limites do crescimento: a atualização de 30 anos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007. 335p.



PERRI, Flavio. A sustentabilidade depende de cada um de nós. 11º Congresso de Agribusiness. Anais... Rio de Janeiro: CNC, 2009. p.37-39.

PNUD. Desenvolvimento humano e IDH. 2011. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/idh/>>. Acesso em: 19 jul. 2011.

SCHWARTZ, Eugene S. A inflação da técnica: o declínio da tecnologia na civilização moderna. São Paulo: Melhoramentos, 1975. 311p.

SEIXAS, Sonia Regina da Cal et al. Mudanças ambientais globais e saúde: uma abordagem preliminar sobre o município de Caraguatatube, litoral norte paulista. **Teoria e pesquisa**. São Carlos: UFSCar, jul./dez. 2010. v.XIX n.2. p. 29-59.

SIMONDON, Gilbert. El modo de existência de los objetos técnicos. Buenos Aires, Prometeo, 2007. 280p.

SNOW, C.P. As duas culturas e uma segunda leitura. São Paulo, Edusp, 1995. 128p.

SOHR, Raúl. Chau, petróleo: el mundo y las energías del futuro. Buenos Aires: Debate, 2010. 367p.

UNESCO. Educação para um futuro sustentável: uma visão transdisciplinar para ações compartilhadas. Brasília: Unesco, 1999. 118p.

VALLE, Rogério de Aragão Bastos do. O paradigma da sustentabilidade lido a partir da teoria da modernidade. Palestra ministrada no curso Tópicos Especiais B – Seminários do PPHCTE/UFRJ. Rio de Janeiro, 28 jun. 2011.

VEYRET, Yvette (org.). Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007. 319p.

VIANA, Diego. Como será o amanhã. **Valor**, Rio de Janeiro, 17 ago. 2012. (caderno Eu & fim de semana. Ano 13, n.615).

CAPÍTULO 35

DOI: 10.47402/ed.ep.c202182834486

MODELAÇÃO DA APLICAÇÃO DE LEITOS DE SECAGEM NA DESIDRATAÇÃO DE LAMAS DE ETARs PARA PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Amaraldo Campos, UAN, LESRA, Faculdade de Engenharia da UAN, Angola
Anabela da Graça Alexandre Leitão, Doutor em Engenharia Química, FEUP e Professora
Universitária, Faculdade de Engenharia, UAN, Angola
Ramiro José Espinheira Martins, Doutor em Engenharia Química, FEUP e Professor
Universitário, IPB, Portugal

RESUMO

O processo de desidratação de lamas em Leitos de Secagem é uma tecnologia de baixo custo para tratamento e gestão das lamas produzidas em ETARs. Este estudo tem como objectivo principal ser um contributo na modelação matemática da aplicação dos leitos de secagem no processo de tratamento de lamas geradas numa Estação de Tratamento de Águas Residuais, baseando-se nas condições climáticas de países em via de desenvolvimento, caso especial de Angola. Foi projectada, construída, operada e monitorizada uma instalação piloto de tratamento de lamas, composta por seis tanques cilíndricos com um volume de 120 L e área superficial de 0,2 m², para desidratação de lamas produzidas na ETAR do Sequele (Luanda-Angola) e uma estação meteorológica portátil instalada no local da experiência para registo das condições climáticas. Para avaliar o funcionamento e a eficiência dos leitos de secagem foram realizados dois ciclos de desidratação de lamas em leitos de secagem em função do tempo de exposição ao ar, acompanhados da medição dos parâmetros meteorológicos e recolha de amostras (lama bruta, lama desidratada e água drenada) para medição laboratorial de parâmetros de controlo da carga poluente. Antes do arranque dos ensaios definiu-se o processo de revolvimento, nos tanques Tk2, Tk4 e Tk6, a fim de avaliar a influência deste procedimento no processo de desidratação. No I ciclo de desidratação, o valor de sólidos totais passou de 5,4% na lama bruta (LB) para 42,4% na lama desidratada (LD) e no II ciclo da desidratação, de 5,6% para 85%. No decurso do estudo, verificou-se que a remoção de água das lamas ocorreu essencialmente por dois fenómenos naturais, percolação e evaporação, com o consequente surgimento de gretas para acelerar o processo da remoção de água, bem como uma redução notável da espessura inicial da camada de lama e aumento da concentração de sólidos totais (ST) em função das condições climáticas do período. Os leitos de secagem foram eficientes na remoção da água drenada e na redução dos coliformes totais nas amostras da lama desidratada e do líquido drenado. Para os leitos de secagem com menor espessura inicial da camada de lama, o processo revelou-se mais eficiente, com a concentração de ST a aumentar de 5,6% (lama bruta) para 84,5% (lama desidratada).

PALAVRAS-CHAVE: Lamas de ETAR, Leitos de Secagem, Modelação Matemática, Desidratação de Lamas.



INTRODUÇÃO

A modelação matemática baseia-se nos conceitos e técnicas matemáticas que servem para analisar, interpretar e solucionar os problemas da vida real em toda sociedade. Países em via de desenvolvimento especialmente Angola, uma das causas de existência de várias doenças hídricas que originam maior número de mortalidade infantil é a falta de acesso ao saneamento básico que não corresponde às necessidades da população. Porque 90% de águas residuais produzidas não têm tratamento adequado e 55% da população não têm acesso ao saneamento básico. Para se reverter esta situação é necessário a construção de mais estações de tratamento de águas residuais para aumentar a cobertura do saneamento básico em todo território Angolano.

No entanto, o tratamento das águas residuais, origina um outro e grande problema, a gestão das lamas geradas numa ETAR. A legislação ambiental de alguns países já exige especificamente as técnicas do destino final de lamas nos processos de licenciamento. A desidratação das lamas geradas numa ETAR, representa uma etapa essencial do processo de tratamento de águas residuais, tem como objectivos: estabilização da matéria orgânica, redução de contaminação bacteriológica e aumento da concentração de sólidos. A redução de volume, traduz-se numa gestão mais facilitada para baixos custos de armazenamento, transporte e destino final. Existem várias tecnologias para tratamento de lamas. As técnicas naturais, como os leitos de secagem (LS), são processos simples com baixos custos operacionais, energéticos e de instalação, mas requerem condições climáticas favoráveis e maior espaço disponível em comparação com as tecnologias mecânicas (METCALF & EDDY, 2003).

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo experimental da desidratação de lamas de ETAR em leitos de secagem foi levado a cabo em Luanda–Angola pelas seguintes razões: condições climáticas favoráveis, baixo custo de operação/manutenção, recursos humanos pouco especializados, espaço barato e disponível.

A fase da construção, operação e monitorização do processo experimental á escala piloto, foi executado em cinco etapas. Primeira etapa - compactação do local da experiência e construção dos alicerces, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Segunda etapa - aquisição e montagem de seis tanques circulares com um volume de 120 litros e área superficial interna de 0,2 m²; obtenção do meio drenante dos leitos de secagem com a granulometria apropriada, instalação de tubagens e montagem da estrutura metálica para suporte dos leitos.

Figura 1: Compactação do local da experiência e construção dos alicerces.



Fonte: Autores.

De acordo com Sperling (2014), os leitos de secagem são geralmente tanques retangulares ou circulares, constituídos por meio de suporte e sistema de drenagem, sendo que a remoção de água é devida a percolação e evaporação (Figura 2).

Figura 2: Aquisição e montagem de 6 tanques circulares.



Fonte: Autores.

Terceira etapa - instalação de uma estação meteorológica portátil no local da experiência para medição e registo dos parâmetros meteorológicos relevantes para o processo (radiação solar, temperatura, humidade relativa do ar e velocidade do vento), conforme se mostra na Figura 3.

Figura 3: Instalação de uma estação meteorológica portátil no local da experiência.



Fonte: Autores.

Quarta etapa - recolha de amostra da lama bruta na ETAR do Sequele (Município do Cacucaco, província de Luanda – Angola) na linha de tratamento da fase sólida, na válvula de descarga do tanque de estabilização biológica de lamas.

Tendo homogeneizado previamente a amostra da LB, foram determinados alguns parâmetros de controlo da carga poluente em todos tanques (Tk1 - Tk6), para obter dados iniciais sobre as características da amostra da LB em cada tanque, a fim de avaliar o desempenho dos leitos de secagem em função do tempo da exposição ao ar face às condições climáticas durante o período dos ensaios. Importa inferir que o programa de controlo analítico na fase inicial de carregamento de lamas nos tanques, mostra a avaliação global das características da amostra da lama bruta e o grau de funcionamento do sistema experimental, conforme mostra a Figura 4.

Figura 4: Homogeneização e enchimento da amostra da lama bruta nos tanques.



Fonte: Autores.

Quinta etapa - arranque da operação e monitorização da experiência em dois ciclos de desidratação e espessamento da lama, durante um período de dois meses (Figura 5). Previamente ao arranque dos ensaios, definiu-se o processo de revolvimento das lamas nos tanques Tk2, Tk4 e Tk6, a fim de avaliar a influência deste procedimento na desidratação das lamas. O processo de revolvimento foi realizado no interior dos tanques durante os ensaios experimentais, decorreu do 1º a 10º dia, todas manhãs e uma vez por dia antes da recolha da amostra de lama desidratada.

A determinação analítica dos parâmetros relativos à carga poluente nas amostras da LD e do líquido drenado durante o processo, foi realizada no Laboratório de Engenharia da Separação, Reação Química e Ambiente (LESRA) e no Laboratório de microbiologia do Instituto Nacional de Investigação pesqueira (INIP), de acordo com os procedimentos analíticos definidos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005).

Figura 5: Arranque da operação e monitorização dos ensaios experimentais de desidratação da lama.



Fonte: Autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizados dois ciclos de desidratação de lamas em leito de secagem (LS): o I ciclo foi realizado de 14 de outubro a 14 de novembro de 2019 e o II ciclo foi realizado de 22 de dezembro de 2019 a 22 de janeiro de 2020. Durante a monitorização do processo foram seleccionados e medidos alguns parâmetros meteorológicos (radiação solar, temperatura, velocidade do vento e humidade relativa do ar). A radiação solar é a maior fonte de energia para a terra, sendo também o principal elemento e primordial na variação dos demais, pois é ela que desencadeia todo processo meteorológico afectando todos os elementos. Os parâmetros meteorológicos têm grande influência no processo de tratamento de lama em LS.

No I ciclo os valores dos parâmetros medidos são inferiores aos do II ciclo. Este facto, mostra que durante o processo registou-se alguma variação climática. Neste contexto, com base os resultados obtidos, pode se inferir que as condições climáticas de Angola são favoráveis para o tratamento de lamas em LS e o problema de saneamento pode ser resolvido utilizando os meios naturais disponíveis. Os valores meteorológicos médios obtidos no I e II ciclos, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores dos parâmetros meteorológicos registados durante os Ciclos I e II.

Parâmetro	Ciclo I	Ciclo II
Temperatura (°C)	30,2 ± 0,5	31,7 ± 0,5
Radiação solar (w/m ²)	457 ± 22	993 ± 29
Humidade relativa do ar (%)	65,5 ± 1,30	65,6 ± 1,6
Velocidade do vento (m/s)	1,28 ± 0,11	1,58 ± 0,19

Fonte: Autores.

Durante os ensaios foram seleccionados e medidos alguns parâmetros de controlo da carga poluente (pH, ST, SST, CQO, Azoto Total, Fósforo Total e Coliformes Totais) em

amostras da LB, LD e líquido drenado. Os valores médios obtidos dos parâmetros de controlo durante o I e II ciclos de desidratação são mostrados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 3: Parâmetros de controlo da carga poluente para avaliação do desempenho dos LS durante o ciclo I.

Parâmetro	Lama bruta	Lama desidratada
ST (%)	5,4 ± 0,1	42,4 ± 2,9
pH	7,7 ± 0,1	7,2 ± 0,2
CT (MNP/100 mL)	> 240	49 ± 14
CQO (mg O ₂ /L)	355 ± 5	104 ± 16
Fósforo Total (mg P/L)	206 ± 0,1	----
Azoto Total (mg N/L)	805 ± 1	----

Fonte: Autores.

Tabela 4: Parâmetros de controlo da carga poluente para avaliação do desempenho dos LS durante o ciclo II.

Parâmetro	Lama bruta	Lama desidratada
ST (%)	5,6 ± 0,11	84,5 ± 3,3
pH	7,9 ± 0,1	7,4 ± 0,5
CT (MNP/100 mL)	> 240	47 ± 14
CQO (mg O ₂ /mL)	4314 ± 4	94 ± 16
Fósforo Total (mg P/L)	209 ± 1	----
Azoto Total (mg N/L)	804 ± 1	----

Fonte: Autores.

Os resultados obtidos dos parâmetros de controlo de carga poluente para avaliação do desempenho dos LS, são satisfatórios. Os leitos de secagem foram eficientes na remoção da carga poluente e no aumento da concentração do teor de sólidos da lama. No I ciclo a concentração de ST passou de 5,4% na LB para 42,4% na LD e no II ciclo a concentração de ST passou de 5,6% na LB para 84,5% na LD. Durante o tempo de exposição ao ar, os LS com menor espessura da camada inicial de lama tiveram maior desempenho no processo em comparação com os LS com maior espessura de camada inicial de lama. A lama tratada não deve permanecer nos LS com uma concentração de ST superior a 35%, porque promove o crescimento de vegetação e dificulta a sua remoção (ANDREOLI et al, 2007). Os valores médios dos parâmetros da amostra do líquido drenado do sistema piloto durante o I e II ciclos, foram comparados com os valores limites de emissão (VLE) na descarga de efluentes, com base o enquadramento legal da legislação Angolana em vigor (Decreto Presidencial 261/11, 2011). Durante o processo experimental, verificou-se que os resultados obtidos do líquido drenado satisfazem os VLE da legislação angolana em vigor para descarga de efluentes no meio hídrico com segurança. Isto significa que a desaguamento de lamas em leitos de secagem pode ser feita

sem causar perturbações ao nível do ecossistema, conforme os resultados ilustrados na Tabela 5.

Tabela 5: Comparação dos valores do líquido drenado à saída do sistema com os VLE na descarga do efluente no enquadramento legal (legislação de Angola).

Parâmetro	Drenado do ciclo I	Drenado do ciclo II	VLE
pH	7,1 ± 0,3	7,1 ± 0,5	6,5 – 8,5
CT (MNP/100 mL)	9,9 ± 3,7	9,7 ± 3,4	----
SST (mg/L)	6,6 ± 1,1	5,2 ± 1,8	60
CQO (mg O ₂ /mL)	104 ± 16	87 ± 16	150
Fósforo Total (mg P/L)	3,1 ± 1,1	2,8 ± 0,7	3,0
Azoto Total (mg N/L)	13,5 ± 2,2	12,9 ± 1,9	15

Fonte: Autores.

CONCLUSÕES


O desempenho da instalação experimental à escala piloto, no processo de tratamento das lamas em LS durante os dois ciclos de desidratação, foi bastante satisfatório. O teor de sólidos totais da lama passou de 5,6% na LB para 84,5% na LD, nas condições do ciclo II de desidratação.

Para os ensaios com menor espessura inicial da camada de lamas e com revolvimento, foram registados melhores resultados, relativamente aos tanques onde não ocorreu esse procedimento. No ciclo I o valor médio da concentração de ST passou de 5,4% na LB para 42,4% na LD e no ciclo II, de 5,6% para 85%.

Verificou-se ainda para os parâmetros determinados no líquido drenado, que os valores obtidos estão em conformidade com os valores limites de descarga definidos no enquadramento legal do Decreto presidencial 261/11, de 6 de outubro 2011.

O processo de tratamento de lamas de ETAR em LS revelou-se eficiente na remoção da carga poluente da lama desidratada e do líquido drenado, conferindo-lhes maior qualidade para valorização.

A utilização desta tecnologia, com reduzido custo de investimento, baixo custo operacional e mão de obra pouco especializada, para o tratamento de lamas em pequenas



localidades e zonas rurais, pode ser transposta para outros países em vias de desenvolvimento, com condições climáticas similares às de Angola.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V.; SPERLING, M.; FERNANDES, F. (2007). *Biological Wastewater Treatment Sludge*, v. 6, IWA Publishing, London, 2007.

APHA. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, Merican Water Works Association and Water Environmental Federation, Washington DC: United States of America, 1998.

BARCELOS, S. S. *Aplicação de Leitos de Secagem no Tratamento do Efluente do Cultivode Litopenaeus Vannamei em Bioflocos*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

Decreto Presidencial nº 261/11, Diário da República n.º193. *Regulamento sobre a Qualidade de Água*. Luanda, Angola, 2011.

DAVIS, L. M. *Water and Wastewater Engineering: Design Principles and Practice*. McGraw-Hill Education, New York, 2010.

METCALF & EDDY. *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse 4th Edition*. McGraw-Hill Education, 2003.

SPERLING, V. M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. v. 4, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014.

CAPÍTULO 36

DOI: 10.47402/ed.ep.c202182935486

TRATAMENTO ANAERÓBIO E POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE METANO DE UM EFLUENTE AGROINDUSTRIAL EM REATOR UASB

Tatiane Chitolina Mansano, Mestre em Engenharia Química, ESTiG-IPB
Simone Delezuk Inglez, Doutora em Ciências na área de Química Analítica e Inorgânica, Universidade São Paulo e Professora Universitária, UTFPR
Ramiro José Espinheira Martins, Doutor em Engenharia Química, FEUP-Portugal e Professor Universitário, ESTiG-IPB


RESUMO

O rápido crescimento da população e a crescente necessidade de alimentos, tem levado a um aumento do volume gerado de efluentes agroindustriais. A descarga inadequada desses efluentes afeta significativamente a qualidade dos recursos hídricos. Dessa forma, torna-se imperioso investir em processos de tratamento dos efluentes agroindustriais, em particular processos de baixo custo. Nesse contexto, o presente estudo compreende a concepção e construção de um reator UASB e otimização do tratamento por digestão anaeróbia do efluente bruto da produção de castanha pela empresa agroindustrial Sortegel. A eficiência do sistema foi avaliada mediante a determinação/monitorização dos parâmetros Carência Química de Oxigênio (CQO), Carência Bioquímica de Oxigênio (CBO₅), Sólidos Suspensos Totais (SST), taxa de produção e qualidade (% de metano) do biogás. O reator foi alimentado durante 25 semanas e operado em condições mesofílicas (temperatura 30-40 °C). Foram testados diferentes valores para o tempo de retenção hidráulica (HRT) e caudal volumétrico (QV): 0,66 d (QV=1509 L.m⁻³.d⁻¹); 1,33 d (QV=755 L.m⁻³.d⁻¹); 2,41 d (QV=415 L.m⁻³.d⁻¹). A eficiência média de remoção de CQO alcançou valores de 69%, 82% e 75%, respectivamente e, simultaneamente, a eficiência de remoção de CBO₅ associada foi de 84%, 91% e 70%. Relativamente ao teor de SST, os valores de remoção foram 78%, 94% e 63%. A taxa de produção de metano situou-se entre 2500 e 4800 L.CH₄.kg⁻¹ CQO removido.d⁻¹. Para o conjunto dos tempos de retenção hidráulico testados, foram registadas elevadas concentrações de metano no biogás gerado: 66 - 75%, 70% e 75% para HRT de 0,66, 1,33 e 2,41 dias, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente agroindustrial; digestão anaeróbia; metano; reator UASB, economia circular.

INTRODUÇÃO

Por muitos anos a castanha foi utilizada como um recurso para a sobrevivência na Ásia, Europa do Sul e Norte da África. Atualmente a produção de castanhas na Europa e Ocidente não é mais uma fonte de subsistência, mas continua a desempenhar um papel importante na



alimentação, obtenção de madeira e valorização da paisagem. Portugal foi o terceiro maior produtor de castanha na Europa (UE 28) e o sétimo a nível mundial em 2013, com uma produção anual de 24700 t, sendo o norte do País responsável por 84% da produção [1].

A produção industrial de castanha origina efluentes líquidos e seu descarte inadequado tem como uma das consequências a diminuição da qualidade de água potável para áreas urbanas [2]. Dessa forma, torna-se necessário haver intervenções das entidades governamentais, através de normas, políticas nacionais do ambiente e coimas aplicadas pelo não cumprimento das leis [3]. Neste âmbito, torna-se imprescindível para a sobrevivência no mercado, a implementação de meios de tratamento convencionais dos efluentes, com custos mínimos que, garantindo a qualidade e comercialização do produto, combinem a depuração dos efluentes com a produção de energia renovável [4].

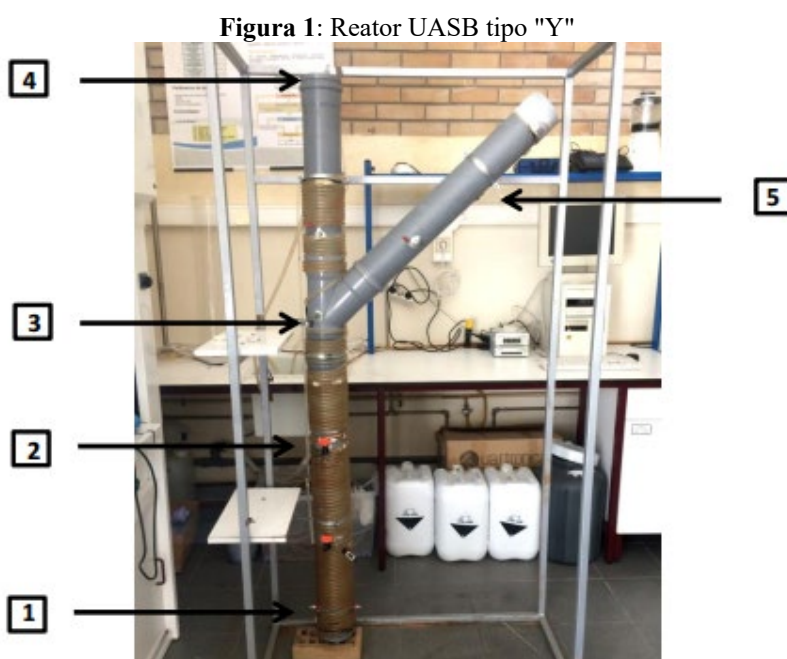
A digestão anaeróbia vem sendo implantada como uma alternativa adequada, muito eficiente e de baixo custo [5]. Esta tecnologia é muito utilizada no processo de tratamento de águas residuais, onde, em condições anaeróbias e mesofílicas, os microrganismos anaeróbios convertem a matéria orgânica em um material mais estabilizado gerando como coproduto o biogás que pode ser utilizado para a geração de energia elétrica e energia térmica [6][7]. Este tratamento pode ser realizado utilizando um reator de leito de lama de fluxo ascendente (UASB - Upflow Anaerobic Sludge Blanket), que mantém um leito de lama com maior concentração de biomassa no fundo, melhorando a eficiência do processo [8].

Neste estudo foi avaliada, num reator UASB à escala laboratorial, a eficiência de tratamento do efluente da empresa agroindustrial Sortegel, mediante a monitorização da Carência Química de Oxigénio (CQO), Carência Bioquímica de Oxigénio ao fim de cinco dias a 20 °C (CBO₅) e Sólidos Suspensos Totais (SST), e ainda da determinação da qualidade (% de metano) e da taxa de produção de biogás.

MATERIAIS E MÉTODOS

O reator utilizado foi do tipo UASB em “Y”, construído a partir de tubos de PVC com diâmetro de 10 cm e um volume útil de 16 litros. Como inóculo (fonte de biomassa) foi utilizada lama proveniente do digestor anaeróbio da estação de tratamento de águas residuais (ETAR) de Bragança – Portugal, que ocupou 6,2 L (39% do volume útil).

Conforme se pode ver na Figura 1, a entrada do substrato acontece no ponto 1 através de uma bomba peristáltica (WATSON 120S), sendo a alimentação feita em regime semi-contínuo, com o tempo de funcionamento da bomba controlado por um temporizador. Após o escoamento ascendente, a corrente líquida, já estabilizada, passa pelo separador trifásico e sai pela tubagem inclinada (ponto 5). O biogás gerado é coletado no ponto 4, quantificado através de um dispositivo de polietileno, em forma de “H”, que mede através de impulsos elétricos o volume produzido, sendo a concentração de CH₄ medida por um sensor de metano (BlueSens, BCSC_H4, biogás). O reator está revestido por uma mangueira em forma de serpentina, por onde circula água quente de modo a manter a temperatura dentro do reator entre 30 e 40°C. A temperatura interna é monitorizada através de dois termopares (marca Multi) localizados no ponto 3 e entre os pontos 1 e 2.



Fonte: Autores.

O reator foi alimentado com efluente agroindustrial durante 25 semanas e operado em condições mesofílicas (temperatura 30 - 40 °C). Foram testados diferentes valores para o tempo de retenção hidráulica (TRH) (ou caudal volumétrico - QV): 2,41 d (QV=415 L.m⁻³ reator.d⁻¹) – semanas 1 a 16; 1,33 d (QV=755 L.m⁻³ reator.d⁻¹) – semanas 17 a 23; 0,66 d (QV=1509 L.m⁻³ reator.d⁻¹) – semanas 24 a 25. A frequência das análises para o controlo dos parâmetros físico-químicos e os métodos analíticos utilizados para a determinação desses parâmetros são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros monitorizados e frequência de amostragem

Parâmetro	Frequência de Amostragem			Método analítico
	Entrada do Reator	Reator	Saída do Reator	
pH	Diário	Diário	Diário	4500 H ⁺ B [9]
Temperatura	Diário	Diário	Diário	-
Sólidos Totais (ST)	Semanal	Mensal	-	2540 B [9]
Sólidos Fixos (SF)	Semanal	Mensal	-	2540 E [9]
Sólidos Voláteis (SV)	Semanal	Mensal	-	2540 E [9]
Sólidos Suspensos Totais (SST)	Semanal	-	Semanal	2540 D [9]
Alcalinidade	Semanal	Semanal	Semanal	2330 B [9]
Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO ₅)	Semanal	-	Semanal	5210 B [9]
Carência Química de Oxigénio (CQO)	Semanal	-	Semanal	5220 C [9]
Ácidos Gordos Voláteis (AGV)	Semanal	Semanal	Semanal	[10]

Fonte: Autores.

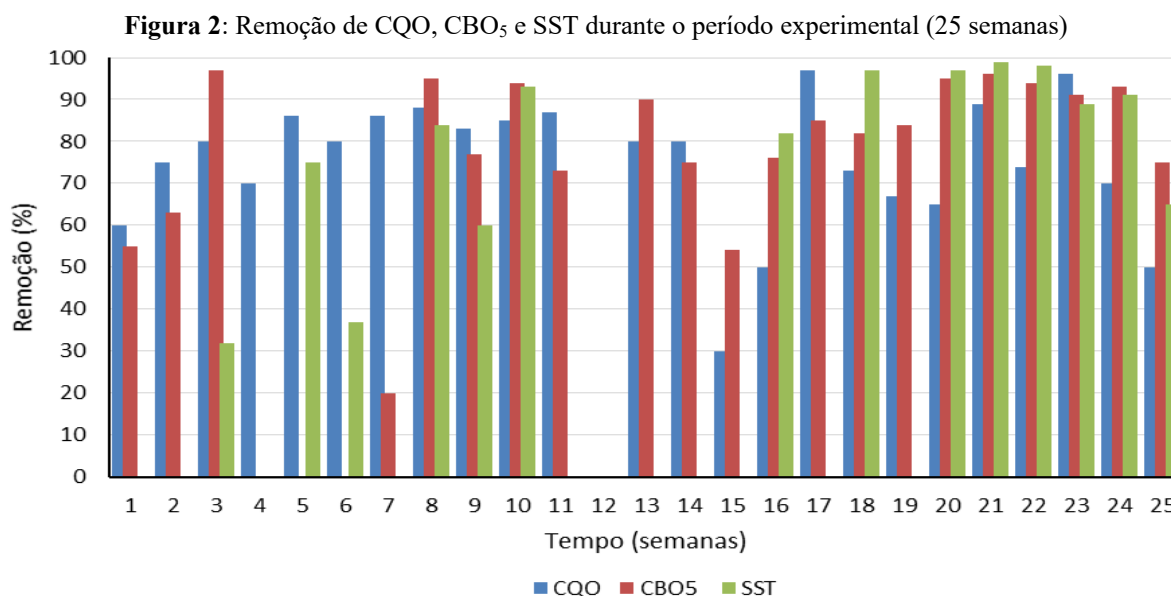
RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH ótimo para o crescimento microbiano deve estar na faixa de 6,5 a 8,2 [11], fato registado no interior do reator UASB na maior parte do tempo de operação, em que o pH variou de 5,6 a 8,0. Para a alimentação o pH variou na gama 4,9 - 8,1, valor usual para a generalidade dos efluentes industriais [12]. A alcalinidade interfere diretamente no pH pois proporciona o efeito tampão quando há produção de ácidos na digestão anaeróbia, pelo que é necessário mantê-la entre 2000 a 5000 mg.L⁻¹ de CaCO₃ [13]. Para compensar a baixa alcalinidade e pH ácido do substrato foi adicionado bicarbonato de sódio à alimentação.

Outro parâmetro monitorado foi a concentração de ácidos gordos voláteis (AGV) que podem inibir o potencial de degradação da biomassa para valores superiores a 1500 mg.L⁻¹ [14]. É de referir que valores entre 1200-9900 mg.L⁻¹ podem inibir parcialmente a fase metanogénica e valores acima de 5800 mg.L⁻¹ provocam inibição total [15]. Para os três pontos de controlo, entrada, saída e no interior do reator, os valores registados não excederam os 300 mg.L⁻¹. Além disso, o acompanhamento diário da temperatura interna do reator mostrou que o sistema de

aquecimento permitiu manter a temperatura entre 15 e 45 °C, na maior parte do tempo dentro da gama mesófila.

Para os diferentes tempos de retenção hidráulica (HRT), 0,66 d (QV=1509 L.m⁻³.d⁻¹), 1,33 d (QV=755 L.m⁻³.d⁻¹) e 2,41 d (QV=415 L.m⁻³.d⁻¹), foram obtidas remoções médias da carência química de oxigénio de 69% (gama 50% - 70%), 82% (gama 65% - 97%) e 75% (gama 60% - 88%), respetivamente (Figura 2).



Fonte: Autores.

Verifica-se que se trata de um resultado satisfatório ao comparar com o trabalho realizado por Khan et al. [16] em que num estudo em diversos países utilizando o reator UASB foram obtidas remoções de CQO entre 50 a 90%. Além disso, foram registados valores da CQO inferiores a 150 mg.L⁻¹ entre a 5^a e 13^a semana (com QV de 416 L.m⁻³.d⁻¹), cumprindo-se o estipulado no decreto-lei nº236/98 [17].

Além disso, foram obtidas percentagens médias de remoção de CBO₅ de 84% (75 a 93%), 91% (76 a 96%) e 70% (55 a 97%) para os valores de HRT de 0,66 d, 1,33 d e 2,41 d, respetivamente (Figura 2). Na alimentação, a CBO₅ variou de 60 a 1850 mg O₂.L⁻¹, tendo-se registado para o efluente tratado valores no intervalo 6 a 832 mg O₂.L⁻¹. Entre a 5^a e 13^a semana (QV = 415 L.m⁻³.d⁻¹) registaram-se valores entre 100-150 mg O₂.L⁻¹. Nesse período, quer a CBO₅, quer a concentração de SST no efluente clarificado, mostraram a necessidade de um pós-tratamento para cumprir os limites de descarga no meio hídrico.

De acordo com a Tabela 2, pode concluir-se que a remoção de CQO e CBO₅ alcançaram valores similares aos encontrados na literatura. Relativamente ao teor de SST, a remoção foi superior a valores encontrados na literatura para outros tipos de efluentes. Além disso, as remoções de SST, CQO e CBO₅ foram maiores para uma carga orgânica volumétrica (COV) de 1,64 Kg CQO.m⁻³.d⁻¹ e notou-se um melhor desempenho do reator para TRH = 1,33 d (QV=755 L.m⁻¹.d⁻¹).

Tabela 2: Resultados da literatura e obtidos neste estudo, para a remoção de CQO, CBO₅ e SST.

Efluente	COV (kg CQO. m ⁻³ .d ⁻¹)	CQO (% rem.)	CBO ₅ (% rem.)	SST (% rem.)	Ref.
	0,9	-	53	46	[18]
Efluente doméstico	2,3	57	64	64	[19]
	7,8	70	-	74	[20]
	10,4	39	-	34	[20]
Águas residuais domésticas e laticínios	3,4	69	79	72	[21]
Águas residuais sintéticas	4,0	90-92	94-96	-	[22]
	0,59	75	73	66	Nes
Efluente agroindustrial	1,64	80	90	96	te
	7,85	60	84	78	estudo

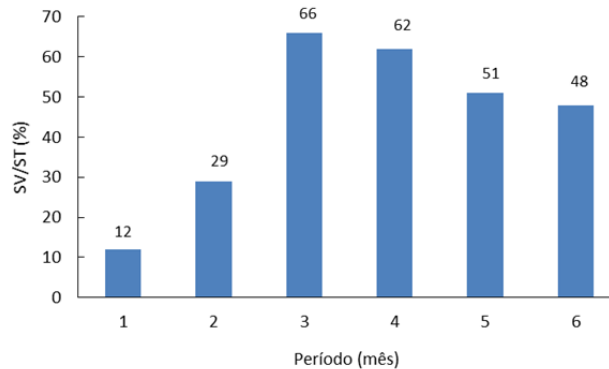
Fonte: Elaborado pelos Autores.

Em relação ao teor de ST foram obtidos valores mínimos de 316 mg.L⁻¹ e 719 mg.L⁻¹ e valores máximos foram 3107 mg.L⁻¹ e 1738 mg.L⁻¹ para a alimentação e no interior do reator, respetivamente. Em estudos realizados por Al-Jamal e Mahmoud (2009), ao tratarem águas residuais domésticas num reator UASB, as amostras apresentaram valores de ST superiores, na gama 53,9 a 66,9 g.L⁻¹.

A razão SV/ST é um indicador indireto da concentração de biomassa no reator, sendo um valor mínimo de 0,67 considerado adequado para um bom desempenho do sistema [23]. Ao estudar o tratamento de efluente doméstico combinado com efluente de uma indústria de laticínios, utilizando um reator UASB, Tawfik et al. (2008) obtiveram para SV/ST valores da ordem de 0,66 [21]. A Figura 3 permite observar que entre o 3º e o 4º mês a razão situa-se perto do valor 0,67, o que pressupõe um bom desempenho do reator. Fato que é, aliás, confirmado pelos valores médios de remoção de CQO (82%) e a CBO₅ (91%), obtidos nesse período (Figura 2).

Conforme mostra a Figura 4, a produção de biogás chegou a atingir cerca de 4700 L.kg⁻¹ CQO alimentação.d⁻¹, enquanto a produção máxima de metano foi de cerca de 2400 L.kg⁻¹ CQO alimentação.d⁻¹ (valores obtidos na semana 19).

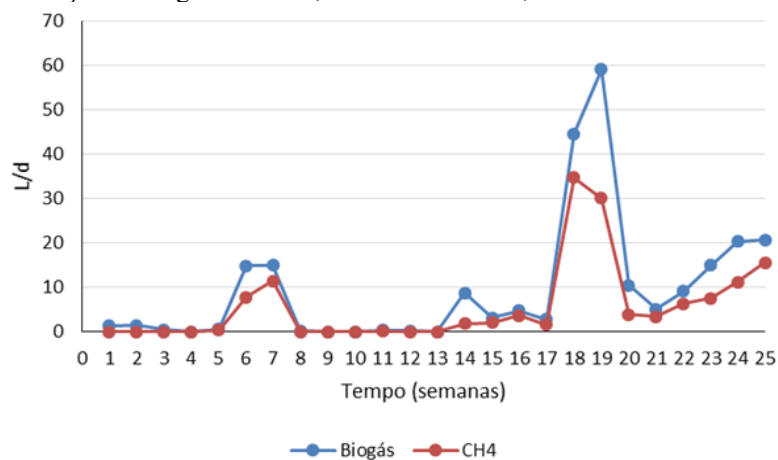
Figura 3: Razão SV/ST no interior do reator UASB.



Fonte: Autores.

A ordem de grandeza dos valores registados nas semanas 18 e 19 (Figura 4) está correlacionada com a concentração de CQO do efluente nesse período (valores de CQO em torno de 3000 mg.L⁻¹), enquanto que para as restantes semanas em que a concentração de biogás gerado foi inferior, a CQO apresentou valores em torno de 900 mg.L⁻¹.

Figura 4: Produção de biogás e metano, num reator UASB, durante as 25 semanas do estudo.

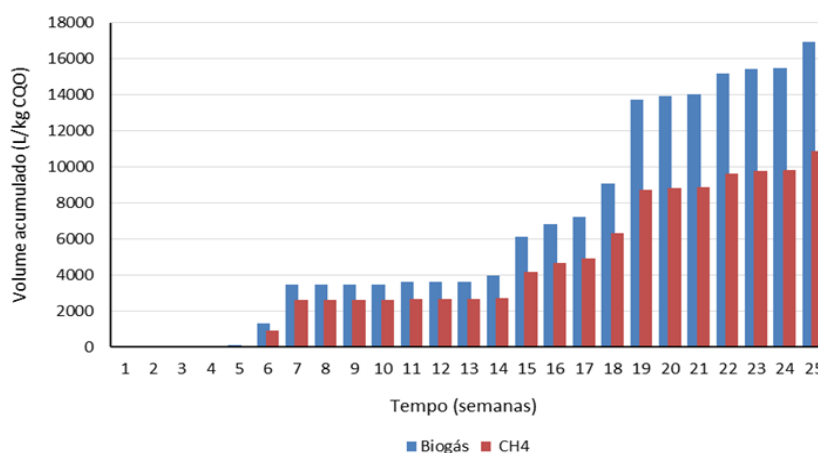


Fonte: Autores.

A Figura 5 mostra a produção acumulada de biogás e metano. As concentrações médias de metano no biogás gerado foram ao longo do estudo de 33%, 58% e 65% para TRH de 0,66, 1,33 e 2,41 d, respetivamente. Porém, durante determinados períodos, a percentagem de CH₄ no biogás chegou a atingir valores entre 70 e 80%. Para sistemas de cogeração o teor de metano no biogás não pode ser inferior a 40-45%, pois teores baixos impedem a operação dos motores

[24]. Atendendo a que as características do substrato variam ao longo do tempo, tal pode justificar as quedas na percentagem de metano, o que pode comprometer o sistema.

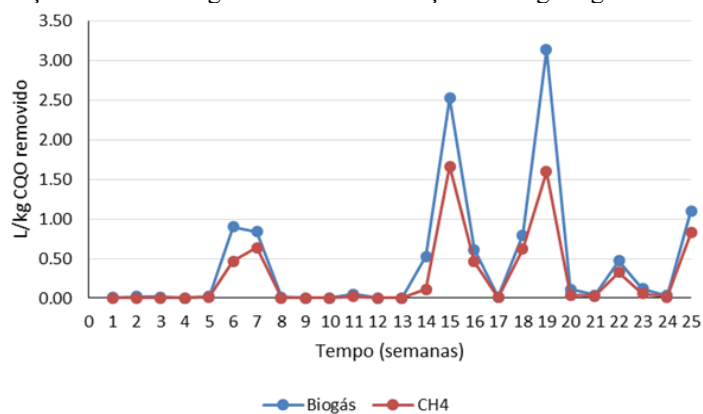
Figura 5: Produção acumulada de biogás e metano.



Fonte: Autores.

A Figura 6 apresenta valores para o volume de biogás e metano produzido por massa de carga orgânica removida, expressa em termos de CQO. Durante todo o estudo a produção média diária foi de 0,47 e 0,33 L.kg⁻¹ de CQO removida para biogás e metano, respetivamente. Os valores são relativamente reduzidos, mas admite-se que tal possa ser devido à elevada variabilidade da composição do efluente industrial (CQO variou entre 80 e 10000 mg O₂.L⁻¹).

Figura 6: Produção diária de biogás e metano em função da carga orgânica removida (CQO).



Fonte: Autores.

Foi registada uma produção máxima de biogás e metano, respetivamente, de 59 e 30-35 L.d⁻¹ (para QV = 755 L.m⁻³ reator.d⁻¹), a que correspondem 3,1 e 1,7 L.kg⁻¹ CQO removida.

CONCLUSÕES

O reator UASB pode ser usado no tratamento primário de um efluente agroindustrial de produção de castanha, obtendo-se valores muito satisfatórios de remoção de CQO, CBO₅ e SST para caudais volumétricos de 415 a 1509 L.m⁻³.d⁻¹.

Permite simultaneamente uma valorização energética do processo, associada à elevada taxa de produção de metano registada em períodos significativos, 2500 a 4800 L CH₄.Kg⁻¹ CQO removido.d⁻¹.

Apesar da elevada variabilidade da carga orgânica do efluente, foram obtidas eficiências médias de remoção de CQO de 75%, 82% e 69%, para QVs de 415, 755 e 1509 L.m⁻³.d⁻¹, respetivamente. Para QV 415 L.m⁻³.d⁻¹ e COV aplicada ao reator a variar na gama 0,03 a 1,3 kg CQO.m⁻³.d⁻¹, a eficiência de remoção de CQO revelou-se praticamente independente deste parâmetro. O aumento de QV aplicado para 755 L.m⁻³.d⁻¹ proporcionou remoções mais elevada, 65 a 97%, evidenciando uma relação direta com a maior ordem de grandeza de COV aplicada ao reator, próximos de 2 kg CQO.m⁻³.d⁻¹

Relativamente à remoção de CBO₅, a eficiência média para QV de 415, 755 e 1509 L.m⁻³.d⁻¹ foi de 70%, 91% e 84%, respetivamente, sendo um fator relevante no bom desempenho do processo de digestão anaeróbia, as baixas concentrações de Ácidos Gordos Voláteis (120, 50 e 24 mg.L⁻¹, respetivamente).


REFERÊNCIAS

Rosa, D., Figueiredo, F., Castanheira, É., Feliciano, M., Maia, F., Santos, J., Silva, A.P., Trindade, H. & Freire, F. (2015). Life-Cycle greenhouse gas assessment of Portuguese chestnut. Conference on Energy for Sustainability 2015-Sustainable Cities: Designing for People and the Planet, May 14-15, Coimbra, Portugal.

Sun, Y., Chen, Z., Wu, G., Wu, Q., Zhang, F., & Niu, Z. (2016). Characteristics of water quality of municipal wastewater treatment plants in China: Implications for resources utilization and management. *Journal of Cleaner Production*, 131, 1–9.

Fernandes, G. F., & Oliveira, R. A. (2006). Desempenho e processo anaeróbio em dois estágios (Reator compartimentado seguido de reator UASB) para tratamento de águas residuárias de suinicultura. *Engenharia Agrícola*, 26, 243-256.

Lansing, S., Botero, R. B., & Martin, J. F. (2008). Waste treatment and biogas quality in small-scale agricultural digesters. *Bioresource Technology*, 99, 5881-5890.



Vieira, G. E., & Alexandre, G. P. (2014). Tratamento, caracterização e obtenção de bio-óleo combustível a partir da pirólise termocatalítica de lodo de esgoto doméstico. *Revista Liberato*, 14, 01-104.

Szarblewski, M. d., Schneider, R. d., & Machado, E. L. (2012). Métodos para a remoção de sulfeto de hidrogênio de efluentes. *Revista Jovens pesquisadores*, 62-74.

Chen, Y., He, J., Mu, Y., Huo, Y.-C., Zhang, Z., Kotsopoulos, T. A., et al. (2015). Mathematical modeling of upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactors: Simultaneous accounting for hydrodynamics and bio-dynamics. *Chemical Engineering Science*, 137, 677-684.

Batstone, D., & Jensen, P. (2015). Anaerobic Processes. *Water-quality Engineering*, 4, 615-639.

APHA. Standard Methods for the examination of water and wastewater (2012). American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th Edition, Washington.

Buchauer, K. (1998). A comparison of two simple titration procedures to determine volatile fatty acids in influents to wastewater and sludge treatment processes. *Water S. A*, 24(1), 49-56.

Maria, J. S. (2015). Tratamento Anaeróbio do Efluente da Indústria de Laticínios usando um Reactor UASB. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Universidade Agostinho Neto, Luanda, Angola.

Bustillo-Lecompte e Mahrab Mehrvar (2015). Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances, *Journal of Environmental Management* 161, 287-302.

Linville, J. L., Shen, Y., Schoene, R. P., Nguyen, M., & Urgun-Demirtas, M. (2016). Impact of trace element additives on anaerobic digestion of sewage sludge with in-situ carbon dioxide sequestration. *Process Biochemistry*, 51, 1283-1289.


García-Sandoval, J. P., Méndez-Acosta, H. O., González-Alvarez, V., Schaum, A., & Alvarez, J. (2016). VFA robust control of an anaerobic digestion pilot plant: experimental implementation. *IFAC-Papers online*, 49 (7), 973-977.

Shi, X., Lin, J., Zuo, J., P. L., Li, X. & Guo, X. (2016). Effects of free ammonia on volatile fatty acid accumulation and process performance in the anaerobic digestion of two typical bio-wastes. *Journal of Environmental Sciences* (online 31 julho 2016).

Khan, A. A., Gaur, R. Z., Tyagi, V., Khursheed, A., & Lew, B. (2011). Sustainable options of post treatment of UASB effluent treating sewage: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 55, 1232-1251.

Decreto-Lei nº 236/98 (1998). *Diário da República*, 3676-3722

Halalsheh, M., Sawajneh, Z., Zu'bi, M., Zeeman, G., Lier, J., Fayyad, M., et al. (2005). Treatment of strong domestic sewage in a 96 m³ UASB reactor operated at ambient temperatures: two-stage versus single-stage reactor. *Bioresource Technology*, 96, 577-585.



Moawad, A., Mahmoud, U., El-Khateeb, M., & El-Molla, E. (2009). Coupling of sequencing batch reactor and UASB reactor for domestic wastewater treatment. *Desalination*, 242, 325-335.

Moharram, M., Abdelhalim, H., & Rozaik, E. (2015). Anaerobic up flow fluidized bed reactor performance as a primary treatment unit in domestic wastewater treatment. *HBRC Journal*, 12(1), 99–105.

Tawfik, A., Sobhey, M., & Badawy, M. (2008). Treatment of a combined dairy and domestic wastewater in an up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor followed by activated sludge (AS system). *Desalination*, 227, 167-177.

Singh, K. S., Harada, H. & Viraraghavan, T. (1996). Low-strength wastewater treatment by a UASB reactor. *Bioresource Technology*, 55, 187-194.

Al-Jamal, W., & Mahmoud, N. (2009). Community onsite treatment of cold strong sewage in a UASB-septic tank. *Bioresource Technology*, 100, 1061-1068.

Probiogás. (2010). Guia prático do Biogás: Geração e Utilização. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR).

CAPÍTULO 37

DOI: 10.47402/ed.ep.c202183036486


AVALIAÇÃO DO USO DE COAGULANTES NATURAIS DA SEMENTE DE *MORINGA OLEIFERA* NA DESIDRATAÇÃO DE LAMAS DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

Ramiro José Espinheira Martins, Doutor em Engenharia Química, FEUP e Professor Universitário, IPB

Gustavo Eiji Higawa, Mestrando em Tecnologia Ambiental, IPB

RESUMO

A água é um dos recursos naturais mais vitais para o desenvolvimento da humanidade, estando presente no dia a dia de todas as pessoas das mais variadas formas, e a sua qualidade depende da maioria das atividades humanas, de referir a descarga de águas residuais sem tratamento ou parcialmente tratados, que causam problemas ao meio ambiente e à saúde humana. Para evitar estes problemas estes efluentes devem ser direcionados para estações de tratamento de águas residuais para poderem retornar à natureza. Durante o processo de tratamento há a produção de lamas, que face ao seu volume e características têm de ser tratadas antes da sua deposição. Um dos processos mais importantes no tratamento de lamas é o processo de desidratação, cuja eficácia é melhorada mediante o uso de coagulantes. Sendo os químicos à base de ferro e alumínio, mas devido ao custo de produção e os impactos causados no ambiente resultantes do seu uso, estes têm perdido a sua popularidade. Neste cenário o uso de *Moringa oleifera* como substituto tem ganhado força, por possuir menor custo, ter menor impacto ambiental e por ter apresentado resultados equivalentes ao dos condicionantes químicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar duas formas de preparação do coagulante a partir de sementes de *Moringa oleifera*: pó da semente, sem e com extração prévia do óleo, em solução de NaCl 1M, MO-NaCl e MOE-NaCl, respetivamente, e comparar a eficácia com o sulfato de alumínio (Al₂). O experimento foi feito extraindo o coagulante das sementes, para ser usado em ensaio de coagulação usando o equipamento de *jar test*, para então passar as colunas de desidratação, variando quer a concentração do coagulante (5, 10, 25 e 50 mL/L_{lama}), quer a altura da lama na coluna (10, 20 e 40 cm), para verificar as condições ideais. Os parâmetros analisados foram a concentração de sólidos na lama espessada, turvação do filtrado e taxa de drenagem. Os resultados mostram que o coagulante MOE-NaCl, proporcionou um melhor desempenho relativamente aos outros dois coagulantes em termos da concentração de sólidos, sendo que o máximo valor apresentou um aumento de 2146%, além disso, todos os coagulantes apresentaram comportamento semelhante com relação à altura da lama utilizada, à medida que o a altura há uma menor eficiência no processo de coagulação. Os coagulantes naturais, MO-NaCl e MOE-NaCl, apresentaram tenderam a apresentar maiores valores de turbidez, com exceção na altura de 20 cm e concentração de 5 mL/L_{lama} do coagulante MO-NaCl, que apresentou o menor valor de turbidez, de 11 NTU. E a taxa de drenagem teve melhorias significativas com o uso do coagulante MOE-NaCl e Al₂ para as alturas de 20 e 40 cm. Em vista dos resultados é possível concluir que o uso do coagulante MOE-NaCl como condicionante, possui maior potencial como substituto do



coagulante químico sulfato de alumínio, apresentando maior concentração de sólidos e taxas de drenagem equiparáveis, mas o coagulante apresenta piores resultados para remoção de turbidez do filtrado, tornando necessário estudos mais aprofundados para melhorar ainda mais o desempenho deste coagulante.

PALAVRAS-CHAVE: *Moringa oleifera*, tratamento de lama, desidratação, coagulante.


INTRODUÇÃO

Água é um dos recursos naturais mais importantes e estratégicos para a humanidade, este bem está presente em quase todas as atividades diárias de diversas formas, sendo um importante indicador de saúde, segurança alimentar, qualidade de vida, e desenvolvimento econômico (SOMLYODY e VARIS, 2006).

Exatamente por estar presente em grande parte das atividades exercidas pela humanidade, a qualidade deste bem está sob influência das atividades humanas as quais podem afetar o ciclo hidrológico em diversas escalas, podendo ser impactos locais até globais (SOMLYODY e VARIS, 2006). Dentre as atividades que influenciam a qualidade da água, existem quatro principais causadoras da sua deterioração que são mais discutidas, sendo uma por obras de infraestrutura que envolvam o consumo da água, as atividades de agricultura, industriais e de mineração, e manejo inadequado de efluentes e resíduos causadoras da deterioração por conta da geração de águas residuais que são parcialmente tratados ou que não são tratados antes de serem lançados a natureza (PALANIAPPAN *et al.*, 2010).

O descarte destes efluentes na natureza ocasionam a poluição de águas limpas que são utilizadas nas atividades humanas, ocasionando uma série de problemas de saúde (SANCHO *et al.*, 2015). O contato direto com os efluentes sem tratamento causa aumento dos casos de infecções por vermes, além de aumentar os casos de doenças como tifoide, doenças bacterianas fecais, diarreia bacteriana, desintéria (BUECHLER *et al.*, 2005), e em casos de efluentes que tenham em sua composição a presença de efluentes industriais, como em algumas partes da China, foi reportado o aumento em 36% dos casos de hepatomegalia, e o aumento de 100% dos casos de câncer e malformação congênita (CARR *et al.*, 2004).

Para mitigar os efeitos adversos de exposição à águas residuais, estas devem ser coletadas e destinadas a uma estação de tratamento para remover os contaminantes e poderem ser reutilizadas ou descartadas ao ambiente (UNESCO, 2017). O tratamento de águas residuárias é feito usando processos físicos, biológicos e químicos para remover os




contaminantes e a matéria orgânica, gerando um efluente tratado e lama (SANCHO *et al.*, 2015).

A lama gerada do processo de tratamento de água deve ser tratada antes de ser descartada ao meio ambiente, ou ser reutilizada, devido a presença de contaminantes orgânicos, patógenos e metais pesados que podem causar a poluição do ambiente (YU *et al.*, 2013), o tratamento normalmente é feito através de processos químicos, físicos e biológicos, e as etapas tratamento mais comuns são espessamento, condicionamento, drenagem, estabilização e secagem (YANG *et al.*, 2015), sendo que o gerenciamento da lama possui maior impacto nos custos nos tratamentos de águas residuais (SANCHO *et al.*, 2015, *apud* MOLINOS-SENANTE *et al.*, 2013).

Dentre todas as etapas de gerenciamento e tratamento da lama, o processo de desidratação é um dos mais importantes para reduzir o volume da lama e impacta diretamente nos custos do tratamento (IDRIS *et al.*, 2016), para melhorar este processo, usualmente, são usados condicionantes químicos como cloretos de alumínio e ferro, responsáveis por transformarem pequenas partículas em flocos maiores e mais estáveis, melhorando o processo de drenagem da água e de retenção de sólidos, no entanto possuem custo elevado para serem produzidos, e além do elevado custo, o seu uso causa problemas de descarte pois a lama final tratada usando estes produtos causa danos ao meio ambiente e problemas para a saúde pública (TAT *et al.*, 2012; MUYIBI *et al.*, 2001). Devido a este alto custo e seus impactos no ambiente o uso destes condicionantes vem perdendo cada vez mais a sua popularidade (IDRIS *et al.*, 2016).

Como possível substituto dos condicionantes químicos, muitos estudos apontam o uso da *Moringa oleifera* como coagulante para facilitar o processo de desidratação (MUYIBI *et al.*, 2001; TAT *et al.*, 2010; IDRIS *et al.*, 2016). A *Moringa oleifera* apresenta grande potencial como condicionante por apresentar resultados comparáveis com os condicionantes químicos nos quesitos de CST (*capillary suction time*), SRF (*specific resistance to filtration*), e na concentração de sólidos no bolo final formado, como mostrado no estudo de GHEBREMICHAEL e HULTIMAN (2004), e a lama resultante do tratamento quando é usada mostrou-se mais compacta (IDRIS *et al.*, 2016). Além de produzir resultados comparáveis aos condicionantes químicos já utilizados, a produção da *Moringa oleifera* como um coagulante



possui baixo custo, produz uma lama biodegradável, e é de fácil manuseio pois não possui propriedades corrosivas e nem altera o pH do meio (IDRIS *et al.*, 2016).

Dado o exposto, o presente estudo possui como objetivo investigar a viabilidade técnica do uso de coagulantes naturais, no caso em específico, do uso de extratos das sementes de *Moringa oleifera* preparados de três formas, uma usando água destilada como solvente, outra usando solução de NaCl 1M, e a outra feita usando a solução de NaCl 1M mas fazendo a extração do óleo da *Moringa oleifera* antes de fazer a extração, como condicionantes no processo de desidratação de lama da estação de tratamento de águas residuais, e comparar os resultados com os obtidos ao se usar sulfato de alumínio, com o intuito de verificar se a capacidade dos extratos da *Moringa oleifera* como um potencial substituto.³

METODOLOGIA

Sementes secas de *Moringa oleifera* (MO) foram removidas dos frutos, selecionando as sementes em boa condição para então serem descascadas, em seguida as sementes descascadas foram pulverizadas usando um moedor comercial e armazenadas até o momento de preparo dos extratos naturais.

O preparo dos extratos de MO foram feitos da seguinte maneira, 10 g do pó de MO foram dissolvidos em 100 ml de solução para se obter uma solução de 10%, a mistura então foi agitada usando um agitador magnético por 1 hora. A solução usada no preparo do extrato foi solução de NaCl 1M. Após o período de agitação, a mistura foi filtrada usando filtro de buchner com filtro de papel Whatman n°3 para remover o sobrenadante.

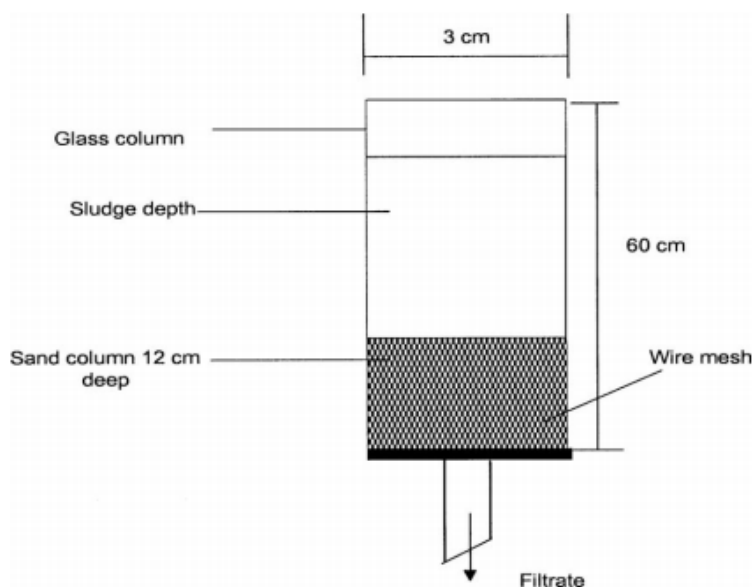
Foram preparados dois extratos de MO, uma usando a solução de NaCl 1M com pó de MO, e outra com pó de MO, que tiveram óleo extraído, com solução de NaCl 1M. Para o preparo da última, 10 g de pó de MO foram submetidos a processo de extração de óleo com soxhlet, seguindo a metodologia disposta por National standard of the people's republic of china (2016), mas usando como solvente etanol em ponto de ebulição (30°C- 60°C).

O coagulante químico usado para comparação foi o sulfato de alumínio obtido comercialmente.

A lama usada nos experimentos foi coletada na saída do tanque de sedimentação secundária da estação de tratamento de águas residuárias de Bragança, livre de produtos químicos. A lama foi transportada em galões plásticos e armazenadas em temperatura ambiente até serem utilizadas nos experimentos.

Os experimentos de desidratação seguiram a metodologia utilizada por GHEBREMICHAEL e HULTIMAN (2004), usando colunas de acrílico de 3 cm de diâmetro com 60 cm de altura possuindo em uma das pontas do cilindro uma grade em uma das pontas para reter a coluna de areia e a amostra de lama condicionada. Em todos os experimentos a altura da coluna de areia se manteve fixa em 20 cm, e a sua granulometria variou de 0,3 até 1,0 mm, variando-se as alturas das lamas em 10 cm, 20 cm e 40 cm, para fins de análise, em períodos determinados após o início dos experimentos, o volume de líquido é anotado com auxílio de uma proveta posicionada abaixo de cada coluna. A figura 1 mostra esquematicamente como foi montado o experimento e a figura 2 mostra o aparato montado para realização dos experimentos.

Figura 1: Esquema do experimento realizado.



Fonte: GHEBREMICHAEL e HULTIMAN (2004)

Figura 2: Instalação montada para os ensaios



Fonte: Meriem Guesmi (2020).

O condicionamento da lama antes serem colocadas nas colunas foi feito usando o *jar test*, usando diferentes concentrações do coagulante variando de 5 até 50 mL de coagulante por L de lama. A mistura rápida foi feita durante 3 minutos a 150 rpm e a mistura lenta feita por 12 minutos a 20 rpm.

Para caracterização da lama e avaliação da concentração de sólidos do bolo de lama formado após o processo de desidratação foram feitos ensaios de sólidos totais (ST) baseando-se na metodologia de BAIRD *et al.* (2017). Usando cadinhos de porcelana de 100 mL com 90 mm de diâmetro, estufa de secagem a uma temperatura de 103°C – 105°C, dessecador e uma balança analítica. O procedimento foi feito da seguinte maneira, os cadinhos foram lavados e secos na estufa a 105°C por 1 hora, após esse período os cadinhos secos foram colocados em dessecadores para esfriar e então serem pesados em uma balança analítica. Em seguida uma amostra de lama é colocada no cadinho e colocado para secar novamente na estufa a 105°C por 1 hora, colocado no dessecador para resfriamento e pesado na balança analítica, este ciclo foi repetido até se atingir uma massa constante. A equação 1 foi usada para o cálculo:

$$\text{Equação 1: } mg \text{ sólidos totais/L} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume da amostra, mL}} \text{ (BAIRD et al., 2017).}$$

Onde,

A = Massa do cadinho seco + resíduo seco a 105°C;

B = Massa do cadinho seco a 105°C;

Outro parâmetro analisado experimentos foi a turbidez, sendo medido o valor inicial antes da lama passar pelo processo de desidratação nas colunas, e medido a turbidez da água

produto da desidratação da lama. Para medir este parâmetro foi usado um turbidímetro modelo WTW, Turb 550.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os experimentos realizados foram separados de acordo com a altura utilizada e o coagulante usado, sendo eles o de pó de MO + solução de NaCl 1M (MO-NaCl), pó de MO sem óleo + solução de NaCl 1M (MOE-NaCl) e Al_2SO_4 (Al2). A lama utilizada apresentou concentrações de ST inicial de 26 mg/L e uma turbidez de 352 NTU.

Os resultados obtidos usando o coagulante MO-NaCl são mostrados nas tabelas 2, 3 e 4, sendo cada um dos experimentos com as alturas de lama, 10 cm, 20 cm e 40 cm respectivamente.

Tabela 1: Resultados obtidos com coagulante MO-NaCl (Altura lama: 10 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,87	0,60	0,43	0,29	126	198
5	0,53	0,50	0,35	0,10	115	210
10	0,74	1,3	0,90	0,27	165	218
25	0,73	0,60	0,50	0,10	123	236
50	0,3	0,53	0,45	0,10	206	412

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

Tabela 2: Resultados obtidos com coagulante MO-NaCl (Altura lama: 20 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,93	0,92	0,73	0,16	33	44
5	0	0	0,21	0,06	11	46

10	0,26	0,20	0,20	0,09	26	14
25	0,42	0,40	0,35	0,10	101	194
50	0,47	0,46	0,43	0,12	103	130

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

Tabela 3: Resultados obtidos com coagulante MO-NaCl (Altura lama: 40 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,36	0,35	0,50	0,20	62	31
5	0,56	0,40	0,40	0,20	67	62
10	0,31	0,30	0,30	0,20	81	54
25	0,60	0,58	0,51	0,23	78	88
50	0,70	0,70	0,60	0,20	52	72

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

O melhor resultado de remoção de turbidez foi obtido usando a altura de lama de 20 cm com concentração do coagulante de 5 mL/L_{lama}, tabela 2, com uma remoção variando de 352 NTU para 11 NTU, remoção de 97 %, e a pior concentração e altura de lama para remoção da turbidez sendo 50 mL/L_{lama} e 10 cm, respectivamente, com uma redução variando de 352 NTU para 206 NTU, sendo uma redução equivalente a 41%.

Para estes experimentos a maior concentração de sólidos no bolo de lama foi adquirida com uma altura de lama igual a 10 cm com concentração de coagulante igual a 50 mL/ L_{lama}, tabela 1, sendo que a concentração de sólidos variou de 26 mg/L para 412 mg/L, um aumento drástico de 1485 % na concentração de sólidos no bolo de lama, garantindo uma maior qualidade do bolo de lama, como descrito por ADEMILUYI (1988) e indicando maior atividade coagulação.

Como pode ser observado na tabela 1, conforme se aumenta a concentração do coagulante, mais eficaz o coagulante é, tendo em vista o crescimento gradual da concentração de sólidos, comportamento que está de acordo com o que foi exposto por ADEMILUYI (1988).

No entanto quando se começa a aumentar a altura o comportamento já não é visível, e o comportamento torna-se instável.

A taxa de drenagem em todos os experimentos apresenta comportamentos semelhantes, sendo sempre que ao passar do tempo seu valor diminui, e somente com altura igual de lama igual a 40 cm e concentração do coagulante é igual a 50 mL/ L_{lama}, tabela 3, que os valores de taxa de drenagem ultrapassam os valores do branco, evidenciando que houve a agregação de partículas de forma mais eficiente formando maiores flocos e produzindo maiores poros para a passagem de água, dessa maneira, estas condições favorecem mais o processo de desidratação da lama.

Tabela 4: Resultados obtidos com coagulante MOE-NaCl (Altura lama: 10 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,83	0,6	0,40	0,25	126	366
5	0	0,17	0,16	0,15	106	584
10	0,27	0,27	0,26	0,25	88	530
25	0,26	0,26	0,25	0,10	77	372
50	0,35	0,34	0,33	0,23	347	26

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

Tabela 5: Resultados obtidos com coagulante MOE-NaCl (Altura lama: 20 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,90	0,86	0,73	0,16	33	44
5	0,30	0,26	0,13	0,03	199	130
10	2,45	0,93	0,75	0,19	30	224

25	2,47	1,40	1,03	0,23	83	142
50	2,30	1,30	1,00	0,22	86	160

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

Tabela 6: Resultados obtidos com coagulante MOE-NaCl (Altura lama: 40 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,36	0,35	0,20	0,20	62	176
5	0,33	0,26	0,23	0,03	128	210
10	1,63	0,93	0,75	0,19	101	240
25	2,46	1,43	1,03	0,23	177	164
50	2,33	1,30	1,00	0,2	162	282

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

As tabelas 4, 5 e 6 mostram os resultados obtidos ao se usar o coagulante feito com o pó das sementes que tiveram o óleo extraído, MOE-NaCl, para as alturas de 10 cm, 20 cm e 40 cm.

O menor valor de turbidez obtido foi o de 30 NTU com altura da lama igual a 20 cm e concentração do coagulante igual a 10 mL/L_{lama}, representando uma redução da turbidez de 91,5%, e a pior redução da turbidez pode ser observada na tabela 1, com concentração de coagulante sendo igual a 50 mL/L_{lama}, com uma redução da turbidez de 1,4%. Essa baixa redução na turbidez pode ser explicada pela baixa atividade de coagulação que houve para esta condição específica, uma vez que os sólidos não ficaram aderidos ao bolo de lama, ocasionando o aumento da turbidez da água drenada.

O comportamento de sólidos totais para as alturas de 10 cm de lama, tabela 4, e de 20 cm, tabela 5. Quando a concentração de coagulante atinge 5 mL/L_{lama} a concentração de sólidos totais atinge o máximo valor de 584 mg/L e maiores concentrações de coagulantes ocasionam uma menor concentração de sólidos, apresentando menores valores de concentração de sólidos para maiores concentrações de coagulante. Um comportamento semelhante pode ser observado

com altura da lama igual a 20 cm, em que a concentração máxima de sólidos atingida, 224 mg/L, é atingida com concentração de coagulante igual a 10 mL/L_{lama} e as concentrações de sólidos são menores para as concentrações de coagulante de 25 mL/L_{lama} e 50 mL/L_{lama}, mas não apresentam um comportamento previsível.

O uso do coagulante cuja semente teve seu óleo extraído, MOE-NaCl, apresentou de maneira geral, melhor eficácia para coagulação, sendo como única exceção, o valor de sólidos totais com a lama de altura igual a 20 cm concentração de coagulante igual a 25 mL/L_{lama}, e a concentração ótima para coagulação foi de 5 mL/L_{lama}, com valor máximo de sólidos totais sendo de 584 mg/L, representando um aumento de 2146%.

Para as alturas de 20 cm e 40 cm e concentrações de coagulante a partir de 10 mL/L_{lama}, pode-se notar uma melhora significativa da taxa de drenagem, apresentando maiores valores quando comparados com o branco, e quando comparadas com o coagulante MO-NaCl, pode-se notar uma melhora de maneira geral, com exceção na altura da lama igual a 40 cm e concentração de coagulante igual a 5 mL/L_{lama}. A melhora da taxa de drenagem do coagulante MOE-NaCl, pode ser explicada devido a melhora da concentração de sólidos, implicando em coagulações mais eficientes. Um condicionante de boa qualidade quando aplicado no processo de desidratação da lama deve apresentar uma maior taxa de drenagem do que o branco, uma vez que são aplicados para aumentar a capacidade de desidratação da lama tornando-a mais fácil para ser manuseada (GHEBREMICHAEL e HULTIMAN, 2004; MUYIBI *et al.* 2001).

Tabela 7: Resultados obtidos com coagulante Al₂ (Altura lama: 10 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,80	0,60	0,43	0,24	126	212
5	0,30	0,60	0,73	0,23	263	226
10	0	0,16	0,14	0,13	103	214
25	0,84	0,83	0,70	0,23	31	246
50	0,54	0,50	0,52	0,20	24	336

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

Tabela 8: Resultados obtidos com coagulante Al₂ (Altura lama: 20 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,93	0,93	0,73	0,17	33	44
5	1,60	0,90	0,77	0,17	90	44
10	1,50	0,90	0,77	0,18	61	36
25	1,50	0,93	0,87	0,20	33	48
50	1,60	1,0	0,93	0,21	43	49

Fonte: Meriem Guesmi (2020).


Tabela 9: Resultados obtidos com coagulante Al₂ (Altura lama: 40 cm, ST₀ 26mg/L, turbidez₀ 352 NTU).

Concentração do coagulante (mL/L _{lama})	Taxa de drenagem (mL/min)				Turbidez (NTU)	ST (mg/L)
	15 min	30 min	60 min	300 min		
Branco	0,36	0,35	0,35	0,20	62	76
5	0,46	0,37	0,35	0,30	153	110
10	0,60	0,53	0,51	0,25	85	32
25	0,60	0,47	0,45	0,25	95	83
50	0,26	0,27	0,23	0,14	60	784

Fonte: Meriem Guesmi (2020).

Os resultados usando o coagulante de sulfato de alumínio e as diferentes alturas da lama são apresentados nas tabelas 7, 8 e 9.

Os valores de turbidez obtidos em geral sendo que em sua maioria os valores de remoção se mantiveram acima dos 70%, com exceção na tabela 7, onde houve a pior redução quando a concentração do coagulante foi de 5 mL/L_{lama}, com uma redução de 25%, e na tabela 9 na mesma concentração, com uma redução igual a 56%. O valor de redução máximo foi obtido com a altura e lama igual a 10 cm e concentração do coagulante igual a 50 mL/L_{lama}, com a redução sendo igual a 93%. A tabela 8, altura de lama igual a 20 cm, apresentou de forma geral




melhores valores para redução da turbidez, no entanto os valores para sólidos totais foram baixos, implicando que a remoção da turbidez não está relacionada com o acúmulo de sólidos no bolo, o que pode indicar que a redução da turbidez está associada a reações do coagulante com a lama formando compostos que são solúveis e estão sendo retidos na água filtrada da lama, aumentando a concentração do filtrado, como já foi observado por ADEMILUYI (1988).

Maiores concentrações de sólidos foram obtidas, de maneira geral, quando a altura da lama é igual a 10 cm, no entanto, o maior valor de concentração de sólidos totais foi obtido com altura de lama igual a 40 cm e concentração de coagulante igual a 50 mL/L_{lama}, tendo um valor de 784 mg/L.

Com relação a taxa de drenagem, pode ser observado uma melhoria significativa na quando a altura da lama está em 20 cm, mesmo que na tabela não haja sinais de maior atividade coagulante, o que indica ainda mais que os materiais suspensos podem ter reagido com o coagulante de forma a resultar em compostos solúveis, assim tendo menor dificuldade para serem filtrados.

Comparando todos os resultados nota-se que a altura de lama igual a 10 cm produz, de forma geral, resultados melhores para concentrações de sólidos. Nota-se também que o coagulante MOE-NaCl produziu melhores resultados para concentração de sólidos do que o coagulante MO-NaCl, resultado que está de acordo com estudo feito por MUYIBI (2002), além de apresentar também melhores resultados de maneira geral que o coagulante Al₂. A turbidez não apresentou um comportamento previsível que pode ser descrito para todos os coagulantes, e a redução de turbidez usando os coagulantes MO-NaCl e MOE-NaCl, apresentaram menor potencial para redução da turbidez do que o uso do Al₂, isso pode ser por conta que os dois primeiros coagulantes por serem extratos naturais e podem ter liberado no filtrado resíduos orgânicos. Com relação a taxa de drenagem, há uma melhoria visível para os coagulantes de MOE-NaCl para as alturas de 20 cm e 40 cm de lama para concentrações de coagulantes maiores que 10 mL/L_{lama}, e para o coagulante Al₂, para altura de lama igual a 20 cm todas as concentrações apresentaram melhora na taxa de drenagem, e para lama na altura igual a 40 cm verifica-se melhoria da taxa para as concentrações de coagulantes menores que 50 mL/L_{lama}.

Um comportamento que é notado durante os experimentos é que conforme se aumenta a altura, há uma menor eficácia de coagulação. Há, no entanto, uma exceção ao caso em que ao



usar o coagulante Al₂ a maior concentração de sólidos está com nos experimentos com altura igual a 40 cm.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os experimentos de desidratação da lama usando os coagulantes MO-NaCl e MOE-NaCl apresentaram resultados positivos de concentração de sólidos no bolo de lama final formado, e podem ser comparados com os resultados obtidos pelo uso do coagulante químico Al₂, sendo que o coagulante feito das sementes de MO cujo óleo foi removido apresentou maior atividade de coagulação de maneira geral. No entanto, o coagulante químico apresentou taxas de remoção mais altas de maneira geral.

Foi possível concluir, também, que a altura da lama usada no processo de desidratação diminui a eficácia da atividade do coagulante, uma vez que conforme foi se aumentando a altura, menor foi a concentração de sólidos totais no bolo de lama final.

Em vista dos resultados obtidos conclui-se que *Moringa oleifera* com extração, possui maior potencial para ser utilizado como agente condicionante substituto, produzindo resultados semelhantes com a utilização do condicionante químico sulfato de alumínio para o quesito de tempo de drenagem, e resultados melhores para concentração de sólidos, há, no entanto, produzido menor taxa de remoção da turbidez no filtrado, tornando-se necessário em estudos futuros, analisar as características do filtrado para entender a causa do aumento da turbidez e assim tentar produzir formas para melhorar ainda mais a eficácia do coagulante.

REFERÊNCIAS

ABIDIN, Z, Z; SHAMSUDIN, N, S, M; MADEHI, N; SOBRI, S. **Optimisation of a method to extract the active coagulant agent from *Jatropha curcas* seeds for use in turbidity removal**, [S.l] Industrial Crops and Products, 2013, v. 41, 319-323 p.

ADEMILUYI, J, O. **SLUDGE CONDITIONING WITH MORINGA SEED**. EUA, Environmental International, 1988, v. 14, 59-63 p.

BAIRD, Rodger; RICE, Eugene W.; EATON, Andrew D.. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**: 2540 B. Total Solids Dried at 103–105°C. 23. ed. American Water Works Association, 2017.

BUECHLER, Stephanie; MEKALA, Gayathri Devi; KERAITA, Ben. **Wastewater Use for Urban and Peri-urban Agriculture.** In: VEENHUIZEN, René van; (CANADA), International Development Research Centre. Cities Farming for the Future: Urban Agriculture for Green and Productive Cities. IDRC, v. 1, f. 237, 2005. 473 p. cap. 9.

CARR, R, M; BLUMENTHAL, U, J; MARA, D, D. **Health Guidelines For the Use of Wastewater in Agriculture: Developing Realistic Guidelines,** [S.l.] CAB International, 2004.

GHEBREMICHAEL, K, A; HULTIMAN, B. **ALUM SLUDGE DEWATERING USING *Moringa oleifera* AS A CONDITIONER,** Países Baixos, Water, Air, and Soil Pollution, 2004, v. 158, 153-167 p.

GUESMI, Meriem. **Sludge dewatering from a WTP and WWTP using a natural coagulant.** Orientador: Ramiro Martins. 2020. Tese (Mestrado) - Instituto Politécnico de Bragança, Bragança, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10198/23260>. Acesso em: 9 jul. 2021.

IDRIS, M, A; JAMI, M, S; HAMMED, A, M; JAMAL, P. **Moringa Oleifera Seed Extract: A Review on Its Environmental Applications,** India, International Journal of Applied Environmental Sciences, 2016, v. 11, number 6, 1469-1486 p.

MUYIBI, S, A; NOOR, M, J, M; LEONG, T, K; LOON, L, H. **Effects of Oil Extraction from Moringa Oleifera Seeds On Coagulation Of Turbid Water,** [S.l.] International Journal of Environmental Studies, 2002, 59:2, 243-254 p. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/00207230210924>

MUYIBI, S, A; NOOR, M, J, M, M; ONG, D, T; KAI, K, W. **Moringa oleifera seeds as a flocculant in waste sludge treatment,** [S.l.], International Journal of Environmental Studies, 2001, 58:2, 185-195 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207230108711326>

NATIONAL STANDARD OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA. National food safety standard Determination of fat in foods, **GB 5009.6,** China, 23 de dezembro de 2016.


PALANIAPPAN, M; GLEICK, P, H; ALLEN, L; COHEN, M, J; SMITH, J, C; SMITH, C. **Clearing the waters: A Focus on Water Quality Solution,** Nairobi:UNEP, março, 2010, 91 p.

SANCHO, F, H; DIALLO, B, L; SAGASTA, M; QADIR, M. **Economic Valuation of Wastewater-The cost of action and the cost of no action,** Nairobi: UNEP, 2015, 68 p.

SOMLYODY, L; VARIS, O. **Freshwater under pressure,** [S.l.] International Review for Environmental Strategies, v.6, n.2, p.181-204, 2006.

TAT, W, K; IDRIS, A; NOOR, M, J, M, M; MOHAMED, T, A; GHAZALI, A, H; MUYIBI, A. **Optimization study on sewage sludge conditioning using Moringa oleifera seeds.** Desalinization and Water Treatment, Taylor & Francis Online, 2010, v. 16, 402-410 p. Disponível em: <https://doi.org/10.5004/dwt.2010.1271>

UNESCO; Wastewater the untapped resource. **The United Nations World Water Development Report 2017,** Paris, 2017. 198 p.



YANG, G; ZHANG, G; WANG, H. **Current state of sludge production, management, treatment and disposal in China.** [S.l] Water Research, Elsevier, 1 de julho de 2015, v. 78, 60-73 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.04.002>

YU, S; ZHANG, G; LI, J; ZHAO, Z; KANG, X. **Effect of endogenous hydrolytic enzymes pretreatment on the anaerobic digestion of sludge,** [S.l] Elsevier, 26 de julho de 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.07.087>

CAPÍTULO 38

DOI: 10.47402/ed.ep.c202183137486

PROBLEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: O CASO DA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE PALMEIRA DOS ÍNDIOS – ALAGOAS

Tiago Sandes Costa, Doutorando em Geografia, TIE, Bolsista CAPES, PUC Minas. Docente do IFMA, Campus São João dos Patos

Ailton Feitosa, Doutor em Geografia, UFPE. Professor Titular, UNEAL, Campus III

RESUMO

Municípios em todo o Brasil, principalmente na região Nordeste, passam por verdadeiras calamidades causadas não apenas por fenômenos naturais, como a seca, mas também pela intensa ação antrópica. Ao tratarmos dos recursos hídricos, percebemos o quanto a escassez está intrinsicamente ligado ao desequilíbrio ambiental e a falta de planejamento a médio prazo colocando a sociedade em um patamar de vulnerabilidade. Vários são os fatores que podem ser condicionantes para o desabastecimento de água, dentre eles, os naturais, evidenciados pelos longos períodos de estiagem; fatores ambientais, como a degradação do meio ambiente e sociais e econômicos que impedem o investimento na melhoria do sistema de preservação dos mananciais. O desenvolvimento desse estudo embasou-se nas contribuições da literatura com discussões sobre impactos ambientais e abastecimento de água e numa busca pela legislação que trata sobre a regulamentação do uso da água. No levantamento de dados cartográficos, foram utilizados o *software Qgis* que possibilitaram um recorte espacial da área de estudo e análises a partir de cartogramas coropléticos e pesquisa de campo. antrópicas, causando impactos ambientais que alteram diretamente a dinâmica hidrológica.

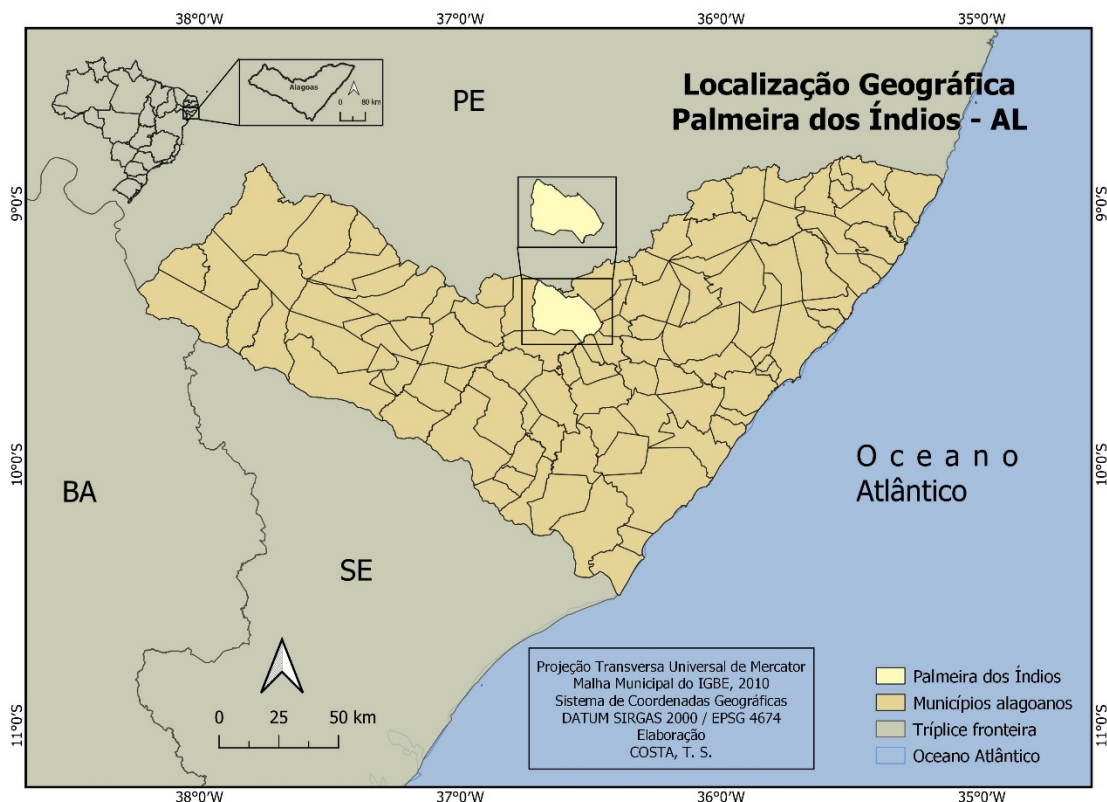
PALAVRAS-CHAVES: Recursos Hídricos. Meio ambiente. Urbano.

INTRODUÇÃO

O presente artigo tem por objetivo analisar a forma como é realizado o abastecimento de água em Palmeira dos Índios, bem como, avaliar os possíveis impactos ambientais no lago artificial da Carangueja no município de Quebrangulo (AL) enfatizando os principais fatores que desencadearam o agravamento no abastecimento de água. Um dos principais problemas enfrentados pela população de Palmeira dos Índios está expressivamente ligado à falta de água, por isso, esta pesquisa irá discutir pontos que estão influenciando nessa irregularidade da captação e distribuição, enfatizando a sua importância para a geração de desenvolvimento, saúde e qualidade de vida.


O município de Palmeira dos Índios está situado no Agreste alagoano, a cerca de 140 km da capital, Maceió, tendo cerca de 73 mil habitantes, segundo o IBGE (2010), e vem enfrentando nas últimas décadas com a uma distribuição irregular de água na zona urbana.

Figura 1 – Localização do Município de Palmeira dos Índios



Fonte: Costa (2021)

A ausência de políticas públicas para mitigar a indisponibilidades de água potável para o abastecimento humano é um tema que fomenta discussões em todo o mundo, alertando para suas causas e consequências. A Geografia Física vem dar uma importante contribuição através de trabalhos como os do autor Rebolças (1997), à medida que, centraliza o debate situacional dentro dos aspectos geográficos da região para uma análise mais consistente do meio enquanto fonte de estudo.



DISPONIBILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS NO MEIO NATURAL E A ATUAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS VINCULADOS AO CRESCIMENTO POPULACIONAL


As relações estabelecidas entre a inserção do homem no meio ambiente vinculado a um processo ininterrupto de expansão pelos métodos capitalistas, irão desencadear graves impactos ambientais provocados a partir de uma dinâmica seletiva e contínua do processo de devastação ambiental em curso. Spadotto (2002), define impacto ambiental como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem estar da população”. Tendo em vista a importância do tema para a garantia da qualidade de vida e disponibilidade hídrica, a definição do autor retrata a urgência de mitigarmos os danos causados ao meio ambiente.

A avaliação de impactos ambientais é um instrumento de política ambiental, formado por um conjunto de procedimentos, capaz de assegurar, desde o início do processo um exame sistemático dos impactos e uma ação proposta e de suas alternativas. (MOREIRA, 1985, p.34).

A análise posta pela avaliação dos impactos ambientais visa priorizar o equilíbrio dos ecossistemas a partir de metas e ações estabelecidas, garantindo assim, o acesso aos recursos naturais sem previamente condicioná-lo aos transcurso de áreas devastadas. Contextualmente, afirma-se veementemente a necessidade de referência baseada na avaliação estrutural e com base científica que possibilite um embasamento sobre as reações adversas ao interferir no rompimento do ciclo natural que envolve cada ecossistema.

Os mecanismos de avaliação de impactos no meio natural são meios imprescindíveis para o monitoramento a partir de informações que definem o nível, por exemplo, da compactação do solo. Spadotto (2002, p. 2) caracteriza os métodos avaliativos de impactos ambientais, como instrumentos utilizados para coletar, analisar, avaliar, comparar e organizar informações qualitativas e quantitativas sobre os impactos ambientais originados de uma determinada atividade modificadora do meio ambiente.

Neste contexto, permeia-se os impactos causados pelo crescimento e expansão urbana nas últimas décadas. As características que fundamentam a conceituação de crescimento demográfico e urbanização tendem a polarizar a análise da coexistência já que assumem componentes diferentes. A partir desses fundamentos, verificamos o tripé da urbanização que




surge e partir do desenvolvimento de uma dada rede urbana, fruto da interligação do sistema produtivo, da distribuição e do consumo; crescimento físico-estrutural das cidades, com diversos graus de dinamismo ou desenvolvimento do processo; transformações ou mudanças sociais e econômicas (espaciais e não espaciais), impulsionadas por modernizações tecnológicas e científicas nos setores da produção industrial, serviços e intercâmbio comercial (CARTER, 1972). Ressalta-se, a centralidade das cidades em sua hinterlândia exercendo grande influência, inclusive, em processos migratórios que condicionam o crescimento urbano.

Nesse caso, à análise se caracteriza pela atuação da população impulsionada a partir do processo de ocupação, produção e consumo a produção do espaço geográfico. A essa compreensão pode-se citar as grandes massas populacionais que viabilizam redes urbanas com crescimento de sua população por aplicação de ciência e tecnologia. Sendo assim, a quebra e a construção de novos paradigmas podem ser capazes de compreender a ramificações e suas dimensões populacionais, que são vestígios vitais para o entendimento de sua globalidade.

Segundo Souza (1990) o desenvolvimento urbano na década de 90 gerou uma pressão populacional que passou a ser considerada como sendo um elemento de preocupação. Porém, essa preocupação, foi até certo modo, contida, principalmente quanto aos aspectos ambientais no que toca à população rural que, porquanto, entre 1980 e 1990, o campo perdeu cerca de um milhão de pessoas, isto é, passou de 39 para 38 milhões conforme reporta Souza em seu trabalho "Desenvolvimento urbano na década de 90".

Sabe-se que o aumento de áreas impactadas no campo, não se reduz pela simples perda da população rural. Oposto a isso, vemos o aumento dessas regiões visivelmente agredidas onde a baixa densidade demográfica é mais explícita, conforme “grandes projetos agropecuários” (PAVIANE, 1989).

Segundo Souza (1990), entre 1970 e 1980, a população brasileira cresceu 2,84%, enquanto que a urbana teve um incremento de 4,44% no mesmo período. Destacando o dinamismo da população urbana, verifica-se crescimento da ordem de 2,88% entre 1980 e os anos 2000. Tais projeções indicam que há um aumento evolutivo no que diz respeito ao crescimento populacional urbano. É importante ressaltar que, em 1988, dos 120 milhões de habitantes 67,5% habitavam nas cidades do Brasil. Em 1990, 61 milhões de brasileiros (45% da população urbana) já moravam em nove regiões metropolitanas. Hoje, segundo o IBGE (2010), somo mais de 213 milhões de brasileiros.




Esses dados representam um aumento considerável de áreas que sofreram alguma agressão. Pela grande concentração populacional em regiões metropolitanas, ou seja, em grandes cidades, podemos ponderar que recairão os maiores danos a natureza transformada. Essa transformação em torno do crescimento econômico a qualquer custo, pressionado pelos meios de produção, sem um pleno planejamento estratégico, proporciona um impacto sobre a forma de ocupação do solo de uma forma desordenada invadindo e ocupando áreas de formação de cobertura vegetal original mantendo um desenvolvimento embasado na produção de resíduos poluentes onde irão atentar contra as reservas de recursos hídricos.

É importante ponderar alguns pontos fundamentais nessa discussão. Atrair a problemática produtiva a essa vertente. Outra frente se remodela com a atual produção frente aos desafios sobre o processo de urbanização. A consistência desse debate irá propor uma ordem sustentável em que a urbanização, a distribuição populacional, o crescimento econômico e o planejamento serão focos de uma crescente corrente em torno de uma proposta de equilíbrio dentre os diversos fatores expostos.

POPULAÇÃO E A ACESSIBILIDADE À ÁGUA

Nos últimos 20 anos no Brasil, aumentou significativamente o consumo de água. Mesmo com toda a disponibilidade de água e estrutura para captação e distribuição desse recurso, não se tem efetivamente um democrático acesso da população devido à falta de planejamento e mais investimento de ordem a dinamizar e facilitar a chegada em lugares onde existe falta de reservas de água.

A intensidade no uso da água em vários meios a define como um bem insubstituível para o desenvolvimento econômico e o bem estar social. Mas para isso, deve ser protegida como um bem real da humanidade. A preocupação e os cuidados com a retirada em relação ao seu equilíbrio natural apresentam-se com uma proporcionalidade maior que visa um desenvolvimento focado na sustentabilidade do meio ambiente, cujos objetivos podem ser inseridos nas necessidades do homem diante dos recursos naturais, onde o desenvolvimento sustentável nada mais é do que a verificação minuciosa da capacidade de suporte do ambiente em razão. Associados à referida capacidade, estão os padrões de custos e benefícios econômicos e sociais do empreendimento, sobretudo no que concerne a geração de renda regional e interpessoal (PINHEIROS, 1995).



A região Nordeste do Brasil possui o menor índice de concentração de água. Esse recurso deve permanecer num bom patamar de manejo para que possa gradativamente aumentar sua disponibilidade e assim direcionar sua oferta à população. Essa deve ser a preocupação de quem ver a importância de se preservar para garantir que não falte água, onde principalmente não se tem uma grande reserva que possa ser utilizada e esteja própria para o consumo. Ao contrário disso, pode-se levar a um grande caos se não soubermos utilizar e proteger de forma menos agressiva o meio ambiente.

Os impactos causados em áreas de mananciais provocadas pela ação do homem, podem trazer sérias conseqüências para a população, desde a falta de água em intervalos até o desabastecimento de uma cidade inteira. A irresponsabilidade da implementação de projetos sem uma análise científica de impactos ao meio ambiente pode gerar dificuldades na recuperação posterior de uma área danificada.

Em áreas onde se encontram as grandes reservas, sejam elas rios, lençóis de freáticos, lagos e lagoas, identificamos o descontrole no desmatamento das matas ciliares. Essas matas, que percorrem toda extensão dos rios, protegem significativamente e é o principal fator mitigado do assoreamento, protegendo assim, suas margens.

É um fator importante para as nascentes dos rios, onde protegem da ação de agentes erosivos que possam extinguir sua capacidade de formar a dinâmica dos rios. Tudo isso somado com a poluição geram um desencadeamento da falta de água de qualidade para o consumo humano gerando uma indisponibilidade ainda maior dos recursos hídricos. Esses fatores degradantes podem ser um determinante sobre a dinâmica natural e biológica dos rios tornando-os meramente retratos da falta de compromisso com o meio em que vivemos.

Sobre a necessidade de garantir acesso a água paralelamente ao crescimento e desenvolvimento econômico Rebouças (1992) afirmar que a avaliação do problema da água de uma determinada região já não pode se restringir ao simples balanço entre oferta e demanda. Isso significa que, vários fatores devem ser levados em consideração como os aspectos geoambientais e socioculturais permitindo o desenvolvimento socioeconômico pautada na conservação de seu patrimônio ecológico.




CONFLITOS E REGULAMENTAÇÃO SOBRE O USO DA ÁGUA

Com previsões bastante pessimistas, alguns estudiosos calculam que em 2050 haverá no planeta a maior migração de pessoas bem superiores às duas guerras mundiais. Todo esse contexto está baseado no crescimento desproporcional da população com o avanço do desmatamento, poluição e má conservação das riquezas hídricas no mundo e no Brasil. Sendo assim uma das conseqüências mais severas do mau uso da água é a exclusão hídrica, que atinge mais de 40 milhões de brasileiros. Esta carência, associada à baixa taxa de coleta e tratamento de esgotos, é responsável por 70% das internações hospitalares no Brasil o que, além do dano social, provoca prejuízos econômicos. (SPADOTTO, 2002)

A água será o motivo conflitante e o grande desafio dos governos no século XXI. Diante de tanta disparidade na distribuição natural dos recursos hídricos, ainda estamos vivenciando fatores históricos e culturais de total descompromisso com o uso da água. Hoje, vivemos numa sociedade que busca a qualquer preço o lucro de suas sociedades, a expansão capitalista resulta em ignorar o meio ambiente, a sede pelo petróleo está na pauta das guerras introduzidas pelas sociedades capitalistas potencializando a um futuro incerto pela busca do líquido que sustentará a base econômica das futuras gerações.

O Brasil e o mundo têm que colocar em suas agendas, a concreta preocupação com a condução das políticas destinadas ao meio ambiente. Vários fatores levam a escassez da água para o consumo da humanidade, a falta de água esta diretamente relacionada à agressão as florestas, com os desmatamentos, poluição do ar, aumento populacional sem o controle de ocupação, então, toda essa contextualização nos põe em uma condição de principais agentes da degradação ambiental. Temos que passar do estágio de espectadores para um novo nível, os de agentes precursores, participando com consciência na defesa do bem natural.

Contudo, mesmo com as ações emergenciais implementadas no campo jurídico para “apressar” a recuperação ou mesmo estabilizar a devastação, serão necessárias medidas radicais com um grande planejamento estratégico a nível mundial, principalmente nos países de primeiro mundo, para reduzir a emissão e a proliferação de meios que problematize a atual situação de instabilidade em áreas impactadas.



A lei 9.433 de 08 de Janeiro de 1997 foi criada para regulamentar o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil e direcionar essa política para o melhor uso desse recurso. Com um intuito gerenciador, a lei vai pelo plano de socializar esse bem natural condicionando a água como um bem da humanidade e que todos tem direito ao acesso com qualidade.

Com a criação da Agência Nacional das Águas – ANA em 2000, a condução da democratização e o controle sobre os recursos hídricos em todo território nacional seria viabilizada por esta agência. O primeiro avanço na preservação do meio ambiente foi consideravelmente positivo, a sociedade torna-se um fator determinante na gerência e na conscientização da importância da preservação do meio natural.

Com o provimento da lei 9.433 e com a execução por parte da Agência Nacional das Águas, a fusão da regulamentação e do pleno controle dos recursos hídricos, põe em prática a política de gerenciamento das águas conduzindo-o a uma alternativa de melhor se explorar os recursos hídricos no Brasil. A busca por medidas que acelerem a permanente direção para o equilíbrio ambiental na hidrografia são constantes, desafios a cada passo que se estende a responsabilidade as demais esferas, Estados e municípios.

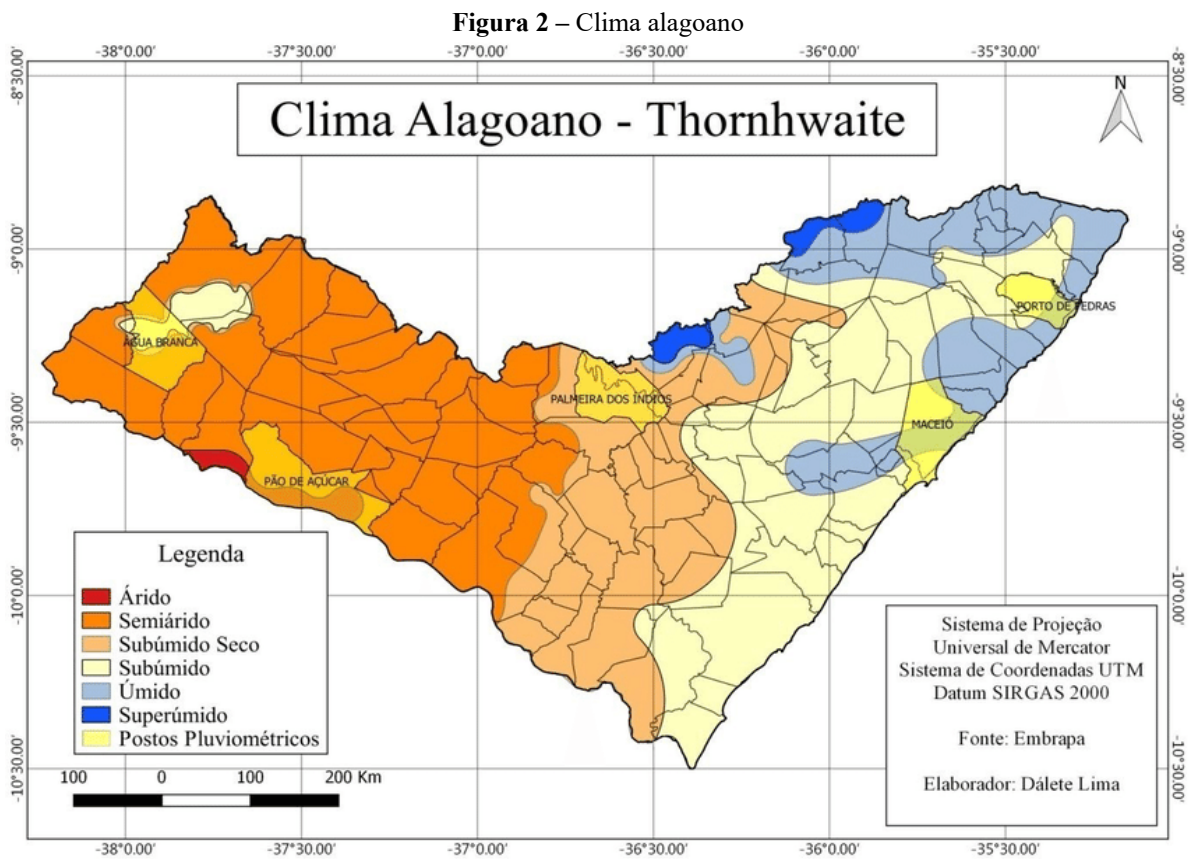
Pela imensa extensão territorial do Brasil, em sua diversidade de domínios morfoclimáticos, evidenciam-se por grandes problemas ambientais onde as políticas ambientais são proporcionalmente diferentes. Sabe-se que as ações ambientais são feitas de forma paliativa, à medida que não se tem, mesmo com o acionamento da política nacional dos recursos hídricos e da ANA, um vácuo na condensação das premissas de recondução do pleno equilíbrio do meio ambiente.

Apesar de vários setores sociais e de governo considerarem que é de extrema importância a preservação de mananciais e a existência da Política Nacional de Recursos Hídricos, projetos destinados a essas ações pertinentes ao meio ambiente ainda não conseguem garantir que se atendam todas as necessidades de recuperação.

ASPECTOS GEOAMBIENTAIS DE PALMEIRA DOS ÍNDIOS

O Estado de Alagoas localiza-se na parte oriental do Brasil que define sua tipificação climática em Árido, Tropical semiárido, Tropical Subúmido seco, Tropical Úmido, Superúmido e Tropical Subúmido, estreitamente ligado aos demais estados do Nordeste. Alagoas é

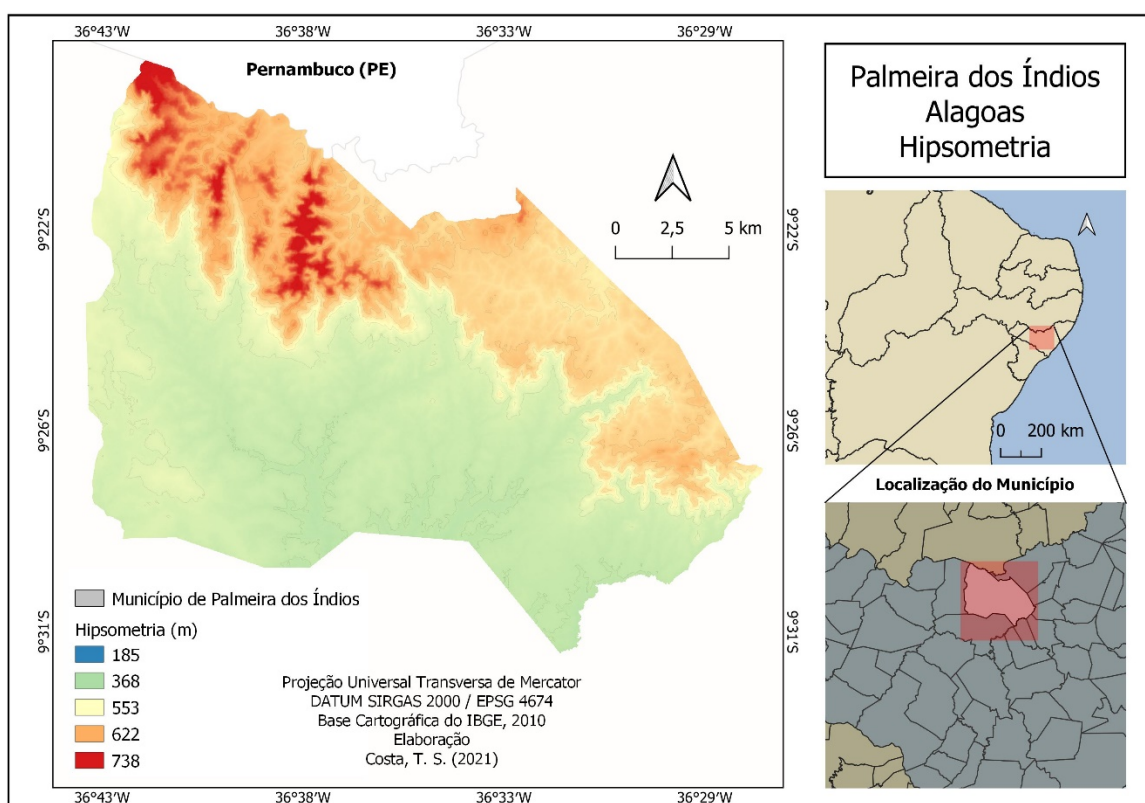
subdividido em três mesorregiões, sendo elas sertão, agreste e zona da mata, tendo o sertão como o perímetro que propicia com uma amplitude maior a caracterização da seca.



Fonte: LIMA, Dálete.

O município de Palmeira dos Índios está inserida na unidade geoambiental do Planalto da Borborema, formada por maciços e outeiros altos, com altitude que varia entre 600 e 1000 metros aproximadamente.

Figura 3 – Mapa da Hipsometria do Município de Palmeira dos Índios



Fonte: Costa, (2021)

Em Alagoas, o município está situada na região centro-norte do Estado limitando-se ao norte com Bom Conselho Pernambuco e Quebrangulo, ao sul com Igaci e Belém, a leste com Paulo Jacinto, Mar Vermelho e Tanque D’arca e a oeste com Estrela de Alagoas. A área do município é de 460,61 Km² e está inserida na mesorregião do agreste alagoano e na microrregião de Palmeira dos Índios.

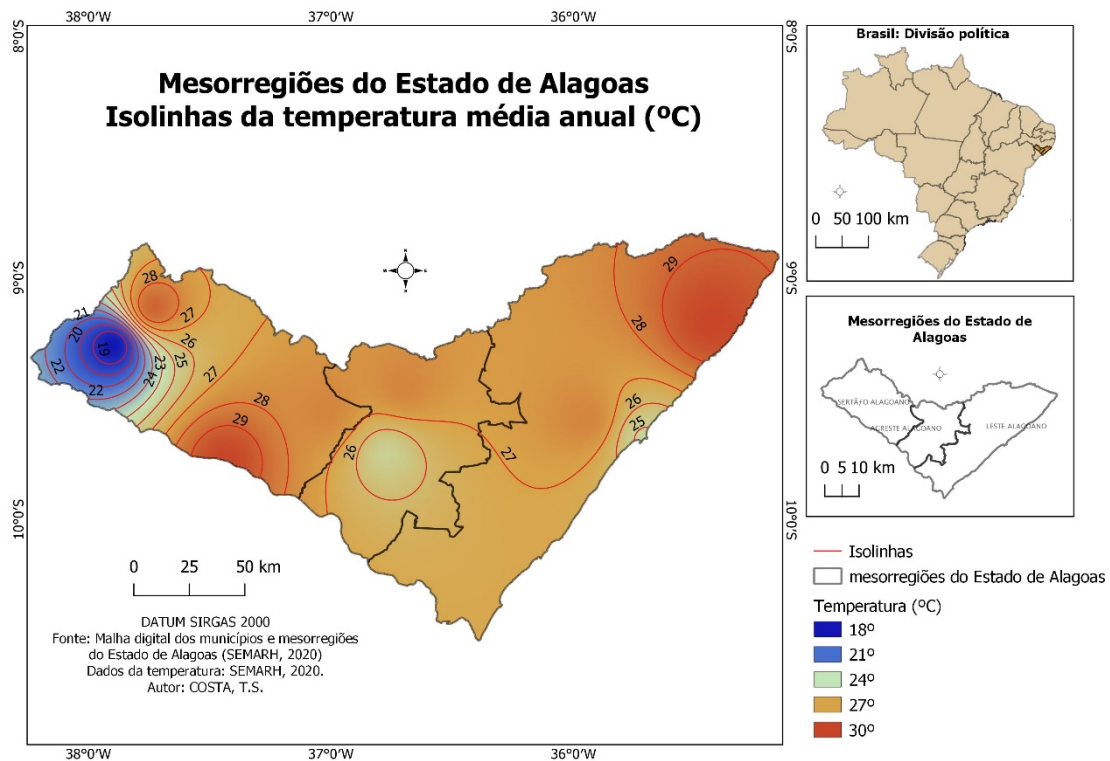
Outra boa parte de sua área está inserida na unidade da Depressão Sertaneja onde se localiza as mesmas características da região de Quebrangulo. O município é cortado por rios perenes, vegetação caducifólia típico da região agreste. Conforme Jacomine

O território alagoano apresenta uma pluralidade em torno da formação geomorfológica, caracterizada por baixas altitudes e unidades de relevo como a baixada litorânea que se prolonga da fronteira com o Pernambuco, até as margens do rio São Francisco; o pediplano ocupando a maior parte do interior do estado; a encosta meridional do planalto da Borborema situada na região centro-norte; e as planícies aluviais ou várzeas. Tem sua ocorrência registrada ao longo dos rios da região estendendo-se até a planície e o delta do São Francisco (JACOMINE, 1975).

Como em todo Estado de Alagoas, o município de Palmeira dos Índios registra inverno e verão como duas estações do ano bem definidas. Com média climática anual de 27°C as

chuvas são mais frequentes no outono-inverno aonde os índices pluviométricos chegam a 1.400mm/ano. Em regiões de serras esse índice chega a 1.000mm/ano.

Figura 4 – Temperatura média anual



Fonte: Costa, (2021)

Alagoas dispõe de um número de rios importantes para o equilíbrio ambiental do Estado. Mas, a maioria não tem uma vazante que possibilite a ampliação do abastecimento à população. Dentre eles podemos citar os rios Manguaba, Camarajibe, Múdaú, Paraíba do meio e Coruripe. O principal rio de grande relevância para a sociedade é o São Francisco. Através dele, é que milhares de alagoanos saciam sua sede.

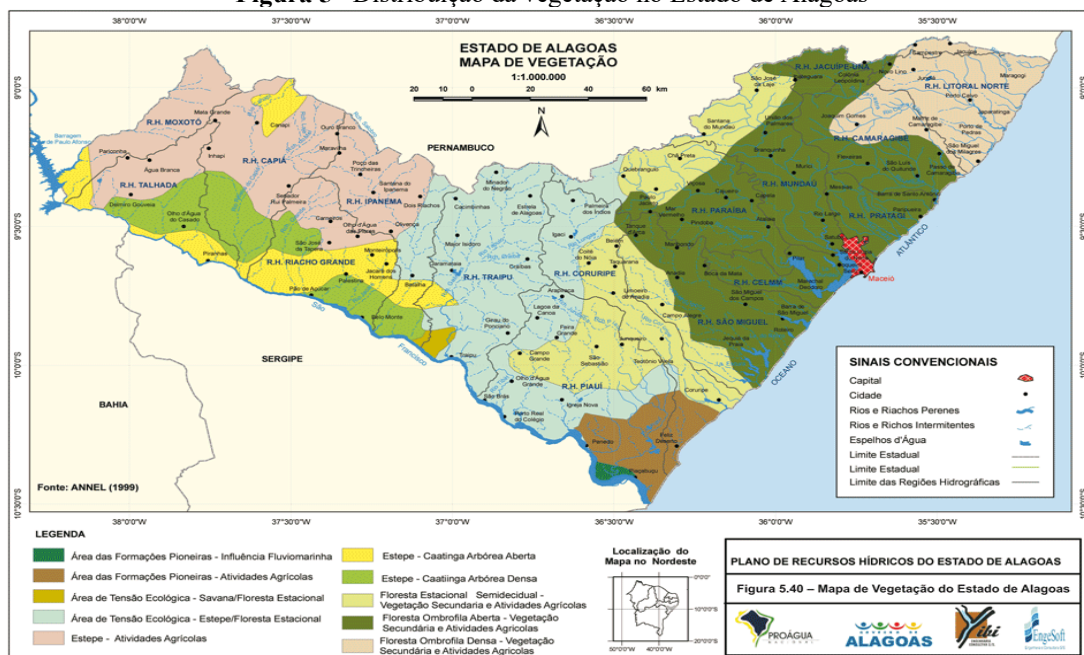
Palmeira dos índios está localizada na bacia hidrográfica do rio Guedes, que banha o município. Compõem essa bacia os rios: Doce, Quebrangulinho, rio Coruripe e seus afluentes os riachos Mata Verde e Cafundó, rio Lungas e seus afluentes, os riachos Muquém, da Piaba, da Barra e Lunga.

Com todo esse complexo de rios e riachos, não há a possibilidade de abastecimento do município por razão do potencial hídrico não ser compatível com a população da região.

Neste panorama, os impactos ambientais registrados na barragem da carangueja está contribuindo diretamente para um elevado índice de escassez de água acentuada, onde critérios de recuperação da região é o principal ponto de início da revitalização do ecossistema local.

Fatores climáticos como as massas de ar, altitude, latitude, correntes marítimas, continentalidade e maritimidade são determinantes no domínio morfoclimático. A partir dessas fontes de estudo podemos determinar que a floresta tropical ocorre na faixa litorânea do Estado e na encosta do planalto da Borborema, tendo como característica mata frondosa. No agreste é uma espécie de vegetação de transição entre a mata litorânea e o sertão, ou seja, ele é uma vegetação de transição. A caatinga é característica do sertão nordestino, tendo como determinante a predominância de cactos, árvores de pequeno porte e arbustiva. As coberturas vegetais preponderantes na região de Palmeira dos Índios são características tanto da mata atlântica quanto da caatinga já que o município está inserido em uma área de transição entre o litoral e o sertão (Figura 5).

Figura 5 – Distribuição da vegetação no Estado de Alagoas



Fonte: Governo do Estado

O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE PALMEIRA DOS ÍNDIOS - AL

Palmeira dos Índios é um dos 77 municípios alagoanos que é abastecido pela companhia de abastecimento d'água e saneamento do Estado de Alagoas - CASAL que tem sua sede em

Maceió, capital do Estado. Sendo a terceira maior cidade, Palmeira dos Índios sente a carência de um potencial hídrico que venha a suprir as necessidades do município.

A água que abastece os municípios de Palmeira dos Índios, Minador do Negrão e Estrela de Alagoas é captada na barragem da carangueja que pertence à bacia hidrográfica do rio Carangueja no município de Quebrangulo sendo distribuída através da adutora da carangueja (Figura 6).

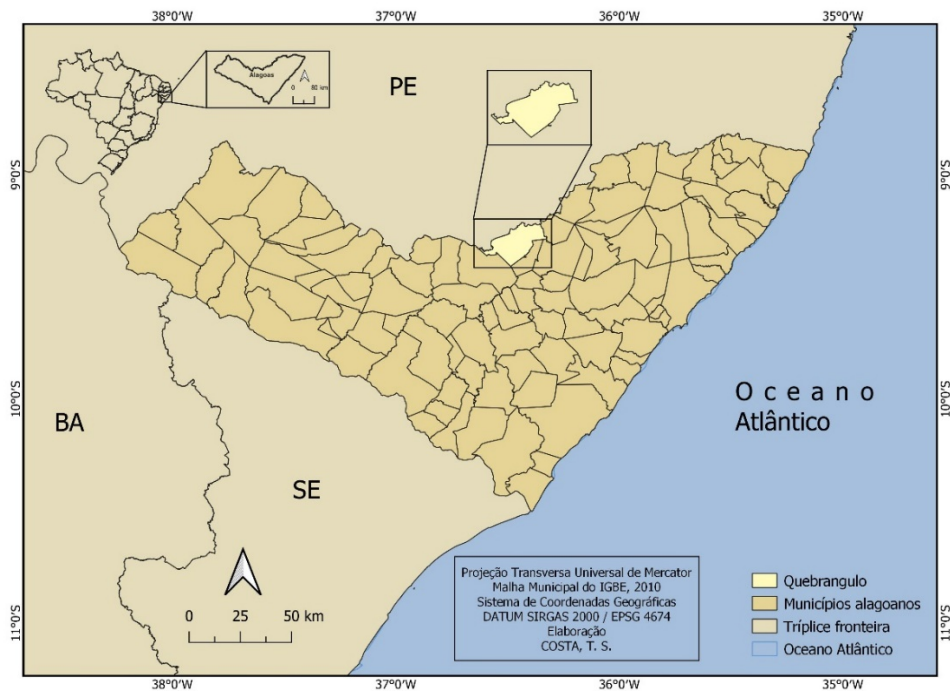
Figura 6 - Adutora da carangueja



Fonte: Casal

O município de Quebrangulo se encontra na unidade geoambiental da depressão sertaneja que tem como paisagem predominante o semiárido do sertão nordestino; trata-se de uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo suave ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. A oeste do município se encontra a unidade geoambiental do Planalto da Borborema. A vegetação é de caatinga e trechos de floresta caducifólia com clima tropical semiárido e índices pluviométricos de 431,8mm anuais. Seu solo tem características de mal drenados, rasos e pedregosos.

Figura 7 – Localização geográfica do Município de Quebrangulo - AL



Fonte: Costa (2021)

A construção da barragem é datada de 1977, toda sua área é delimitada e cercada pela CASAL e está protegida por esta companhia de abastecimento e foi concedida para fins de preservação ambiental. A área de preservação permanente estende-se por toda sua margem direita da barragem. À margem esquerda concentram-se propriedades privadas, que ficam a margem da barragem da carangueja e não se encontram vestígios das matas ciliares em todo seu trajeto.

Sendo uma região de manancial, o proprietário tem por obrigação não dispor desta região para fins econômicos como criação de gado e plantações, e sim para reflorestarem essas mesmas áreas. Mesmo com essa obrigação, ele não é cumprido. Segundo a senhora Maria Aparecida Torres dos Santos (Gerente Operacional da Regional Serrana) numa entrevista concedida em 09 de Dezembro de 2006, afirma que “a área de preservação não se estende por toda barragem devido a não estar demarcada pelos órgãos ambientais competentes”.

Toda área que hoje é protegida trata-se de uma região recuperada, onde foram replantadas espécies daquela região e que faziam parte da natividade florestal daquela região. Grande parte das áreas onde há vestígios de vegetação foram áreas reflorestadas para o equilíbrio hídrico e ambiental da região de Quebrangulo.

A barragem foi construída para uma acumulação de 5.000.000 litros (cinco milhões de litros e possui uma profundidade de 18m, atualmente a barragem perdeu 5 m de profundidade, consequência de suas margens estarem desprotegidas provocando o assoreamento da barragem, resultando em uma redução no acúmulo de água, porém ainda não calculado (Figura 7).


Não há registros de contaminação por metais pesados na água, devido sua área está restrita a zona rural do município onde se encontra propriedades rurais de cultivo animal, base de sua economia. A contaminação por metais pesados é mais frequente em lugares que se concentram indústrias que os produzem.

Figura 8 - Barragem da Carangueja



Fonte: (Costa, 07/2017)

Toda a região da barragem da carangueja faz parte de um Plano Federal de integração das bacias em Alagoas, cujos estudos foram sobre o de impacto ambiental e implementados pela Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação (COHIDRO). Várias são as possibilidades de ampliação do abastecimento d'água que estão em estudo pela companhia e pelo governo federal através do COHIDRO, como o canal do sertão, Bálamo, barragem dos Riachos, Caçamba e Pacariva. Devido a Companhia não ter nenhum planejamento durante as estiagens para evitar o desabastecimento, já que houve uma estiagem em 1999 que veio a secar a barragem, a concepção de ampliação dos mananciais de água doce e apropriada para o consumo humano se faz necessário de modo que o equilíbrio ambiental se faça presente para a condução sustentável dos recursos na região.



A dinamização da exploração não pode ser conotada como sinônimo da não recuperação da área da carangueja, se faz necessário o amadurecimento com a preservação desses ambientes de interação das condições naturais presentes em qualquer ambiente que condense essas inter-relações.


No âmbito da territorialidade do município de Palmeira dos Índios, constitui-se hidricamente por riachos que não tem suas vazões potencializadas para o abastecimento urbano, pois são caracterizados por sua temporalidade. Para maior compreensão do espaço urbano, é que teóricos (Santos, 1979 e 1996; e Gottdiner 1993) enfocam a necessidade de analisar o período histórico dos acontecimentos sociais que detenham ligação direta com o espaço geográfico construído e projetado.

O entendimento espacial da constituição urbana reflete-se nos relevantes problemas ambientais. O crescimento direcionado a áreas periféricas, levando em consideração o processo histórico de ocupação do solo a margens de rios, resulta na segregação de zonas de sérios problemas ambientais.

Nesta circunscrição, a expansão do desmatamento e a ocupação desordenada revelam uma imagem de ampla devastação provocada pelo intemperismo biológico relacionado diretamente pela atuação do homem nesse meio. Sendo região de vegetação de transição, caracterizada pela presença tanto de mata atlântica quanto arbustiva mostraram o rápido avanço do desflorestamento provocando mudanças consideráveis na estrutura do solo e contribuindo para a ineficácia do abastecimento de água. O planejamento urbano passa do ponto de vista legal pelo plano diretor, construindo uma nova postura em torno da problemática pautada no desabastecimento da região.

IMPACTOS AMBIENTAIS E MEDIDAS DE RECUPERAÇÃO DA PAISAGEM DE QUEBRANGULO - AL

A integração do homem com o meio natural será um dos fatores que irá determinar uma maior interpretação e entendimento para uma análise concreta do ambiente que a carangueja está inserida. O meio ambiente está no primeiro ponto de uma pauta imensa, fruto de uma cadeia em constante desequilíbrio, resultando em baixas perspectivas para o crescimento ordenado e seu patamar de sustentabilidade. A escassez desencadeia outros problemas bem preocupantes,




que estão relacionados ao desenvolvimento socioeconômico e o bem estar da população. A regularização no abastecimento deve vir acompanhada de uma qualidade da água, é nesse momento que podemos citar a questão ambiental como sendo o principal vetor na construção de uma margem de equilíbrio entre o homem e o meio ambiente.

Nos últimos anos, o meio ambiente vem sofrendo com a ação devastadora dos impactos causados principalmente pela ação do homem no meio natural. Para se entender essa relação, pode-se conceituar impacto ambiental como qualquer ação que altere as propriedades físicas, químicas e biológicas causada pela intervenção do homem ou por ação natural do próprio ambiente que possa interferir na saúde, bem-estar da população e em suas atividades econômicas e sociais.

Para considerar o nível de degradação de uma área, se faz necessário fazer uma avaliação de impacto ambiental. Esses procedimentos possibilitam um exame minucioso dos impactos para uma ação eficaz que possa buscar alternativas de proteção ao meio ambiente. Sendo uma política ambiental, é através dela que se podem adotar medidas emergenciais ou não para a implementação desse projeto de recuperação.

Por ter referência de vida, o tema água é alvo de grandes debates nas conferências internacionais em todo o mundo. Desde que esse tema tomou proporções bastante amplas, devido a sua escassez em áreas que não tinham registros de problemas, que governos estão mais cautelosos e buscando vias alternativas de acesso a água própria para o consumo humano. Um dos problemas que altera e pode tornar-se uma fatalidade à medida que aumenta a agressão ao meio natural, são os impactos causados pela ação do homem nas fontes hídricas dos rios, que são suas nascentes. Isso é cada vez mais preocupante, porque se vê o aumento da destruição, ao ponto de termos que delimitar áreas para não serem atingidas pela ação devastadora do homem. Podemos observar em nosso meio que quase não existe mais espaço natural, quase todo o espaço já foi tocado ou modificado pela ação humana. Precisa-se preservar para manter o equilíbrio ecológico e natural nos rios, lagos, nascentes e conseqüentemente, a vida dos seres humanos.

À medida que a população de uma cidade cresce, surgem vários fatores que podem modificar todo o espaço natural, transformando-o em espaço geográfico. Problemas no abastecimento de água indicam um mau planejamento ou um descaso com o meio ambiente, que gera um desconforto na população. Não só o abastecimento, mais a qualidade da água



contribuem para uma vida mais saudável e tem que está equiparada à mesma escala de produtividade, desse modo não regredindo.

O estudo de impacto ambiental é feito por técnicos objetivando fazer o levantamento de dados científicos para a implementar um projeto de recuperação do meio ambiente. Com base em dados preliminares, há necessidade de uma análise in loco de fatores que possam evidenciar uma ocorrência mais enfática da degradação e os meios de recuperação. Neste contexto, aplica-se um reconhecimento dos meios físicos e biológicos por meio de identificação da real situação do subsolo, o ar e o clima, destacando os recursos naturais até o meio socioeconômico de ocupação do solo e em que níveis de desordenamento. A partir desses levantamentos técnicos norteia-se todo um planejamento estratégico de gestão para a recuperação das áreas impactadas.

Sendo assim, para diagnosticar a área de influência afetada pelos impactos de forma a permear a reversibilidade a pequeno, médio e longo prazo é importante um estudo pleno a partir dos diversos contextos de inserção cultural que cada região apresenta. Além da avaliação de impacto ambiental (AIA) ser uma política correta ela irá retratar o grau de danos causados pelos diferentes processos que colocam em risco várias regiões do mundo.

Após esse estudo, é apresentado o relatório de impacto ambiental onde serão informados todos os dados coletados, técnicos e científicos. O plano de controle ambiental é a efetivação de todo um prognóstico de estudos para minimizar, potencializar e compensar os impactos ambientais.

A expansão urbana sem o controle de ocupação e utilização do solo, provoca consequências danosas ao meio ambiente. Em Quebrangulo, onde localiza-se a barragem da carangueja, ainda não há registros desta expansão, mas sofre com a má utilização do solo próximo a barragem. Toda a faixa direita que contorna a carangueja é de propriedade particular, que estão expostas ao desmatamento e a utilização do solo da região não tem o controle para sua sustentabilidade.

O ritmo acelerado do crescimento vegetativo levando-se em consideração o crescimento populacional das cidades que são abastecidas por Quebrangulo, é desproporcional aos recursos existentes e há a falta de investimentos no setor. O crescimento populacional resulta no aumento significativo do consumo de água potável, que se não alinhado com o acompanhamento desta perspectiva acaba causando transtornos à população.

A DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NÃO ACOMPANHOU O CRESCIMENTO


Dados do censo de 2010 mostram que a população do município de Palmeira dos Índios residentes caiu de 77.204 mil habitantes para 73.060 mil. Mas, outro dado importante a ser considerado é que a população urbana aumentou nesses últimos anos. Em 2001 havia 30.783 mil habitantes na zona rural de Palmeira dos Índios, em 2011 esses números foram para 19.102 mil habitantes. Já na cidade foi de 30.783 mil habitantes para 48.958 mil habitantes segundo dados do IBGE. Esses dados mostram o crescimento da população urbana e com ela aumenta a necessidade de uma maior disponibilidade de abastecimento com regularidade para que se venha conduzir o equilíbrio mínimo para manutenção da qualidade de vida.

Com a expansão urbana em Palmeira dos Índios, houve um desencadeamento de uma grave crise no abastecimento urbano. Além do abastecimento, podemos citar a ocupação indevida de áreas de encostas, transformando todo espaço natural do município elevando o processo de alteração do meio natural sem o mínimo de planejamento. Com o crescimento populacional, a demanda aumentou, e não houve um planejamento para que se aumentasse a oferta de água em Palmeira dos Índios e nos demais municípios.

Considerando todos os levantamentos socioambientais e físicos da região de Quebrangulo, onde localiza-se a barragem que abastece o município de Palmeira dos Índios, vem sofrendo constantes alterações em seu ciclo natural. A área é desconstituída de mata ciliar, e em todo o percurso do pequeno rio que abastece a barragem, que a protege de agentes externos, tornando-se um campo aberto para ações agressivas que possam determinar sua falência como o grave e constante assoreamento no fundo da barragem da carangueja. Outro fator importante de relação de impacto são as invasões por parte dos proprietários rurais que se utilizam da área que margeia a barragem para ampliar suas plantações e se utilizarem da água da barragem para irrigarem as mesmas.

A grave crise que passa pelo abastecimento urbano e rural do município de Palmeira dos Índios, permeia pela não valorização da conservação de áreas que tem importância pelo seu potencial hídrico realizando estudos periódicos para as medidas necessárias de conservação indispensáveis para a sustentabilidade do meio ambiente.

Desse modo, não se pode deixar a política para essas áreas padecer, sabemos que a partir do momento em que se recupera uma área devastada, as possibilidades de reestruturação e ampliação são muito grandes, fortalecendo e ampliando o meio ambiente. Tudo isso reflete no



nosso cotidiano, em contextos diferenciados, mas que certamente pode se perceber a diferença. Temos sim que buscarmos medidas emergenciais para os problemas do século XXI, mas não deixando para trás uma responsabilidade que é nossa de recuperar a potencialidade dos nossos recursos hídricos, educando e protegendo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Depois de um tempo dedicado a pesquisa, viagens e estudos, percebemos o amplo campo de estudo que o meio ambiente oferece aos pesquisadores. Mais amplamente, quando estamos passando por um caos na mobilidade do homem, no sistema e nas contradições em que a natureza está transitando.

O estudo do espaço geográfico das duas cidades do agreste alagoano, Palmeira dos Índios e Quebrangulo, foi o nosso eixo para entendermos a escassez por que passa a primeira cidade. Com isso poderíamos apresentar à sociedade palmeirense um caminho pautado em um trabalho relevante para a condução de uma nova política de recondução de sustentabilidade do meio ambiente que viesse a melhorar as condições socioeconômicas da população de Palmeira dos Índios e região.

Toda essa concepção nos leva a repensar o meio ambiente de uma forma geral, a que ponto o crescimento se resume ao desmatamento, emissão de gases poluentes, poluição dos rios e mares num plano de total desrespeito como ambiente em que vivemos. Afinal, nós produzimos o meio em que vivemos e nos tornamos ao longo do tempo produtos deste meio. Tais problemas poderiam ser amenizados mediante a aplicação de políticas públicas desde que exista responsabilidade para com a recuperação dos ecossistemas, pois, a forma errônea como o homem interfere no meio ambiente impede que haja a regeneração do mesmo.

Nesse contexto, esta pesquisa é uma forma de contribuir na discussão local sobre os nossos recursos hídricos, sobre sua recondução e que se pormos em prática ações que permitam o manejo sem a destruição, construiremos uma nova sociedade a partir de uma educação ambiental.

REFERÊNCIAS

CARTER. H. **The study of urban geography**. Londres: Edward Arnold, 1972.

FURTADO, Celso. **Seca e Poder: entrevista com Celso Furtado** / entrevistadores Maria da Conceição Tavares, Manoel Correia de Andrade e Raimundo Pereira – SP: Fundação Perseu Abramo, 1998.

GOTTDIENER, M. “**A produção social do espaço urbano**”, EDUSP, São Paulo, 1993.

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSÔA, S.C.P. & SILVEIRA, C.O. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Alagoas**. Recife, Embrapa/Sudene, 1975a. 532p.

MOREIRA, I. V. D. **Avaliação de impacto ambiental**. Rio de Janeiro:FEEMA, 1985. 34 p.

PIVIANI A. **Reorganização regional e a interdisciplinaridade: desafio para os anos 90**. GEOSUL 1989;4:17-29.

PINHEIRO, Nilde Lago. **Análise Ambiental. Estratégias e Ações: Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**. Organizado por: TAUk.

REBOUÇAS, Aldo. C. **Água na região Nordeste: desperdício e escassez**. Estudos Avançados - USP,11 (29), 1997. p.127-154.

SANTOS SOUZA EB de. **Desenvolvimento urbano na década de 90**. In: IPEA/IPLAN. Para a década de 90 prioridades e perspectivas de políticas públicas. Brasília: IPEA/IPLAN, 1990.

Milton A. dos. **Espaço e Sociedade**. Petrópolis – RJ: Vozes, 1979.

SPADOTTO, C.A. **Classificação de Impacto Ambiental**. Comitê de Meio Ambiente, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. 2002. [online] Disponível: <http://www.cnpma.embrapa.br/herbicidas/> [Acesso em 03/05/2019].

HOME PAGES INSTITUCIONAIS

Censo 2010. Disponível em: <www.ibge.org.br> Acesso em 22/05/2019

LEGISLAÇÃO

LEI 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

CAPÍTULO 39

DOI: 10.47402/ed.ep.c202183238486

PERÍCIA AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE INVESTIGAÇÃO DE CRIMES AMBIENTAIS NO BRASIL

Izabelle Camila Araujo e Arandas, Agente Fiscal, CREMEPE e UPE
Simone Ferreira Teixeira, Professora Adjunta, UPE e Doutora em Oceanografia, UFPE


RESUMO

A perícia ambiental é uma área da ciência que demanda conhecimentos técnicos, artísticos e/ou científicos, realizada por pessoas profissionalmente qualificadas, com o intuito de estabelecer o nexo causal de litígios que envolvam o meio ambiente, sendo utilizada como meio de prova em crimes ambientais. Este trabalho objetivou levantar, comparar e sintetizar estudos sobre Perícia ambiental, correlacionando os dados e evidenciando a importância desses resultados para a área forense. A revisão da literatura realizada foi do tipo descritiva, realizada no período de outubro a novembro de 2020, com uso de buscadores virtuais, usando como descritores os termos "Perícia ambiental" and "Crime" e "Dano ambiental" and "Perícia criminal". Após a seleção das bibliografias, foram analisadas 37 produções no formato de artigos, capítulos de livros e teses/dissertações/monografias. Há um aumento no número de publicações nesta área, com o maior número de trabalhos sendo provenientes da região Sul, com 14 estudos, e o estado que apresentou mais publicações foi Santa Catarina com dez. Os assuntos periciais abordados envolveram crimes contra o ordenamento urbano; poluição sonora e do ar; crimes contra a fauna e flora; contaminação do solo; poluição hídrica; e, valoração de danos em perícias ambientais. Concluiu-se que a área de perícia ambiental, no Brasil, atua em muitas frentes, pela diversidade de crimes ambientais prevalentes, que são muitos os casos envolvendo este tipo de crime, mas que a maioria dos julgamentos são morosos, com desfecho brando ao infrator, e com aplicação de multas irrisórias ou penas alternativas. Fiscalizações mais assíduas são uma necessidade urgente para coibir esses crimes e o investimento no uso de tecnologias avançadas contribuirão sobremaneira na eficiência da perícia, permitindo um trabalho mais célere e efetivo.

PALAVRAS-CHAVE: Perícia Forense, Perícia Ambiental, Danos Ambientais, Crimes Ambientais, Preservação Ambiental.

INTRODUÇÃO

No território brasileiro, regiões de vegetação nativa foram, gradualmente, sendo ocupadas, tanto pela expansão de fronteiras agrícolas como pela urbanização crescente, o que levou a uma destruição massiva de ecossistemas, com perda de biodiversidade, destruição de habitats naturais e de solos férteis. Muitos setores atribuem esse problema à herança colonial



de origem portuguesa, uma vez que a colonização do Brasil ocorreu de maneira exploratória com poucas preocupações em relação à finitude de recursos ambientais (CASTRO, 2002).


Ao longo do século XX, o desenvolvimento de culturas e sociedades foi consolidado pelo capitalismo, o qual exigiu um ritmo célere de produção de mercadorias e tecnologias, de modo que impactou, diretamente, na degradação de biosistemas (PINHEIRO; BASSOLI, 2005).

Com o passar dos anos, a preocupação em relação à importância da preservação ambiental, como condição fundamental à sobrevivência humana, foi tomando forma, em moldes que transgrediram fronteiras internacionais. Em 1992, ocorreu, na cidade do Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ECO-92), a qual propiciou a criação da Agenda 21 que, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente, é “um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica” (BRASIL, 1992). É importante ressaltar que a Organização das Nações Unidas (ONU) define o desenvolvimento sustentável como sendo “aquele que atende às necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazê-las”. Portanto, a sustentabilidade deve ser entendida como um compromisso global, aplicável a todos os agentes envolvidos (RIBEIRO, 2010).

A ideia restritiva que limitava a ideia de meio ambiente ao espaço físico foi, gradativamente, cedendo espaço para uma perspectiva mais plural e interdisciplinar, entendendo-se como meio ambiente aquele em que há um espaço de produção social de interações políticas econômicas, sociais e culturais. Nesse contexto, visando à proteção destes recursos naturais, surgiu a perícia ambiental, como ramificação da perícia forense, que, por sua vez, constitui-se como meio de prova, que demanda de conhecimentos técnicos, artísticos e/ou científicos, realizada por pessoas qualificadas. É utilizada em processos judiciais, para determinar o nexo causal, bem como a extensão do dano, fornecendo subsídios às penalidades, que serão aplicadas.

Portanto, a perícia ambiental propicia a valoração do dano ambiental, em decorrência de uma demanda processual, tendo como objeto de estudo aspectos abióticos, bióticos e socioeconômicos.

Órgãos Executores, Fiscalizadores, Normativos e Deliberativos, como o Instituto



Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o Instituto Estadual de Florestas (IEF), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), polícia ambiental, entre outros, não podem atuar como peritos nos crimes correlatos a fiscalização, que eles mesmos exercem, cabendo-lhes a elaboração de políticas e diretrizes governamentais, bem como inspeção dos atos de autuação por infração com descrição precisa do fato delituoso (GONÇALVES, 2014). A Lei Federal 9.605/98, denominada de Lei de Crimes Ambientais, em seu artigo 19, cita que: “A perícia de constatação do dano ambiental, sempre que possível, fixará o montante do prejuízo causado para efeitos de prestação de fiança e cálculo de multa” (BRASIL, 1998)


Identificação, valoração, delineamento, tipificação e consequências estão relacionadas à perícia ambiental, que permite o enquadramento legal das condutas, atividades lesivas e estabelecendo nexos de causalidade. Esse tipo de perícia, atualmente, reside na dicotomia entre o crescimento desenfreado e a eficácia do princípio da sustentabilidade, servindo ao Direito Ambiental, como arcabouço da busca contínua da proteção, fluindo em toda a sua complexidade de abrangência social, econômica e cultural.

A finalidade deste trabalho foi o de levantar, comparar e sintetizar estudos sobre Perícia ambiental, com limite de data de publicação dos últimos cinco anos, correlacionando os dados e evidenciando a importância desses resultados para a área forense.

METODOLOGIA

A revisão de literatura foi realizada no período de outubro a março de 2021, em que foram coletados produções bibliográficas, a partir das bases de dados online, retirados do Google Acadêmico, Scielo e portal da CAPES, bem como consulta de leis relacionadas ao meio ambiente e jurisprudências dos tribunais relacionadas ao tema de estudo, entre os anos de 2016 e 2020. Os descritores utilizados nas buscas foram: I) “Perícia ambiental” and “Crime” e II) “Dano ambiental” and “Perícia criminal”.

A revisão da literatura realizada foi do tipo descritiva, sendo adotados os seguintes critérios de inclusão: 1) artigos classificados como originais, com limite de período de publicação referente aos cinco anos anteriores; 2) publicações contendo métodos de perícia ambiental; 3) assunto descrito ser pertinente ao objeto de estudo; 4) objetivo claro e fiel ao




estudo realizado; 5) ser baseado na literatura anterior; e, 6) conclusão de acordo com o observado. Os critérios de exclusão adotados foram: 1) artigos que versavam sobre auditoria ambiental; 2) comentários; 3) short communication; e, 4) produções que eram revisão bibliográfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as buscas, nas diferentes bases de dados, foram selecionadas as publicações, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, limitando-as aos cinco anos anteriores à pesquisa bibliográfica. Posteriormente, os artigos foram selecionados de acordo com os seus títulos. Os resumos dos artigos pré-selecionados foram lidos e novamente foi feita outra seleção, após leitura completa dos trabalhos e exclusão de títulos repetidos, obtendo-se então 37 produções bibliográficas para análise, no formato de artigos, livros ou capítulos de livros, teses, dissertações e monografias de conclusão de curso, sendo obtidos 20 artigos, um capítulo de livro e 16 publicações na categoria Teses/Dissertações/Monografias.

No levantamento de publicações por regiões e estados obteve-se a seguinte distribuição, por região, no Norte foram obtidos dois trabalhos (5,40%), no Nordeste seis (16,22%), no Centro-Oeste seis (16,22%), no Sudeste nove (24,32%) e no Sul 14 (37,84%). Na região Norte, foram selecionadas duas publicações, ambas do estado do Pará (5,40%). Na região Nordeste, foram selecionados dois trabalhos da Bahia (5,40%), um do Ceará (2,70%), um da Paraíba (2,70%) e dois do Rio Grande do Norte (5,40%). Na região Centro-Oeste, houve um de Goiás (2,70%), um de Mato Grosso (2,70%), quatro de Mato Grosso do Sul (10,81%). Na região Sudeste, houve quatro de Minas Gerais (10,81%) e cinco de São Paulo (13,51%). Por fim, na região Sul, houve quatro publicações do Rio Grande do Sul (10,81%) e dez de Santa Catarina (27,03%). Observou-se que a região com o maior número de publicações foi a região Sul, com 14 estudos na área, sendo a região Norte a que contabilizou o menor número, apenas 2 publicações.

A distribuição dos trabalhos por ano de publicação foi de quatro em 2016, nove em 2017, sete em 2018, seis em 2019 e onze em 2020. Entre os anos de 2016 a 2020, observa-se que houve um aumento no número de publicações, o que sinaliza um crescente interesse na área da perícia ambiental, por parte do setor acadêmico.




Dentre as categorias de estudos sobre perícia ambiental foram encontrados trabalhos relacionados a: uso de tecnologias – imagens de satélites, ortofotos, dados de uso e cobertura do solo e aeronave remotamente tripulada (RPA) (7); infrações ambientais – fauna (caça e pesca ilegal) e flora (5); valoração de danos ambientais (5); postos de revenda de combustíveis (4); reparação de dano ambiental (3); incêndios florestais, no Mato Grosso do Sul (3); desastre ambiental – caso Mariana, Minas Gerais (2); áreas de proteção permanente (2); dosimetria de infrações penais (2); legislação ambiental (1); processo administrativo ambiental (1); poluição atmosférica (1); poluição sonora (1); e extração mineral – ágata, areia, argila, cascalho para estradas (saibro), granito (pedras), basalto (brita) e basalto (pedras).

Santa Catarina foi o estado que obteve o maior número de pesquisas relacionadas ao tema da perícia ambiental (10), mas dentre as linhas de pesquisa encontradas a temática referente à “fauna e flora” foi o de maior destaque, somando três trabalhos. São Paulo aparece em seguida, totalizando o somatório de cinco trabalhos, tendo como destaque o tema “uso de tecnologias”, com dois trabalhos publicados. Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, totalizaram quatro trabalhos cada em distintas áreas. É importante ressaltar que das quatro publicações do estado de Mato Grosso do Sul, três foram relativas a “incêndios florestais”.

De acordo com Sampaio (2010), podemos classificar os crimes ambientais em: crimes contra a fauna e flora, poluição hídrica, sonora e do ar, contaminação do solo, crimes contra o ordenamento urbano e patrimônio natural, crimes contra a administração ambiental, crimes de usurpação ocupação de áreas protegidas, dentre outros. Havendo necessidade de esclarecimento de determinado fato, que tenha causado prejuízos ao meio ambiente, a perícia será indispensável.

CRIMES CONTRA O ORDENAMENTO URBANO

O processo administrativo executado por órgãos ambientais competentes, o qual visa ao controle de empreendimentos e atividades efetivas, ou potencialmente poluidoras, as quais possam causar a degradação ambiental denomina-se Licenciamento Ambiental. O objetivo é promover o desenvolvimento social e econômico do país, sem que prejudique a qualidade do meio ambiente. De acordo com o art. 66 do Decreto Federal nº 6514/2008, constitui-se como crime:




Art. 66. Construir, reformar, ampliar, instalar ou fazer funcionar estabelecimentos, atividades, obras ou serviços utilizadores de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, sem licença ou autorização dos órgãos ambientais competentes, em desacordo com a licença obtida ou contrariando as normas legais e regulamentos pertinentes. (BRASIL, 2008).

Machado (2019) buscou averiguar atividades que estivessem sendo realizadas sem a devida licença ambiental, entre os anos de 2015 e 2017, no município de São José, em Santa Catarina. Foi possível constatar que dos 550 Autos de Infração emitidos, 127 tratavam-se de infrações relacionadas às atividades sendo exercidas, sem a devida licença ou autorização ambiental, ou seja, 23,9% do total. Dos empreendimentos averiguados oficinas mecânicas se sobressaíram às demais, representando 21,26% de todos, seguido pelos Condomínios Residenciais (13,39%) e Centrais de Triagem de Resíduos Sólidos Urbanos (11,81%). As atividades de Funilaria e Pintura, Serralheria, Marmoraria, Manutenção de Eletroeletrônicos e Marcenaria, representaram somadas 33,86% de todas as autuações.

No município de Natal, no estado do Rio Grande do Norte, no ano de 2013, ocorreu a implantação do Projeto de Adequação Ambiental de Postos de Revenda de Combustíveis (PRC), também denominado de Selo Verde, por meio do Ministério Público do Rio Grande do Norte, em parceria com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB) e Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) (MENESES, 2013). A adequação ambiental desses PRC teve por objetivo solucionar as principais problemáticas, tendo como pilar a sustentabilidade, bem como a constatação de todas as licenças pertinentes para o pleno funcionamento desses estabelecimentos. O processo de licenciamento ambiental para Postos de Revenda de Combustíveis (PRC) agrupa diversos elementos necessários para a adequação ambiental, tais como: cadastro, análise de documentação, determinação de medidas de monitoramento, bem como medidas mitigadoras, de investigação e remediação de eventuais passivos ambientais. A necessidade de implantação do projeto adveio de denúncias de irregularidades relativas ao licenciamento ambiental, ao controle e ao funcionamento de postos de comercialização de combustíveis na cidade.

Dos 110 postos que participaram do Projeto, 15 foram selecionados para fazer parte de um estudo e, um ponto em comum entre eles, era o fato de não terem cumprido todas as etapas ou estarem na fase final de remediação ou ainda na etapa de monitoramento ambiental (ARAÚJO; CASTRO, 2018). Foi possível observar que somente um posto demonstrou negligência quanto à renovação da Licença de Operação, estando os demais em conformidade com essa e demais licenças. Todos os estabelecimentos realizavam a gestão adequada dos




resíduos sólidos perigosos e efluentes oriundos das atividades do posto, entretanto nenhum adotava a coleta seletiva dos resíduos sólidos domésticos. Depreende-se desse estudo que o trabalho realizado pela 45ª Promotoria de Justiça de Defesa do Meio Ambiente de Natal foi de suma importância para a reestruturação da atividade de revenda de combustíveis no município. Ainda que somente os 15 PRC estivessem em processo de trâmites para adequações é importante ressaltar que há a necessidade de uma fiscalização periódica, a fim de haver uma manutenção sob a ótica de gestão ambiental dos 110 PRC da região.

Silva e Souza (2020) investigaram a situação de postos que não foram contemplados pelo Projeto Selo Verde e para tanto selecionaram um posto específico, na cidade de Mossoró, no Rio Grande do Norte. Apesar de não ser parte integrante do Projeto, o referido estabelecimento encontrava-se em condições adequadas. Ressalvas foram pontuadas em relação à substituição das câmaras de contenção de bombas e de filtros, à manutenção na caixa separadora de água e óleo, devido à submersão inadequada e à aquisição de recipientes estanques para acondicionamento seguro e segregado dos resíduos sólidos e líquidos classe I.

Bernardini (2016), em seu estudo no município de São José-SC, coletou informações acerca de dez PRC, obtidas através de vistorias e análise de dados. Foi constatado que todos os postos em questão apresentavam algum tipo de falha em sua gestão ambiental. Dentre as principais desconformidades apresentadas foi observado o não atendimento às exigências legais, abrangendo desde pequenos reparos no piso, em áreas potencialmente poluidoras até a substituição de tanques de armazenamento de combustíveis e demais equipamentos do sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis. Foram encontradas irregularidades quanto à emissões de efluentes líquidos fora dos padrões exigidos pela legislação ambiental vigente, descumprimento de prazos referente a documentação, mau gerenciamento de resíduos sólidos, ausência da instalação do medidor volumétrico de combustíveis e ausência de contenção do tambor aéreo para armazenamento de óleo lubrificante usado e contaminado.

O estado de São Paulo foi um dos pioneiros no setor de cadastramento e licenciamento obrigatório de PRC. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) é o órgão fiscalizador e de caráter corretivo, que atua na região, aplicando advertências e multas, desde 1984. O Estado tem investido na capacitação e estruturação adequada para que os municípios passem a exercer maiores competências diante da gestão ambiental, principalmente, no licenciamento de empreendimentos de impacto local. Situação divergente ocorre no estado da




Paraíba, que possui um modelo de gestão centralizado em três cidades – João Pessoa, Campina Grande e Patos, onde a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), órgão fiscalizador do Estado, não consegue atender de forma eficiente a demanda relativa à emissão das licenças ambientais, seja na fiscalização ou monitoramento de atividades potencialmente poluidoras (FERREIRA, 2018).

No ano de 2006, na cidade de Jaraguá, em Goiás, a justiça proibiu o funcionamento de 11 lavanderias da região, que não possuíam a devida licença de órgão ambiental (LEITE et al., 2017). A atuação delas ocorria no setor de produção de jeans em larga escala e foi apurado que estariam provocando intensa poluição nos rios da região. A sentença condenou as lavanderias a pagarem R\$ 100.000,00 a título de indenização, além da obrigação de não causar poluição ambiental, sobre a qual incidiria uma multa diária de R\$ 2.000,00, em caso de descumprimento. Apesar de ter sido realizada a construção de uma estação de tratamento, o problema não foi solucionado, uma vez que não atendeu às normas, para exercício de atividades.

POLUIÇÃO SONORA

A Política Nacional do Meio Ambiente, consolidada pela Lei nº 6.938/81, em seu art. 3º, III define a poluição como a “degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos” (BRASIL, 1981). As atividades sonoras serão consideradas poluidoras por presunção legal, quando situadas fora dos padrões admitidos por lei, por resoluções do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e por normas técnicas recomendadas.

Num levantamento de dados, com o objetivo de diagnosticar o nível de pressão sonora gerado pelo tráfego de pessoas e automóveis, nas vias do núcleo urbano da cidade de Capanema, no Pará, foram monitoradas, estrategicamente, regiões onde houvesse centros comerciais, feiras, bairros residenciais ou rodovias, para que se tivesse uma representatividade das causas de aumento de níveis de pressão sonora no núcleo urbano da cidade (MOREIRA, 2019). Através de um Medidor de Nível Sonoro, também chamado de "Decibelímetro", foi possível constatar que dos 47 pontos de medição, 97% encontravam-se em desacordo, ou seja, 46 pontos estavam fora do padrão permitido, enquanto apenas um ponto encontrava-se de acordo com os limites estabelecidos, tanto na legislação federal quanto na municipal. Foi possível concluir que



o centro urbano da cidade é atingido por esse tipo de poluição, o que pode trazer malefícios à população que frequenta a área, podendo causar, a longo prazo, efeitos psicológicos, distúrbios neurovegetativos, náuseas, cefaléias, irritabilidade, instabilidade emocional, redução da libido, ansiedade, nervosismo, perda de apetite, sonolência, insônia, aumento da prevalência de úlcera, hipertensão, distúrbios visuais, consumo de tranquilizantes, perturbações labirínticas, fadiga, redução da produtividade, aumento do número de acidentes entre outros (WHO, 1980; Quick e Lapertosa, 1983; Gomes, 1989).

POLUIÇÃO DO AR

O artigo 54º da Lei de Crimes Ambientais, no. 9.605/98, em seu inciso II, enquadra como crime, passível de reclusão, a poluição atmosférica:

Art. 54. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora:

Pena - reclusão, de um a quatro anos, e multa.

§ 1º Se o crime é culposo:

Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa.

§ 2º Se o crime:

I - tornar uma área, urbana ou rural, imprópria para a ocupação humana;

II - causar poluição atmosférica que provoque a retirada, ainda que momentânea, dos habitantes das áreas afetadas, ou que cause danos diretos à saúde da população;


III - causar poluição hídrica que torne necessária a interrupção do abastecimento público de água de uma comunidade;

IV - dificultar ou impedir o uso público das praias;

V - ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos:

Pena - reclusão, de um a cinco anos. (BRASIL, 1998).

A área urbana, da região metropolitana de São Paulo, foi alvo de um estudo proveniente de um exame pericial em uma marmoraria, para averiguação de poluição ambiental, em detrimento da atividade laboral do estabelecimento (COTOMÁCIO, 2020). Foi constatada a ausência de um sistema de aspersão de ar, que auxiliasse no processo de detenção de partículas liberadas no polimento e lixamento das peças, bem como ausência de tratamento de resíduos líquidos, limitando-se à sedimentação e recirculação da água. Ademais, resíduos sólidos finos, advindos de cortes de peças brutas, contaminavam a água de resfriamento e depositavam-se no fundo do tanque de decantação. Foi observada também uma mistura na deposição das aparas com resíduos químicos, caracterizando a precariedade dos métodos de coleta, segregação e tratamento dos resíduos. Por fim, identificou-se a falta de licenciamento ambiental na



marmoraria, e o mesmo, tratando-se de um estabelecimento potencialmente poluidor, a ausência de licença ou autorização dos órgãos competentes contraria normas legais e regulamentos pertinentes.


Quando trata-se de deposição de resíduos, uma das soluções reside no reaproveitamento desses materiais. Em amostras de solo, resíduos da construção civil foram adicionados e observou-se o aumento da resistência física de solos argilosos, com características não recomendadas para o uso na construção de estradas (PESSOA, 2020). Devido à característica arenosa, esses resíduos podem ser utilizados na pavimentação de acesso, uma vez que essa característica inerente permite um bom escoamento e infiltração de águas pluviais. As pilhas de calcários originadas da calcinação constituem fontes de degradação ambiental e obstáculos das atividades das unidades produtoras. Dessa forma, o aproveitamento desses resíduos, de maneira racional, proporciona às estradas locais com melhores condições de trafegabilidade e durabilidade reduzindo seu risco de dano ambiental.

CRIMES CONTRA A FAUNA E FLORA

VEGETAÇÃO

Cada perícia possui características específicas a depender da infração a ser analisada. Uma das características básicas do exame pericial em locais atingidos por incêndios florestais é a mensuração da extensão da área atingida pelo fogo.

Oliveira (2020), relatou cerca de 280.326 focos de incêndio no Mato Grosso do Sul, entre os anos de 2000-2015. Desse quantitativo, 85,75%, ou seja 240.381 focos de incêndios, corresponderam a área pertencente ao Pantanal, seguida pelo Cerrado, 10,26% (28.752) e Mata Atlântica, 3,99% (11.193). Variáveis meteorológicas foram associadas a esse quantitativo de incêndios florestais, entre os anos de 2005 a 2015, meses com maiores déficits hídricos, onde houveram maiores incidências de focos de incêndios, uma vez que, em períodos de seca, a vegetação fica mais suscetível a processos de combustão, contribuindo assim para o alastramento de incêndios florestais (VIGANÓ, 2018). Os incêndios florestais de origem natural são comuns na região, devido ao chamado fogo de turfa ou "fogo subterrâneo", originado por sucessivos períodos de seca e chuva, que acumulam camadas de matéria orgânica por baixo da terra. Ao longo do tempo, o material torna-se altamente inflamável. Um raio ou



até mesmo um incêndio que atinge a região pode fazer com que o fogo se espalhe, por baixo da camada mais superficial da terra até encontrar alguma fissura ou uma vegetação mais seca para que possa emergir (LEMOS, 2020).


Na área do Pantanal, no ano de 2020, foi registrado, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), uma magnitude de incêndios florestais, que já não era mais observada desde o fim da década de 90. De janeiro a novembro de 2020, houve cerca de 21.451 focos de calor na região, mais que o dobro quando comparado ao mesmo período do ano anterior. Levantamentos, na região, indicaram que, entre os meses de julho e outubro, esses focos foram causados por ação antrópica e que pelo menos cinco fazendeiros estiveram envolvidos. Um dos indícios utilizados foi o fato de, entre os meses de junho e setembro, não haver registro de raios que poderiam ter atingido o bioma, provocando a combustão do material subterrâneo. A seca extrema na região, a pior em quase cinco décadas, contribuiu para que o fogo se alastrasse de maneira colossal, pelas adjacências (LEMOS, 2020).

A sucessão de anos com déficits pluviométricos, vento seco e baixa umidade são fatores que contribuem para a propagação de incêndios, mais especificamente na Bacia do Alto Paraguai onde encontra-se inserido o bioma Pantanal. O fato de não haver uma ação coordenada entre os órgãos competentes, para sistematização de linhas de combate e prevenção dos focos incipientes de incêndio na região, prejudica o efetivo controle do fogo que se alastra muito rapidamente.

Ações antrópicas associadas a esses fatores climáticos permitem o aumento e a propagação desses incêndios de forma que o fogo ocupa extensas regiões. Uma das ações antrópicas que compactuam com essa difusão de condições propícias aos incêndios é a remoção da vegetação nativa, para substituição por pastagem exótica. Essa troca, muitas vezes, ocorre pelas queimadas, que é uma prática comum da região, visto que o gado de corte é a principal atividade econômica exploratória local e há necessidade dessa remoção, para que se amplie os locais onde os animais permanecem (ALHO e GONÇALVES, 1998).

PESCA ILEGAL

A situação de abundância dos recursos pesqueiros, antes observada no Brasil, encontra-se, hoje, ameaçada, devido a ações antrópicas que influenciam diretamente na diminuição



paulatina dos estoques pesqueiros. Essa exploração vem sendo realizada, ao longo dos anos, sem controle adequado e, em grande parte, de forma clandestina (CEDRS, 2008). No tocante à pesca ilegal, a Lei nº 9.605/98, em seu artigo 34, define como crime:

Art. 34. Pescar em período no qual a pesca seja proibida ou em lugares interditados por órgão competente:

Pena - detenção de um ano a três anos ou multa, ou ambas as penas cumulativamente.

Parágrafo único. Incorre nas mesmas penas quem:

I - pesca espécies que devam ser preservadas ou espécimes com tamanhos inferiores aos permitidos;


II - pesca quantidades superiores às permitidas, ou mediante a utilização de aparelhos, petrechos, técnicas e métodos não permitidos;

III - transporta, comercializa, beneficia ou industrializa espécimes provenientes da coleta, apanha e pesca proibidas, (BRASIL, 1998).

Além da Legislação Federal, tratando-se especificamente do Mato Grosso, existe uma Lei Estadual nº 9.096, de 16 de janeiro de 2009 (GOVERNO DE MATO GROSSO, 2009), a qual proíbe a captura de pescado por diferentes tipos de petrechos, cota de captura, locais e rios com pesca proibida, determinação de tamanhos de captura e espécies que devam ser preservadas. Essa convergência de leis, contribui para que diferentes esferas sejam responsáveis pela fiscalização de determinadas infrações, permitindo que sejam enquadradas como crimes ambientais. Num estado em que não haja restrições, naturalmente, não haverá registro de crimes, entretanto, além das restrições impostas pela Legislação Federal, o Mato Grosso já definiu várias proibições em suas normas, as quais contribuem, fornecendo um reforço no respaldo legal à proteção ambiental.

No intuito de ludibriar as fiscalizações, na região de Mato Grosso, os infratores retiram a cabeça do pescado, para omitir os meios de captura, bem como dissimular o tamanho do peixe, ficando as autoridades vinculadas a massa total de 125 Kg, permitida para cada pescador. Em seu trabalho, Correia (2020), através de um modelo estatístico, conseguiu mensurar o tamanho do pescado apreendido sem a cabeça, através de dados relativos à massa e ao comprimento dos exemplares, assim como por dados obtidos no Mercado de Peixe Municipal de Cuiabá e carcaças das duas espécies mais cobiçadas pelo mercado da região, a Cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) e o Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*). Tal modelo estatístico viabiliza a estimativa pericial, fornecendo argumentação jurídica para aplicação de sanções aos infratores.

Ainda abordando casos de pesca ilegal, um levantamento de dados foi elaborado, no município de Rio Grande, no estado de Rio Grande do Sul, junto à Patrulha Ambiental da




Brigada Militar (PATRAM), uma das autoridades responsáveis pela verificação de denúncias de crimes ambientais da região. A média anual da PATRAM de autos produzidos é de 300, sendo que foi possível verificar que, entre os anos de 2016 e 2017, os autos referentes a pesca ilegal produzidos foram 20, sendo 3 elaborados em 2016 e 17, no ano de 2017 (WALERKO, 2018). Dentre as ilegalidades constatadas, foram relatados local proibido, espécie proibida, petrecho proibido, período de defeso, pesca de arrasto irregular e falta ou irregularidade de documentação. Nesse contexto, é possível notar que a atividade pesqueira, realizada na cidade, apresenta inúmeras ilegalidades. Devido ao número reduzido de funcionários do PATRAM, os números de autos produzidos podem estar sendo subestimados, uma vez que apenas oito policiais fazem parte dessa patrulha, que fica responsável pela averiguação de demandas fiscais e denúncias de crimes ambientais.

CONTAMINAÇÃO DO SOLO E POLUIÇÃO HÍDRICA

Em 2015, na cidade de Mariana, em Minas Gerais, o rompimento das barragens de Fundão e de Santarém, que pertenciam à mineradora Samarco, provocou o despejo de 55 milhões de metros cúbicos de rejeitos nas águas do Rio Doce. Os rejeitos derramados pela barragem de Fundão atingiram outras barragens, como a de Santarém, que ajudou na retenção de parte dos rejeitos, porém teve sua estrutura danificada e o material vazou para o distrito de Bento Rodrigues, seguindo para as outras cidades até atingir o Oceano Atlântico, onde resultaram em impactos ambientais ao ecossistema marinho (BOGHOSSIAN e VICTAL 2018). Relatórios técnicos, elaborados pelo IBAMA, estabeleceram o nexo causal entre a conduta da Samarco e os danos ambientais causados pelo rompimento das barragens, na esfera civil, cabendo à causadora dos danos, o dever de reparação (BRITO e NETO, 2016).

De acordo com a Lei de Crimes Ambientais, 9.605/98, em seu art. 70, tratando-se da esfera administrativa, tem-se: “Considera-se infração administrativa ambiental toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente.” (BRASIL, 1998).

Sendo assim, a Samarco também seria responsável, administrativamente, pela morte de espécimes da fauna silvestre, pela destruição vegetal das margens do rio Doce, que constituem as Áreas de Preservação Permanente (APP) e pela poluição do rio, que resultou em danos à saúde humana, na morte de animais (BRITO e NETO, 2016). A lama produzida por esse



desastre pode ter determinado a morte de biomas do rio até sua foz, no oceano Atlântico, trazendo prejuízos que se perpetuaram no tempo. O desequilíbrio na cadeia alimentar da bacia, pode ter causado, dentre outros prejuízos ao meio ambiente, a diminuição de predadores de larvas de mosquito do vetor da febre amarela, o que pode ter contribuído para o aumento de casos e consequente epidemia que se instaurou, na região, dois anos após o rompimento da barragem (CONTINI, 2020).

VALORAÇÃO DE DANOS EM PERÍCIAS AMBIENTAIS

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2009), a valoração de danos ambientais consiste na busca pela identificação do preço de um recurso ambiental ou o custo de reparação de um dano causado ao meio ambiente. Valorar, nesse contexto, significa atribuir preço a algo sujeito a condições econômicas, antrópicas e naturais. A valoração ambiental visa transmitir a ideia de que ecossistemas naturais são socialmente valiosos e, portanto, há a necessidade de representar, de maneira tangível, os benefícios que a natureza proporciona às pessoas, comunidades e economias. Entretanto, a ecologia e a economia ainda não conseguiram padronizar a definição e a mensuração de valor monetário dos serviços ecossistêmicos.


A exploração e a degradação são práticas recorrentes que esgotam os ativos naturais. Esses danos geram custos, os quais, dentre outras ações prejudiciais, impactam os cofres públicos, portanto, o capital natural e suas perdas, ausentes de justificativas com autorização concedida pelo governo, devem ser contabilizados, com o objetivo de reparar efeitos.

A Lei 9.605/98, em seu Art. 19, estabelece que “A perícia de constatação do dano ambiental, sempre que possível, fixará o montante do prejuízo causado para efeitos de prestação de fiança e cálculo de multa.” (BRASIL, 1998).

Por sua vez, o Art. 61 do Decreto Federal 6.514/2008 dispõe o que segue:

Art. 61. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da biodiversidade: Multa de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais) a R\$ 50.000.000,00 (cinquenta milhões de reais).

Parágrafo único. As multas e demais penalidades de que trata o caput serão aplicadas após laudo técnico elaborado pelo órgão ambiental competente, identificando a dimensão do dano decorrente da infração e em conformidade com a graduação do impacto. (BRASIL, 2008).



Por meio desses dois artigos, entende-se que há a necessidade de se estimar a extensão de um dano decorrente de uma infração e, para tanto, há a demanda de produção de um laudo técnico, este viabilizado por meio de um perito, responsável pela perícia ambiental da região de interesse.

O Decreto Federal 6.514/2008 contém multas que aludem a grupos pecuniários subdivididos de acordo com a seriedade das infrações, e circunstâncias agravantes, como riscos à saúde, destruição da flora, impacto ao meio ambiente e mortandade de animais – de acordo com os níveis baixo, médio, alto ou não aplicável. Sob o mesmo enquadramento legal e mesmas circunstâncias, desastres ambientais de menor grau de amplitude podem ser enquadrados como equivalentes aos desastres de maior extensão territorial, sob a ótica de valoração de dano ambiental. Os princípios da proporcionalidade e razoabilidade são pilares de sustentação, que regem a escolha do método de valoração de danos em perícias ambientais.

Buscando adequar, de maneira mais equitativa, as legislações pertinentes aos casos práticos, metodologias têm sido desenvolvidas. Um estudo de caso abordou o derramamento de hidróxido de sódio (NaOH – soda cáustica) em um pátio de um condomínio, escoando para a rede pluvial deste e atingindo uma Estação de Tratamento de Efluentes (VIDALES, 2017). A metodologia proposta buscou inserir os índices de “N”, que contemplam o PH estabelecido pela legislação, em relação ao PH encontrado no efluente e “O”, que consiste na vazão da água no momento da ocorrência, levando em consideração o fato de que a vazão influencia a capacidade de diluição do efluente no recurso hídrico e de autodepuração. Apesar de o índice “O” não ter tido relevância para acréscimo no valor da multa, o índice “N” promoveu adição no valor final, fazendo com que o valor de R\$ 8.750 passasse a ser R\$ 10.694, portanto, um acréscimo de R\$ 1.944, no valor final da multa.

Um estudo avaliou a valoração de danos ambientais em um processo judicial na cidade de Altamira, no Pará. O réu foi autuado pelo IBAMA, por ter desmatado e destruído, mediante uso de fogo, 483,67 ha de floresta amazônica nativa, sem autorização do órgão ambiental competente (MOTA, 2019). Foram aplicadas duas metodologias em conjunto de valoração de recursos ambientais: o Método de Custo Reposição e o Método de Valor de Uso de Mercado, com o intuito de encontrar o Valor Econômico de Recursos Ambientais (VERA). A soma das duas metodologias resultou em um valor de dano de R\$ 9.942.432,92. Desse total, R\$ 6.022.175,17 foram referentes ao Valor de Uso de Mercado da madeira extraída, enquanto

R\$3.920.257,75 corresponderam ao valor de Custo Reposição.


Além do VERA, existe também o Método de Custos Ambientais Totais Esperados (CATE), que considera os valores indiretos associado ao custo da restauração florestal, conforme a intensidade e a gravidade do dano, até o tempo “n”, no qual a floresta voltará a proporcionar as mesmas funções ecossistêmicas da data do ilícito cometido. O CATE mostrou-se eficiente na possível prestação de subsídios técnicos para o ingresso de Ação Civil Pública, por órgãos ministeriais, judiciais ou instituições privadas, com o intuito de servir para a base de cálculos de reparação de danos ambientais em um estudo de casos (SILVA, 2020). O uso desse método propicia a possibilidade de incorporar, ao cálculo, o valor do dano intercorrente ou interino, também chamado de Lucro Cessante Ambiental. Essa valoração de danos contempla a restauração integral do meio ambiente lesado, com a conseqüente reconstituição completa do equilíbrio ecológico, de acordo com um lapso de tempo prolongado, necessário para que se compense a perda ambiental. Independente da metodologia usada, em cada caso específico, os autores Vidales (2017), Mota (2019) e Silva (2020) encontraram valores distintos do que eles tinham.

De acordo com o novo Código Florestal, Lei 12.651/2012, em seu art. 3º considera-se Área de Preservação Permanente (APP):

Art. 3. II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (BRASIL, 2012).

Essas APPs visam atender ao direito garantido pelo artigo 225 da Constituição Federal, o qual afirma que “todo brasileiro tem o direito fundamental de ter um “meio ambiente ecologicamente equilibrado” (BRASIL, 1988). São áreas naturais com rígidos limites de exploração, em que não é permitida a exploração econômica direta. Um estudo realizado na cidade de Caçapava, região de São Paulo, buscou verificar a valoração de danos decorrentes de um procedimento de contenção de processo erosivo de um curso de água que foi mal executado (GOUVÊIA, 2017). À margem direita de desse curso, denominado ribeirão Cabuçu, é de aproximadamente 3 (três) metros de largura, critério esse que de acordo com a referida Lei 12.651/2012, em seu artigo 4º, enquadra-se em faixas marginais de cursos d’água, os quais estão inseridos na classificação de APPs:

Art. 4. Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:



I – as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:
a) 30 (trinta) metros, para cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura. (BRASIL, 2012).

Elementos-chave para valoração de danos foram elencados, tais como, retirada do resíduo, controle de formigas no pré e pós-plantio, limpeza da área, abertura dos berços, coroamento manual, adubação de base, plantio, replantio, quando necessário, controle de ervas daninhas e manutenção periódica analisados por meio de tabelas e cálculos da Fundação Florestal. O custo para a recuperação da área é de R\$ 2.171,15 acrescido de multa de R\$ 300,00 por intervenção em APP referente ao Decreto Federal 6514/2008 (R\$ 5.000,00/ha). O impacto gerado pelo mau manejo da área comprometeu 0,06 ha (600 m²) de APP da margem direita. O custo total foi de R\$2.471,15 para a devida adequação e compensação ambiental, considerando o tamanho da área de 0,09 ha (900 m²).

Gomes e Maciel (2018) analisaram a incidência de crimes ambientais de intervenção indevida na APP e desmatamento, nas Comarcas de Conselheiro Lafaiete, Congonhas, Entre Rios de Minas e Piranga, no estado de Minas Gerais, entre os anos de 2011 e 2014. O que se pode concluir do estudo em questão foi a diminuição no número de ocorrências de desmatamento, no decorrer de 2011 a 2013, em consequência da execução da fiscalização de órgãos. Entretanto, no ano de 2014 houve um aumento expressivo no número de infrações ambientais cometidas, em comparação com o ano anterior, possivelmente devido ao fato de ter havido menos atos de fiscalização, por ser um ano eleitoral e o Brasil ter sediado o evento da Copa do Mundo. Apenas a Comarca de Piranga demonstrou uma redução expressiva em 2014 em relação a 2013, o qual pode ter ocorrido devido ao convênio de fiscalização entre os órgãos da Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA), da Superintendência Regional de Regularização Ambiental (SUPRAM), do Ministério Público de Minas Gerais e da Polícia Civil de Minas Gerais, o que indica que convênios de fiscalização entre diversos órgãos é uma medida eficaz no combate aos crimes ambientais.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A perícia ambiental possui muitas frentes de atuação, devido à diversidade de crimes que estão qualificados na legislação brasileira, entretanto, é possível identificar os crimes ambientais mais prevalentes, de acordo com a região do país. Apesar dessa previsibilidade, é possível notar que os números de casos são altos, e, em contrapartida, a maioria dos julgamentos

são morosos e possuem um desfecho brando, para o infrator, sendo bem frequente a aplicação de multas irrisórias ou penas alternativas.

Fiscalizações mais assíduas são de grande valor para esse ramo da perícia, bem como punições equivalentes, com o intuito de coibir esses crimes. Fica evidente a importância da ação conjunta de órgãos fiscalizadores, da sociedade e das três esferas de poder, atuando de maneira harmônica e independente, de acordo com as suas responsabilidades. Além disso, investimentos na área são urgentes, desde reforços em recursos humanos à tecnologias mais avançadas, que contribuam para uma melhoria na eficiência dos serviços, viabilizando um trabalho mais célere e efetivo.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Avaliação de bens. Parte 6: Recursos naturais e ambientais**. NBR 14653-6:2008 (2009).

ALHO, C. J. R.; LACHER, T. E.; GONÇALVES, H. C. Environmental Degradation in the Pantanal Ecosystem: In Brazil, the world's largest wetland is being threatened by human activities. **BioScience**, vol. 38, no. 3, p. 164–171, 1988.

ARAÚJO, Alyna Rayara Antunes de; CASTRO, Vera Lúcia Lopes de. Diagnóstico ambiental em postos revendedores de combustíveis no município de Natal/RN. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN. Natal, 2018. Disponível em: <<http://monografias.ufrn.br/jspui/handle/123456789/6758>>. Acesso em: 15 Mai. 2021.

BERNARDINI, Carolina Flores; PINTO, Cátia Regina Silva de Carvalho; MACHADO, Marina de Medeiros. **Diagnóstico dos controles ambientais em postos revendedores de combustíveis do município de São José**. 2016. TCC (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Centro Tecnológico. Engenharia Sanitária e Ambiental. Florianópolis, SC. 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/166792>>. Acesso em: 8 Abr. 2021.

BOGHOSSIAN, Marcela; VICTAL, Jane. Paisagem no Vale do Rio Doce: consequências do desastre ambiental. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, n°. 20, 2018.

BRASIL. Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6514.htm> . Acesso em: 28 Abr. 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm>. Acesso em: 15 Mar. 2021.

BRASIL. Lei Federal 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>. Acesso em: 25 Mar. 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651, 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>. Acesso em: 02 Ago. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (1992). **Agenda 21 Brasileira**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-brasileira>> Acesso em: 02 Jun. 2021.

BRITO, Beatriz Duarte Correa de; NETO, Josué Mastrodi. As esferas de responsabilidade pelo dano ambiental: aplicação ao caso Samarco. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 39, 2016.

CASTRO, Carlos Ferreira de Abreu. (2002). **Gestão florestal no Brasil colônia**. Tese (doutorado) - Universidade de Brasília, UNB. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF. 2002. Disponível em: <<https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/M3T00002.pdf>>. Acesso em: 14 Mai. 2021.

CEDRS. Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural Sustentável. Diagnostico e estabelecimento de políticas públicas. **Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**. Macapá, n. 5, p. 43-58, 2013

CONTINI, Gabriel et al. Epidemia de febre amarela na bacia do Rio Doce: análise de fatores ambientais, epidemiológicos e efeitos indiretos do rompimento da barragem de Fundão (Samarco S/A). **Revista Engenharia de Interesse Social**, v. 5, n. 6, p. 53-76, 2020.

CORREIA, António Ramos et al. Análise de Pescado Sem Cabeça. **Revista Brasileira de Criminalística**, v. 9, n. 2, p. 22-29, 2020.

COTOMÁCIO, André Carrara. Perícia ambiental e de segurança do trabalho no beneficiamento de rochas: relato de caso em uma marmoraria. **Revista CML**; v. 5, nº 1, 2020.

FERREIRA, Maria Dayana da Silva. **A gestão ambiental como instrumento de prevenção de passivos ambientais promovidos por atividades de revenda de combustíveis: Comparação entre os Estados de São Paulo e Paraíba**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal da Paraíba, UFPB. João Pessoa Florianópolis, PB. 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13588>. Acesso em: 26 Abr. 2021.

GOMES, Jana Paula Sampaio Botelho Alves; MACIEL, Luiz Otavio Vidiga. Diagnóstico dos crimes ambientais das Comarcas de Conselheiro Lafaiete, Congonhas, Entre Rios de Minas e Piranga. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 7, n. 2, p. 29-60, 2018.

GOMES, Jorge da Rocha. Saúde de trabalhadores expostos ao ruído. In: FISCHER, Frida Marina.; GOMES, Jorge da Rocha; COLACIOPPO, Sérgio. **Tópicos de saúde do trabalhador**. São Paulo: HUCITEC, 1989. cap. 3, p. 157-180.

GONÇALVES, Marileia Ieno. O que é Perícia Ambiental? **Naturale**. Itajubá – MG, 4. ed., p. 10, outubro de 2010. O que é perícia ambiental. v. 11, n. 06, 2014.

GOUVÊIA, Lígia Zanco de. Valoração de danos ambientais para a recuperação de áreas degradadas: Um estudo de caso. Organizado pela escola de Engenharia de Lorena, EEL-USP. **Encontro Acadêmico da Engenharia Ambiental da EEL-USP**. Lorena, SP, v.1, 2017.

GOVERNO DO ESTADO DO MATO GROSSO. Lei nº 9.096, de 16 de janeiro de 2009. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=133482>>. Acesso em: 22 Jun. 2021.

LEITE, Kátia Rúbia; ANJOS, Francisco Flávio Oliveira dos; LIMA, Raíssa Louzeiro de. Dano Ambiental: O Papel do Ministério Público e do Poder Judiciário no município de Anápolis. **Raízes no Direito**, v. 6, n. 2, p. 72-95, 2017.

LEMOS, Vinicius (2020). Por que Pantanal vive 'maior tragédia ambiental' em décadas. **BBC News Brasil**. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-53662968>>. Acesso em: 22 Jun. 2021.

MACHADO, Guilherme Schneider. **Efetividade das sanções aplicadas por um órgão ambiental municipal no controle das atividades potencialmente poluidoras**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, UFSC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Florianópolis, SC, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/215472>>. Acesso em: 10 Mai. 2021.

MENESES, Carla Gracy; FLOR, Raphael Varela. Avaliação da implantação do selo verde: estudo de caso em um posto de revenda de combustível na cidade do Natal/RN. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 2, n. 1, p. 63-70, 2013.

MOREIRA, Mateus Lopes. **Diagnóstico do nível de pressão sonora no núcleo urbano do município de Capanema/PA**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal Rural da Amazônia, UFRA. Capanema, 2019. Disponível em: <<bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1281>>. Acesso em: 14 Mai. 2021.

OLIVEIRA-JUNIOR, José Francisco de. Fire foci related to rainfall and biomes of the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 282, p. 107861, 2020.

PESSOA, Antônia de Castro Côrtes. Aproveitamento dos rejeitos das indústrias de calcinação de calcário na porção setentrional do estado do Ceará com foco na reparação de dano ambiental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 03, p. 1309-1323, 2020.

PINHEIRO, Ana Claudia Duarte; BASSOLI, Marlene Kempfer. Sustentabilidade Econômica e Ambiental: um ideal da sociedade internacional. **Scientia Iuris**, n. 9, p.: 109-130, 2005.

QUICK, T. C.; LAPERTOSA, J. B. 1983). Contribuição ao estudo das alterações auditivas e de ordem neuro-vegetativas ao ruído. **Rev. Bras. Saúde Ocup.**, v. 9, n. 36, p. 50-56, 1983.



RIBEIRO, Maisa de Souza. **Contabilidade Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

SAMPAIO, Daniela Falcão. Crimes contra fauna. Input Perícia ambiental criminal. In: TOCCHETTO, D. **Perícia ambiental criminal**. São Paulo: Millennium, 2010

SILVA, Lauriane Kamila Santos. **Associação de métodos indiretos para a valoração econômica de danos ambientais, decorrentes de desflorestamentos: estudos de caso na Floresta Nacional do Jamanxim? PA**. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Perícias Criminais Ambientais. Florianópolis, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/216195>>. Acesso em: 13 Mar. 2021.

SILVA, Valdenildo Pedro da; SOUZA, Sharlene Karla dos Santos. Caracterização ambiental de posto de revenda de combustíveis sob a ótica de adequação ambiental. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e368973527-e368973527, 2020.

VIDALES, Lúcia Torres. **Perícia para apuração de dano ambiental e suas implicações legais administrativas: estudo de caso de vazamento de hidróxido de sódio em município da Região Metropolitana de Porto Alegre**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRS. Porto Alegre, RS. 2017. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/179124>>. Acesso em: 21 Mar. 2021.

VIGANÓ, Hevelyne Henn da Gama. Previsão e Modelagem das Ocorrências de Incêndios no Pantanal. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 2, p. 306-316, 2018.

WALERKO, Vandressa Siqueira et al. Perícia ambiental em crimes ambientais: pesca ilegal no município de Rio Grande (RS). **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 9, n. 8, p. 359-367, 2018.

WHO (1980). World Health Organization: **Noise**. Geneve, 103 p.

CAPÍTULO 40

DESCARTE CORRETO DE PILHAS E BATERIAS: UM ESTUDO REALIZADO NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE - IFRN, *CAMPUS* PARNAMIRIM

Sátva Nazaré Helenira Holanda Almeida
Irapuan Medeiros de Lucena, IFRN – Campus Parnamirim
Maria Valiene Gomes de Oliveira, IFRN – Campus Natal Central
Eva Gardênia Santos de Azevedo


RESUMO

O meio ambiente deve ser altamente preservado em todos os aspectos, por toda a sociedade civil e poder público, tendo em vista que é um espaço necessário para a nossa sobrevivência. Em vista dessa preservação ambiental, o presente artigo, através de um recorte, objetivou uma pesquisa que buscou analisar e identificar os conhecimentos dos estudantes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, *Campus* Parnamirim, quanto ao descarte correto de pilhas e baterias usadas, sobre a existência dos pontos de coleta destes resíduos e os riscos para a saúde humana, trazendo uma reflexão voltada a promoção de ações de incentivo ao descarte correto desses materiais não só na referida Instituição, mas no meio ambiente ao qual pertencemos. A pesquisa possui características qualitativas e descritivas, uma vez que reconhece o problema e organiza a compreensão detalhada das informações adquiridas. A coleta de dados foi realizada através da aplicação de questionário online para com os alunos de 04 (quatro) turmas dos 1ºs anos do ensino médio integrado em Informática e Mecatrônica, do IFRN, sendo um total de 125 (cento e vinte e cinco) estudantes. Além disso, diante dos resultados da pesquisa, têm-se observado necessário enfatizar que é de grande importância ações, programas preventivos e políticas públicas nesse âmbito da preservação ambiental, por parte da sociedade, profissionais envolvidos nos setores da Educação Ambiental e do Poder Público, visando a redução dos impactos ambientais, proporcionando uma melhor preservação da natureza.

PALAVRAS-CHAVE: Meio Ambiente, Resíduo Sólidos, Lixo Eletrônico, Pilhas e Baterias, Ecopontos.

INTRODUÇÃO

Este artigo trata-se de uma produção enquanto Trabalho de Conclusão de Curso - TCC, no âmbito do Curso de Especialização em Ciências Naturais e Matemática, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - *Campus* Parnamirim/RN, tendo



a discussão voltada para a temática do descarte correto de resíduos sólidos, possuindo como recorte, no presente estudo, as pilhas e baterias jogadas no meio ambiente, sendo extremamente necessária essa pauta, tendo em vista que o descarte incorreto desses resíduos tem trazido diversos impactos negativos a saúde e ao meio ambiente.


Frente a crescente poluição e impactos causados no ambiente através do descarte inadequado pela sociedade, optou-se por desenvolver um estudo buscando identificar os conhecimentos dos estudantes sobre o descarte correto das pilhas e baterias usadas trazendo reflexões que se transformem em práticas e ações de conscientização quanto ao descarte correto deste material proporcionando, desta maneira, o cuidado com o meio ambiente.

Desse modo, afirma-se que o alto consumo de dispositivos eletrônicos, como celulares, notebooks, telefones sem fio, filmadoras, entre outros dispositivos portáteis, que usam pilhas e baterias como fonte de energia, tem aumentado cada vez mais o descarte desse tipo de material no meio ambiente. É válido lembrar a importância do estudo da reciclagem de tais materiais, a fim de reduzir o desperdício da matéria-prima e dos recursos naturais não renováveis, o que ainda ajudará na preservação dos riscos ambientais associados ao descarte incorreto (MESQUITA et al., 2015).

Com base em Sommer (2005), percebe-se que problema de coletas de resíduos que mais cresce no mundo é o de lixo eletrônico. Isso deve-se ao fato de que frequentemente são produzidos novos produtos para manter o mercado em constante crescimento, reduzindo o ciclo de vida de tais aparelhos, sendo esses os motivos pelos quais uma grande quantidade de equipamentos tecnológicos se desatualiza a cada ano, produzido grandes parcelas de lixo.

De acordo com Rangel (2003), é preciso identificar e analisar os riscos e impactos de diversos contaminantes a saúde humana - dentre eles, os resíduos perigosos como as pilhas e baterias usadas. Diante disso, torna-se essencial o estudo da reciclagem dos referidos materiais, buscando ainda refletir formas de diminuir o desperdício de matérias-primas e de recursos naturais não-renováveis.

Já Alves (2016) afirma que esses resíduos sólidos são considerados perigosos devido ao fato de possuírem metais pesados em sua composição, apresentando um grande perigo quando descartados incorretamente. Na composição desses produtos, encontramos metais maléficos a saúde do ser humano e nocivos ao meio ambiente, como o mercúrio, chumbo, cobre, zinco, cádmio, manganês, níquel e lítio. Com base nessa problemática, deu-se a escolha do tema, tendo



em vista a necessidade de se trabalhar e pensar na importância da destinação apropriada desses resíduos que, não sendo tratados adequadamente, podem vir a contaminar o solo e as águas, sendo difícil a recuperação dos ambientes degradados.

O presente artigo trata-se desse estudo sobre o descarte correto das pilhas e baterias usadas, demonstrando a importância do papel do consumidor na responsabilidade ambiental, que possui como um de seus instrumentos o sistema da logística de reserva implantado pela Lei nº 12.305/2010, e assim conscientizar e incentivar cada estudante acerca da importância do processo de descarte correto dos resíduos tecnológicos, para que ações negligentes não venham a prejudicar o meio ambiente.

É de extrema importância a discussão, reflexão e ação sobre a temática voltada ao descarte dos resíduos sólidos. É necessário que toda a sociedade civil possa atuar de forma preventiva evitando, assim, danos mais graves ao meio ambiente. Entretanto, foca-se justamente nesta intenção de influenciar os diversos envolvidos na sociedade a pensar maneiras de prevenção aos impactos causados no meio ambiente através do descarte incorreto de qualquer produto fabricado.

Diante da problemática, podemos buscar várias respostas das questões como: Quais seriam os conhecimentos dos estudantes acerca do descarte correto das pilhas e baterias usadas? Os alunos têm conhecimento da existência dos pontos de coleta de pilhas e baterias na Instituição que estudam?

Apresentamos, dentro do Objetivo Geral do estudo, o de Identificar os conhecimentos dos estudantes sobre o descarte correto das pilhas e baterias usadas. Já como Objetivos Específicos temos: Coletar dados dos alunos sobre o conhecimento de pilhas e baterias; Buscar informações dos alunos sobre a o uso desses produtos consumidos na residência; Investigar o destino dado às pilhas e baterias depois do uso doméstico; Descobrir se os estudantes conhecem sobre pontos de coletas desses produtos dentro e fora da Instituição e os riscos de sua contaminação; Investigar a utilização por parte dos alunos do ecoponto de coleta dentro do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, *Campus* Parnamirim e Sensibilizar a comunidade escolar para a importância do descarte correto desses materiais.

REFERENCIAL TEÓRICO

Meio Ambiente e Sustentabilidade


Pode-se considerar que todos os dias o meio ambiente está no centro de várias discussões e, mesmo sendo um tema tão recorrente, nem todo mundo compreende de fato esse conceito. Trata-se de um conjunto de leis, condições e influências que criam a infraestrutura física, química e biológica que torna possível a existência de vários tipos de vida. A definição conceitual de meio ambiente é um sistema natural que passa por intensa transformação promovida pela espécie humana e outras espécies que habitam a Terra. Está dentro do conjunto do conceito de meio ambiente animais, vegetação, solo, fenômenos da natureza, entre outros. Os fenômenos a que nos referimos são aqueles que não têm um limite e nem são influenciados pela intervenção do homem; como a água, clima, radiação do sol e ar (ARAGUAIA NEWS, 2018).

De acordo com Sachs (1993), a sustentabilidade ambiental refere-se à capacidade de sustentação dos ecossistemas – ou seja, a capacidade de absorção e recomposição dos mesmos. Sachs afirma que "a sustentabilidade ambiental pode ser alcançada por meio da intensificação do uso dos recursos potenciais para propósitos socialmente válidos; da limitação do consumo de combustíveis fósseis e de outros recursos e produtos facilmente esgotáveis ou ambientalmente prejudiciais, substituindo-se por recursos ou produtos renováveis e/ou abundantes e ambientalmente inofensivos; redução do volume de resíduos e de poluição; e intensificação da pesquisa de tecnologias limpas".

A sustentabilidade é um processo que deve ser estabelecido em longo prazo, pois é fato que para haver um desenvolvimento sustentável é necessário trocar o atual modelo de desenvolvimento: o capitalista-industrial, uma vez que este progresso é preciso, mas também é necessária uma maneira de ter a prosperidade com sustentabilidade, ou seja, deve-se desenvolver, mas considerando o pleno aprimoramento dos seres humanos, fauna, flora e de todo o planeta Terra (LEFF, 2001, p.31).

Política Nacional de Resíduos Sólidos

No que se refere à PNRS, a lei nº 12.305/10 contém instrumentos importantes para permitir o avanço necessário ao país no enfrentamento dos principais problemas ambientais,



sociais e econômicos originados do descarte inadequado dos resíduos sólidos. (REDLER, 2002).

Essa Política consiste em prevenir e reduzir a geração de resíduos, tendo como proposta a prática de hábitos de consumo sustentável e um conjunto de instrumentos para favorecer o aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos (o que pode ser reciclado) e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos (o que não pode ser reciclado nem reutilizado).


Ainda no que se refere à Política, essa cria metas importantes para contribuir para a eliminação dos lixões e institui instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal; além de impor que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento e Resíduos Sólidos. Outrossim, os instrumentos da PNRS contribuirão para que o país possa atingir uma das metas do Plano Nacional sobre mudança do clima, que é alcançar o índice de reciclagem de resíduos de 20% em 2015.

É importante destacar que a PNRS está relacionada a Educação Ambiental e, conseqüentemente, cabe ao Estado e aos fabricantes sensibilizarem a população sobre o perigo que resulta de descarte das pilhas e baterias usadas, almejando o bem-estar da sociedade e a permanência dos bens naturais, para que assim possam ser usufruídos pelas próximas gerações (CARNEIRO, 2004).

Pilhas e Baterias

Com base nos autores Carvalho, Dionísio e Dionízio (2019), constatamos que o surgimento da pilha e seu reaproveitamento ocorreram a partir do final do Séc. XVIII d.C., na Grécia Antiga, época na qual a eletricidade era produzida por fricção, pois não se conhecia a corrente elétrica como atualmente. E quanto a bateria elétrica, essa foi criada pelo físico italiano Giuseppe Antônio Anastácio Volta, conhecida como Pilha de Volta, e ao longo do tempo estas foram sendo reformuladas e inovadas.

No que se trata do funcionamento, as pilhas são compostas por dois eletrodos: o ânodo (onde ocorre a oxidação) e o cátodo (onde ocorre a redução). De um modo geral, as pilhas apresentam um eletrólito que se trata de um condutor iônico, o qual pode ser sólido, líquido ou



pastoso. As pilhas e baterias, segundo Tavares (2012), possuem o mesmo princípio de funcionamento, o que gera energia por meio de uma reação química (TAVARES, 2012).

As pilhas podem ser classificadas em primárias ou secundárias; porém as primárias não são recarregáveis, já as secundárias são recarregáveis.


Com base nos autores Werneck, Santos e Paraíso (2010), a maioria dos elementos químicos que compõem as pilhas e baterias são prejudiciais à saúde e ao meio ambiente. Os metais pesados em doses elevadas são altamente tóxicos e eleva a ocorrência de danos ambientais, caso não tenha uma destinação correta no meio ambiente. Sabemos que esses produtos possuem uma vida útil e, ao seu final, devem ser descartadas corretamente não podendo, assim, serem queimadas ou enterradas. Os metais pesados, devido a serem tóxicos e biocumulativos, precisam de alternativas para evitar os impactos ambientais e à saúde humana.

A Legislação Brasileira sobre Pilhas e Baterias

Segundo Reidler (2002), em 1999, o Brasil foi o primeiro país da América Latina a aprovar a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 257, a qual trata-se dos impactos ambientais ocasionados a partir do descarte incorreto de pilhas e baterias usadas. No ano de 2006, a Resolução 257 foi revogada, vindo a entrar em vigor a resolução 401, a qual define o destino ambiental adequado desses produtos usados, sendo, porém, ainda insuficiente para solucionar o problema do descarte inadequado desses resíduos.

Com base na Resolução do CONAMA 401/2008, afirma-se que os fabricantes e importadores são os responsáveis pelo destino ambientalmente correto desses resíduos. O fato é que pouquíssimas empresas cumprem tais determinações, principalmente no que tange a ausência de pontos de coletas nos estabelecimentos que realizam as vendas destes produtos.

Cassapa (2017) relata que um dos marcos principais da regulamentação dos descartes de pilhas e baterias foi a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, a lei 12.305/2010, que pretende a redução do volume e da periculosidade desses produtos, priorizando a não geração e redução, reutilização, reciclagem e a disposição final ambientalmente adequada. A referida lei reforça a responsabilidade de distribuidores, importadores, comerciantes e consumidores são responsáveis pelo retorno correto desses produtos.



Quando são descartadas em lixo comum, podem ocasionar diversos riscos ao ambiente, visto que são compostas por metais prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente: os materiais deterioram-se e contaminam o solo e os lençóis freáticos, o que compromete o abastecimento de água.

Poluição Ambiental Causada pelo Descarte Incorreto de Pilhas e Baterias


Pode-se afirmar que no Brasil são produzidas cerca de 1 bilhão de pilhas e 400 milhões de baterias de celular por ano. Atualmente, elas estão recebendo uma atenção especial devido aos impactos que causam ao meio ambiente e à saúde humana; pois em sua constituição guardam elementos tóxicos chamados de metais pesados que, quando descartados de forma inadequada, podem ser repassados não só para o solo, como também à atmosfera, a água e, conseqüentemente, aos seres vivos.

Sabe-se que grande parte desses produtos ao serem descartados são jogados no lixo comum sem nenhum tratamento técnico específico. Assim, só é possível jogar as pilhas no lixo comum se houver manejo sustentável nos aterros sanitários. No Brasil, somente 10% dos aterros são gerenciados com eficiência. Muitas pilhas consumidas no Brasil são provenientes de contrabando e são produtos que estão fora do padrão de segurança e qualidade exigido pelo CONAMA. Cerca de 1% do lixo urbano é composto por resíduos sólidos tóxicos.

Com relação as pilhas e baterias descartadas, o ideal é separar o lixo tóxico do restante - dessa forma, você facilita a coleta e, posteriormente, a armazenagem em aterros especiais. Mas se optar pelo envio ao fabricante, alertará de sua preocupação e quem sabe, dessa forma, ele tome consciência de sua responsabilidade como produtor e dê destino correto ao seu produto após o uso.

A modernização das pilhas agravou ainda mais o problema: elas ficaram mais compactas, ou seja, estão ainda menores, mais potentes e ao mesmo tempo mais contaminantes. Exemplos: botão de mercúrio, pilhas de níquel-cádmio, pequenas baterias de chumbo etc.

No meio ambiente, as pilhas e baterias podem levar séculos para se decompor. Os metais pesados, no entanto, nunca se degradam. Em contato com a umidade, água, calor ou outras substâncias químicas, os componentes tóxicos vazam e contaminam tudo por onde passam: solo, água, plantas e animais. As conseqüências do descarte incorreto desse material usado são



muito graves, alguns metais pesados como o chumbo, mercúrio, níquel e cádmio são capazes de causar doenças renais, cânceres e problemas relacionados ao sistema nervoso central.

Muitas pessoas não têm consciência da importância de se descartar de forma correta as pilhas e baterias, porém outras pensam de forma diferente e praticam o destino correto delas. Contando com essa atitude, várias empresas começaram a oferecer alternativas para o descarte apropriado aos referidos resíduos, como pontos de coleta, nos quais este tipo de material é encaminhado de forma adequada para outras empresas que possuem toda a documentação prevista em lei para o manuseio e reciclagem.

No final dos anos 70, já se observavam os indícios dos perigos que o descarte de pilhas e baterias de celulares causaria para a sociedade e para o meio ambiente; o que levou os países europeus a terem uma preocupação maior quanto ao descarte destes resíduos em lixos domiciliares, já que até ao final do ano de 1985, exceto as baterias de lítio, todas as outras eram constituídas de mercúrio metálico, considerado muito tóxico para saúde e meio ambiente, por ser um metal pesado e não biodegradável (REIDLER et al., 2002).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, mais especificamente a NBR 10.004, define-se que os resíduos sólidos são caracterizados como restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo-se apresentar no estado sólido, semissólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional.

A maioria das pessoas possuem mais de um aparelho celular. Às vezes, esses aparelhos inutilizáveis são entregues as crianças em forma de brinquedo. Devido à presença de elementos químicos pesados, o vazamento da bateria pode até explodir e causa danos sérios, como queimaduras. Com isso, pode-se refletir que ações vistas como pequenos detalhes podem vir a atingir seriamente o meio ambiente, trazendo-lhe inúmeros riscos, inclusive à sociedade.

Sabemos que a reciclagem tem grande significado não só para o meio ambiente, como também para os processos produtivos pois, com ela, recuperam-se materiais que podem voltar a ser usados sem que seja necessário retirá-los da natureza.

O Ensino e a Educação Ambiental: Vínculos importantes


Com base em Cassapa (2017), pode-se afirmar que a Educação Ambiental é de grande importância para os indivíduos e para a sociedade, uma vez que promove conhecimentos no que se relaciona ao meio ambiente, visando a preservação e conservação conhecendo, assim, suas origens, causas e consequências. Esta, segundo o autor, tem como objetivo uma função transformadora fundamental para modificar um quadro elevado de degradação do ambiente.

O autor Reigota (2008) relata que, quanto ao contexto histórico da Educação Ambiental, esta teve sua origem a partir da I Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1972), no qual se deu o processo de criação de profissionais e pessoas pelo mundo com visão voltada às discussões sobre o meio ambiente e seu contexto, como sustentabilidade e, a partir desta Conferência de Estocolmo, a Educação Ambiental se contextualiza.

No que se refere à Constituição Federal de 1988, mais detalhadamente em seu Art. 225, afirma-se que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem como de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Em seu inciso VI, é colocado que para assegurar a efetividade de tal direito, faz-se necessário que o poder público promova a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização da sociedade para a preservação do meio ambiente.

Com base em Santos (2007), a Educação Ambiental foi criada por especialistas que perceberam as necessidades do homem e da natureza ao longo dos anos, através de um objetivo comum que é manter a qualidade de vida de todos os seres. A partir de tais encontros, notou-se a importância da Educação Ambiental para todas as gerações e em mostrar a importância dos recursos naturais e sua preservação. Portanto, há a necessidade de inserir a educação ambiental no Ensino Fundamental; uma vez que sua abrangência será ainda maior. E, quando aplicada de maneira correta, atingirá todas as dimensões, alcançando todos os âmbitos sociais, econômicos e ambientais.

Os objetivos da educação para o desenvolvimento e da educação ambiental, quando unidos, formam uma nova proposta de educação. O sentimento de defesa do meio ambiente da educação ambiental, somado à preocupação da educação para o desenvolvimento com a pobreza, desigualdade social e opressão, se complementam de forma necessária (Silva, 2015, p 280).



No ano de 2012, foi publicado na III Conferência Brasileira de Gestão Ambiental, o estudo intitulado como “Educação Ambiental Virtual”, o qual foi elaborado por gestores ambientais. O estudo abordou a aplicação da Educação Ambiental no ambiente digital revelou a viabilidade financeira de projetos semelhantes, mostrando o alto nível de engajamento social relacionado às temáticas ambientais diárias (CASSAPA, 2017).

A importância da Educação Ambiental no Brasil também foi reconhecida pela Lei nº 9.795, que instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental, mormente em seus artigos 2º e 3º, inciso I, sendo que, neste último dispositivo legal, há a determinação de que se trata de um dever do Poder Público garantir essa educação em todos os níveis de ensino (BRASIL, 1999).

Cassapa (2017), ressalta que a Educação Ambiental é de grande importância para a população quando contextualizada e adaptada a realidade interdisciplinar, ligada às temáticas ambientais, a população terá seus benefícios, principalmente se iniciar o processo com crianças desde o Ensino Fundamental; tendo em vista que esta educação terá a missão de formar indivíduos preocupados com os problemas ambientais e que visem a busca pela preservação e conservação dos recursos naturais e a sustentabilidade em sua totalidade, considerando seus aspectos sociais, econômicos, ecológicos e éticos. Como retrata Silva (2015, p. 284), “uma reforma na educação deve objetivar o despertar da cidadania para a prática constante do comportamento sustentável.”

Preocupar-se com os diversos problemas ambientais ocorridos é responsabilidade de toda a sociedade e, assim, a escola pode ser um espaço privilegiado para a produção e reflexão dessas informações. É válido destacar a importância de que a criança mude suas ações e atitudes positivamente, influenciando de tal forma outras gerações e criando conceitos novos trazendo, por esse meio, benefícios para a sociedade e para o ambiente.

A escola é o lugar social da educação e, no entanto, a educação formal não é a única fonte de aprendizado do ser humano. Segundo o Programa Municípios Educadores Sustentáveis do Ministério do Meio Ambiente – MES (2005), é necessário buscar alternativas viáveis para a sustentabilidade e são os educadores que podem potencializar e estimular ações individuais e coletivas para a melhoria da sociedade.

METODOLOGIA

A presente pesquisa possui natureza qualitativa e exploratória, que segundo Diehl (2004), descreve um problema classificando os processos dinâmicos vividos nos grupos; e ainda com abordagem descritiva, por aplicar técnicas que descrevem e organizam a compreensão detalhada dos dados coletados. A coleta de dados foi realizada através da aplicação de um Questionário de pesquisa online, usando para isso o *Google Forms*, sendo dividido em 03 (três) partes.

A primeira parte tem a identificação das séries dos alunos, idade e sexo; na segunda parte temos uma investigação sobre o conhecimento dos estudantes sobre pilhas e baterias; na terceira parte o estudo se volta para o conhecimento sobre pilhas, baterias e meio ambiente; na quarta e última parte do estudo, se dedica a pesquisar sobre o conhecimento dos estudantes de ecopontos existentes desses produtos e o acesso aos mesmos.

Participaram do estudo um total de 125 (cento e vinte e cinco) alunos dos 1^{os} anos do ensino médio integrado², sendo 02 (duas) turmas de Informática e 02 (duas) turmas de Mecatrônica do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, *Campus Parnamirim*, tendo sido este disponibilizado para o público no período de 05 de junho de 2019 a 28 de junho de 2019. Para participar da pesquisa, era necessário concordar e assinar TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

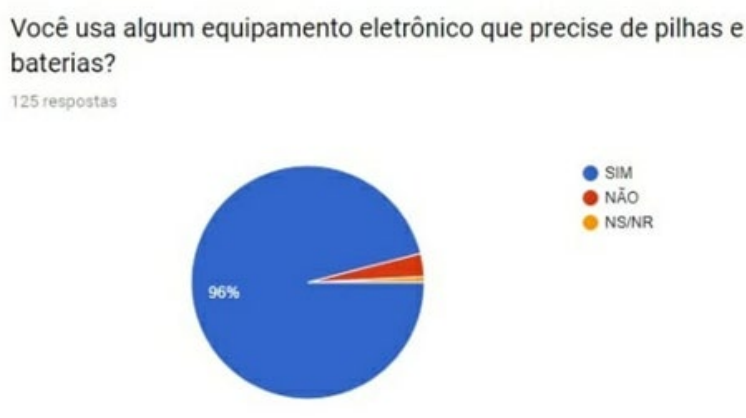
O objetivo da aplicação deste Questionário como instrumento de coleta de dados foi o de obter informações a respeito do conhecimento dos alunos acerca da temática de “pilhas e baterias e seu descarte correto”, tendo em vista os riscos ao meio ambiente causados pelo descarte inadequado.

RESULTADO E DISCUSSÕES

Nesse espaço serão descritos e discutidos os resultados através das respostas dos participantes do estudo. Os gráficos foram gerados e analisados do *Google Forms*, com um total de 125 (cento e vinte e cinco) alunos das turmas de nível médio integrado do IFRN - *Campus Parnamirim*. Desse total 59,2% era do sexo masculino e 40,8% do sexo feminino, grande parte dos estudantes tinham idade entre 14 e 16 anos. Nos próximos gráficos estão expostos os resultados do conhecimento sobre pilhas e baterias.

No gráfico I, é possível observar que 96% dos alunos entrevistados usam algum equipamento eletrônico que precise desses produtos, 3% não usam e apenas 1% dos alunos não responderam à questão.

Figura 1: Gráfico I



Fonte: Google Forms, 2019.

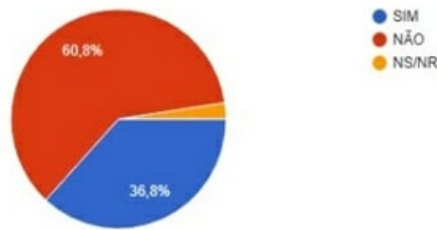
Para 41,7% dos pesquisados, a quantidade de uso de equipamentos eletrônicos nas residências tem um quantitativo de 01 a 05 equipamentos, já para outros 41,7% dos pesquisados os quantitativos entre 06 a 10 equipamentos, 10,8% entre 11 a 15 equipamentos, 4,2% entre 16 a 20 equipamentos e para 1,7% acima de 21 equipamentos eletrônicos.

Com isso, percebe-se que a maior parte do público pesquisado faz uso frequente e em elevado grau de dispositivos e/ou equipamentos que possuem pilhas ou baterias, uma vez que este resultado está associado diretamente ao crescimento e desenvolvimento das tecnologias no país, no qual os indivíduos apresentam necessidade de possuir algum tipo de equipamento eletrônico, como por exemplo: celulares, videogames, computadores, controle remoto etc.

No gráfico II, observa-se que 60,8% dos alunos entrevistados responderam que não sabem quais os materiais que são fabricados as pilhas e baterias; 36,8 % responderam que sim, que sabem quais são os materiais que são fabricados; já 3,4% dos alunos não responderam ao questionamento. A partir de então, é notório que a falta de informação dos alunos acerca dessa composição remete-se a não existência ou até mesmo a ineficiência da Educação Ambiental voltada ao conhecimento de informações, mesmo que básicas, quanto as composições de elementos como sendo requisitos elementares para objetivar a preservação e conservação do meio ambiente.

Figura 2: Gráfico II

Você sabe quais materiais são fabricadas as pilhas e baterias?
125 respostas

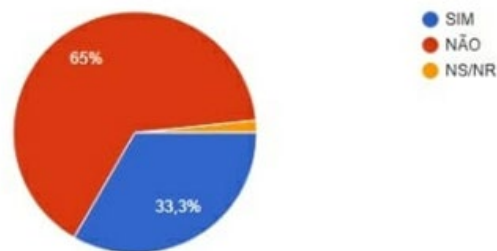


Fonte: Google Forms, 2019.

No gráfico III, constata-se o resultado obtido diante do questionamento quanto ao costume de utilização de pilhas recarregáveis na casa dos estudantes e, de acordo com os dados apresentados, afirma-se que 65% dos estudantes possuem o costume frequente de utilizarem pilhas recarregáveis; 33,3% não possuem esse costume e 1,7% não responderam ao questionamento. Em consequência, é perceptível ainda o nível significativo de desconhecimento dos alunos a respeito da importância de se utilizarem pilhas recarregáveis, pois causam bem menos danos ao ambiente, além de serem bem mais baratas e duram de médio a longo prazo.

Figura 3: Gráfico III

É de costume utilizar pilhas recarregáveis na sua casa?
123 respostas



Fonte: Google Forms, 2019.

Nos próximos gráficos, temos uma perspectiva do conhecimento dos alunos sobre a relação entre pilhas, baterias e meio ambiente.

No gráfico IV, observa-se que 42,7% dos alunos entrevistados responderam que realizam o descarte correto desses produtos ao terminar sua vida útil, 43,5% afirmaram que fazem o descarte em lixo comum, e 13,7% não sabem ou não responderam.

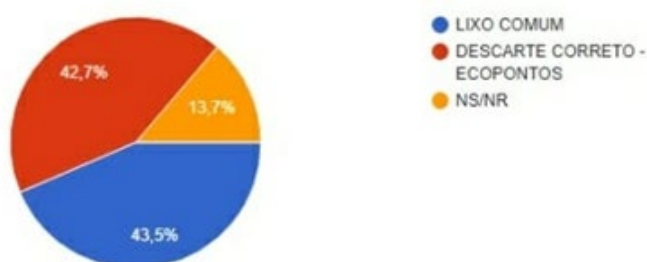
A problemática que vem comprometendo ambiente são a poluição da água, solo, ar, contaminação das plantas e a contaminação dos animais, justamente pelo fato de alguns metais

se concentrarem na cadeia alimentar. Esses metais pesados também provocam diversos danos à saúde humana (VIEIRA; SOARES; SOARES, 2009). Os metais que apresentam maior risco ao bem-estar biológico humano são o chumbo, o cádmio e o mercúrio (PROVAZI; ESPINOSA; TENÓRIO, 2012).

Figura 4: Gráfico IV

Qual e o destino dado as pilhas e baterias da sua residência ao terminar sua vida útil?

124 respostas



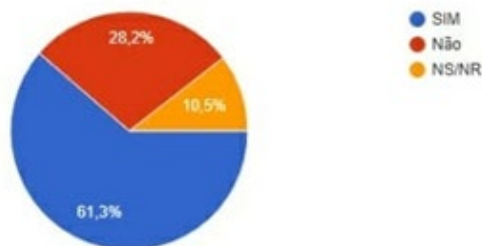
Fonte: Google Forms, 2019.

No gráfico V, verifica-se que 61,3% dos alunos entrevistados responderam que pilhas e baterias oferecem algum perigo à saúde e ao meio ambiente, já para 28,2% acreditam que não oferecem perigo à saúde e ao meio ambiente, enquanto 10,5% não sabem ou não responderam.

Figura 5: Gráfico V

Você saberia dizer se as pilhas e baterias oferecem algum perigo a saúde das pessoas e ao meio ambiente?

124 respostas



Fonte: Google Forms, 2019.

Segundo o CONAMA, a partir da verificação da grande quantidade de pilhas e baterias existentes no território brasileiro, busca-se sensibilizar os consumidores desses materiais sobre os riscos do descarte inadequado e, com isso, diminuir os danos ambientais e à saúde humana, uma vez posto que esses produtos poderão ser coletados, reutilizados, reciclados ou terem uma destinação correta.

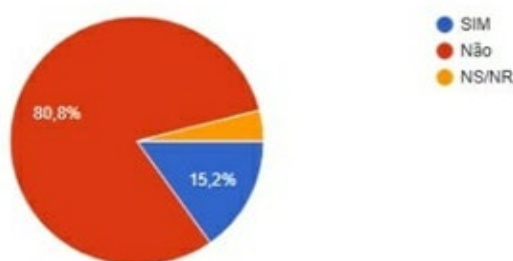
Dentre os comentários dos alunos, quanto ao perigo causado pelo descarte incorreto, destacamos que a “contaminação dos solos e dos lençóis freáticos”, “causar problemas de saúde ao ser humano e em todas as formas de vida na terra”, foram os mais citados e os que causam mais preocupação aos respondentes.

No gráfico VI, observa-se que 80,8% dos alunos entrevistados responderam que não sabem o caminho que esses produtos fazem depois que saem do ecoponto de coletas; 15,2% já sabem para onde vão depois que chegam às coletas e 5% não responderam.

Figura 6: Gráfico VI

Você sabe qual o caminho que as pilhas e baterias fazem depois que chegam nos pontos de coletas?

125 respostas



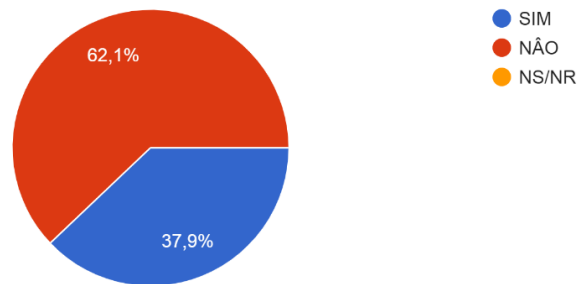
Fonte: Google Forms, 2019.

No Brasil são produzidas anualmente, segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), 800 milhões de pilhas. A redução e racionalização no uso desses produtos é uma das formas de minimizar o consumo, assim como fazer o descarte de forma seletiva. Os consumidores, em sua grande maioria, desconhecem os perigos e as leis estabelecidas. Quem gera o problema também é responsável pela solução dele. Assim, pela Legislação Brasileira, cabe às empresas fabricantes dar o destino correto a este tipo de lixo tóxico. Sabemos que é possível reciclar quase a totalidade dos materiais contidos nas pilhas e baterias.

O gráfico VII apresenta os resultados sobre o conhecimento dos estudantes em relação à presença de ecopontos na cidade em que residem, buscando identificar a existência de ecopontos na cidade, nos bairros e se estes pontos são divulgados para serem utilizados pela comunidade local. Do total dos entrevistados, 62,1% afirmaram não haver ecopontos na cidade e 37,9% responderam que sim, inclusive é perceptível que no bairro em que moram também ocorre a inexistência desse mecanismo de coleta, visto que o bairro é o ambiente mais próximo do estudante em se tratando de localidade.

Figura 7: Gráfico VII

Você conhece algum ponto de coleta de pilhas e baterias na sua Cidade?
124 respostas

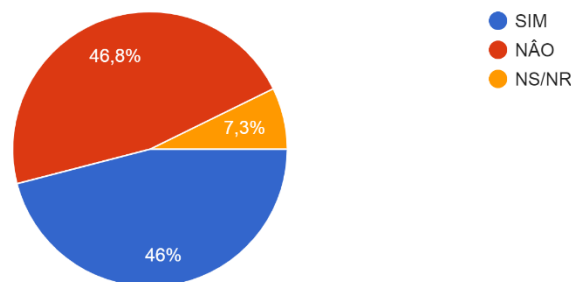


Fonte: Google Forms, 2019.

Sabendo-se que há a presença de um ecoponto no IFRN - *Campus* Parnamirim, Instituição no qual os estudantes frequentam, torna-se imprescindível diagnosticar se os mesmos têm conhecimento deste dispositivo, portanto, uma das questões apresentadas foi sobre este tema. O gráfico VIII apresenta o resultado desta questão e demonstra que 46,8% dos estudantes não sabiam da existência do ecoponto na instituição. Foi percebido que 91,1% dos alunos entrevistados responderam que não conhece empresas de coleta deste lixo eletrônico na sua cidade; apenas 8,1% conhecem ou têm conhecimento de alguma empresa que coleta este tipo de material e 0,8% não responderam à pesquisa.

Figura 8: Gráfico VIII

Você conhece alguma ponto de coleta de pilhas e baterias na sua escola?
124 respostas



Fonte: Google Forms, 2019.

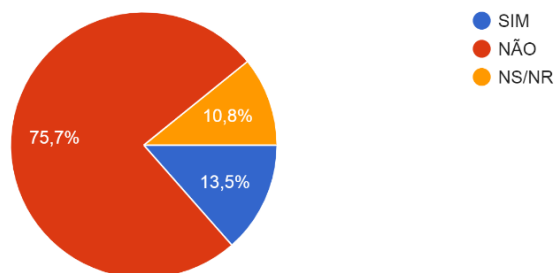
Do percentual de 46% que responderam saber do ecoponto na instituição em que estudam (gráfico VIII), foi perguntado se aproveitavam para descartar suas pilhas e baterias no local adequado disponibilizado, das respostas obtidas, 75,7% afirmaram nunca ter depositado seus materiais inutilizados da forma adequada, como observa-se no gráfico IX. Com isso, percebe-se como a presença de um ecoponto deve estar associada também à um movimento de

sensibilização para o descarte apropriado, podendo ser uma visão de algumas turmas que ingressaram recentemente ao IFRN *Campus* Parnamirim.

Figura 9: Gráfico IX

Caso sua resposta seja SIM, você já depositou pilhas e baterias usadas por você ou na sua residência nesse ponto de coleta?

111 respostas



Fonte: Google Forms, 2019.

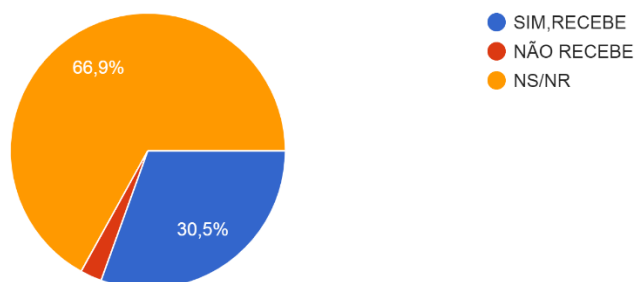
Dada a importância da utilização dos ecopontos em locais estratégicos, uma das questões levantadas na pesquisa foi a forma de utilização pelos alunos da instituição, cerca de 66,9% dos entrevistados não souberam responder se a comunidade escolar o utilizava para o descarte, de acordo com o gráfico X apresentado a seguir. Considerando este resultado, percebe-se que a problemática da falta de informação sobre destinação adequada de resíduos persiste entre os estudantes.

Uma das possibilidades dos estudantes não terem informações ou não realizarem descartes no ecoponto, deve-se ao fato de estarem nos primeiros anos do ensino médio integrado e ainda não se apropriaram da temática ambiental do IFRN Parnamirim, já que é um *Campus* é uma referência na questão do meio ambiente e sustentabilidade dentro da Instituição como um todo, do município e da região, tendo várias ações nessa temática com muito sucesso.

Figura X: Gráfico X

Você sabe informar se o ponto de coleta existente na Escola recebe pilhas e baterias usadas pela comunidade acadêmica (inclusive nas residências dos alunos/servidores)?

118 respostas




Fonte: Google Forms, 2019.

De acordo com os resultados apresentados, observa-se que muito deve ser feito por parte da sociedade e do poder público a respeito de investimentos e criação de políticas públicas que busquem a melhoria da preservação do meio ambiente, inclusive o fortalecimento da Educação Ambiental na rede de ensino. É necessário investir na educação dos indivíduos desde cedo, podendo ser inserida a disciplina Educação Ambiental como obrigatória no currículo do Ensino Básico e incentivar descarte correto de resíduos sólidos, entre eles o de material eletrônico, incluindo pilhas e baterias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da pesquisa realizada, pôde-se perceber a necessidade de campanhas educativas, informações sobre locais de coleta, armazenagem e destinação final de pilhas e baterias, tendo como meios dessas ações incentivar os alunos e a toda comunidade escolar quanto ao descarte correto destes resíduos, conforme determina o CONAMA. Os diversos estabelecimentos que comercializam esses tipos de materiais devem responsabilizar-se por sua coleta até chegar ao responsável final, que seriam os fabricantes, sendo fomentada a logística reversa.

Tendo em vista a realidade dos resultados obtidos nesta pesquisa com os alunos do ensino médio integrado dos cursos de Informática e Mecatrônica do IFRN *Campus* Parnamirim, observa-se a necessidade e a importância da divulgação, principalmente para os estudantes dos primeiros anos do ensino médio integrado, dos ecopontos, como depósitos que recebem esses materiais para destinação correta.



Um dado preocupante que conseguimos observar nesta pesquisa é a falta de participação da sociedade, pois, apesar do percentual que tem conhecimento do ponto de coleta ainda é baixo a sua utilização, mesmo tendo conhecimento dos impactos a saúde e ao meio ambiente que este lixo eletrônico pode causar. Aliado a isso, nota-se também que ainda é muito baixo a oferta de ponto de coleta para estes materiais.

O presente estudo pode vir a servir como base para a realização de pesquisas futuras, pois demonstra questões acerca do descarte correto de resíduos, devendo-se assim levar em consideração que está problemática não ocorre apenas na realidade pesquisada, com este público de alunos, mas em todos os âmbitos da sociedade, tendo em vista o acelerado crescimento tecnológico e o aumento no consumo desses produtos.

Assim, é válido lembrar que a responsabilidade não é apenas do Poder Público, comerciantes e fabricantes, mas é dever de toda a sociedade em descartar corretamente os resíduos, tornando-se conscientes dos impactos causados no ambiente, e preservando-o equilibradamente para as atuais e as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. M. **Descarte de pilhas e baterias**: uma análise do comportamento da população conquistense. Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas Vitória da Conquista, Ano XIII n. 22 p. 25-35, 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/2109-253-3551-1-10-20171206.pdf> Acesso em: 05 Jun 2019;

BRASIL. **Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA**. Resolução nº 401/2008, de 04 de outubro de 2008, Seção 1, página 108-109;

BRASIL. **Lei 12.305 de 03 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, 2010;

CARVALHO, D. de M. DIONÍZIO, D. P. DIONÍZIO, T. P. **Poluição química proveniente do descarte incorreto de pilhas e baterias**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 05, Vol. 04, pp. 141-165 Maio de 2019. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/meio-ambiente/poluicao-quimica>. Acesso em: 03 jul 2019;

CASSAPA, D. **Descarte de pilhas e baterias como prática de sensibilização ambiental em uma escola de ensino fundamental em Várzea Grande –MT.** / Cuiabá, 2017. Disponível em: http://tga.blv.ifmt.edu.br/media/filer_public/fb/74/fb740250-56ec-4b4d-adea-1d6e02aeb132/divino_cassapa.pdf . Acesso em: 21 Ago 2019;

DIEHL, A. . **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2004;

MESQUITA, G. M. SOUZA, M. A. P. de. SILVA, A. C da. RABELO, A. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos de pilhas e baterias para uma empresa do ramo de telefonia**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental Santa Maria UFSM, v. 19, n. 2, mai-ago. 2015, p. 535, ISSN: 22361170. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/16937/pdf_1. Acesso em: 27 Ago 2019;

Portal de notícias Araguaia News. **Podemos dizer que o meio ambiente inclui coisas que tem ou não vida do planeta**. 2018. Disponível em: <http://araguaianews.com.br/2018/01/31/podemos-dizer-que-o-meio-ambiente-inclui-coisas-que-tem-ou-nao-vida-do-planeta/>. Acesso em: 30 Ago 2019;

RANGEL, R. **Noções Gerais sobre outras Ciências Forenses**. Medicina Legal, 2003/2004. Disponível em: <http://medicina.med.up.pt/legal/NocoosGeraisCF.pdf>. Acesso em: 29 jul.2019;

REIDLER, N. M. V. L. R. **Resíduos gerados por pilhas e baterias usadas: uma avaliação da situação brasileira**, 1999 - 2001. São Paulo (BR), 2002. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo;

REIGOTA, M. R. **O que é Educação Ambiental**. 2ª Edição, São Paulo, Ed. Brasiliense, 2008, p.107;

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente, 1993**. In: SOUZA, Maria Tereza Saraiva de; RIBEIRO, Henrique César Melo. Sustentabilidade ambiental: uma meta-análise da produção brasileira em periódicos de administração. Revista de Administração Contemporânea, vol.17 no.3 Curitiba May/June 2013. Disponível em: scielo.br/scielo.php?script=sci_arttex&pid=S1415-65552013000300007. Acesso em: 20 Ago 2019;

SILVA, C. M. L. F. e. **Mudanças climáticas e ambientais: contextos educacionais e históricos**— Natal: IFRN, 2015. 329p.

SOMMER, M. **O lado obscuro do lixo eletrônico**. 2005. Disponível em: <http://www.tierramerica.net/2005/0402/pgrandesplumas.shtml>. Acesso em: 22 Jun 2019;

TAVARES, J. P. M. **Pilhas e baterias**. Bacharelado em Engenharia Elétrica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. Goiás, 2012;

WERNECK, A. R. M. SANTOS, F. D. PARAISO, Í. M. P. **Descarte de pilhas e baterias**. Webartigos. 2010.

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

MEIO AMBIENTE:

GESTÃO, PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

3

Luana Lima Guimarães
Patrícia Gonçalves de Freitas
Organizadoras



2021

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

MEIO AMBIENTE:

GESTÃO, PRESERVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

3

Luana Lima Guimarães
Patrícia Gonçalves de Freitas
Organizadoras



2021