

**ELÓI MARTINS SENHORAS
(ORGANIZADOR)**



A PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO INTERDISCIPLINAR NAS CIÊNCIAS AMBIENTAIS 3

Atena
Editora
Ano 2020

**ELÓI MARTINS SENHORAS
(ORGANIZADOR)**



**A PRODUÇÃO
DO CONHECIMENTO
INTERDISCIPLINAR NAS
CIÊNCIAS AMBIENTAIS 3**

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

P964 A produção do conhecimento interdisciplinar nas ciências ambientais
3 [recurso eletrônico] / Organizador Eloi Martins Senhoras. –
Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-08-9

DOI 10.22533/at.ed.089200203

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa –
Brasil. I. Senhoras, Eloi Martins.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A construção do campo de estudos em Ciências Ambientais tem passado por uma crescente produção incremental de pesquisas em diferentes partes do mundo em razão das rápidas transformações ambientais engendradas pelo homem, de modo que, no Brasil, esta dinâmica não tem sido diferente, razão pela qual o presente livro surge para ampliar os debates temáticos.

Esta obra, “A Produção do Conhecimento Interdisciplinar nas Ciências Ambientais 3”, dá continuidade aos esforços coletivos das obras anteriores, buscando dar voz a diferentes pesquisadores brasileiros com o objetivo de mostrar a riqueza analítica e propositiva de nossas pesquisas científicas nacionais frente a vários desafios ambientais.

Fruto de um trabalho coletivo de quarenta e quatro pesquisadores oriundos de dez estados brasileiros, de todas as cinco macrorregiões brasileiras, esta obra conjuga as contribuições oriundas de diferentes instituições público e privadas de ensino, pesquisa e extensão, findando valorizar as análises e debates no campo epistemológico de Ciências Ambientais.

O presente livro foi estruturado por meio de pesquisas que se caracterizaram quanto aos fins por estudos exploratórios, descritivos e explicativos, bem como por estudos quali-quantitativos em função das diferentes técnicas utilizadas nos procedimentos metodológicos de levantamento e análise de dados.

Organizado em quatro eixos temáticos, os dezesseis capítulos apresentados neste livro dialogam entre si por meio de análises laboratoriais, estudos de casos e discussões relacionadas às agendas ambientalistas, respectivamente da fauna e da flora, de resíduos sólidos urbanos, de análises de solos e sementes, bem como de análises físico-químicas da água.

No primeiro eixo, “Fauna e flora”, o livro apresenta os dois primeiros capítulos, os quais abordam como estudos de caso, a problemática do atropelamento de animais silvestres em rodovias e ferrovias, e, os esforços em termos de políticas e leis no combate à extração madeireira ilegal existentes no Brasil.

No segundo eixo, “Resíduos sólidos urbanos”, quatro capítulos abordam diferentes facetas sobre resíduos sólidos urbanos no país, por meio da análise da aplicação tecnológica para aproveitamento de pneus, análise territorial de resíduos em um município paranaense, análise do potencial de resíduos agroindustriais, assim como análise de monitoramento de aves dentro e no entorno de uma Central de Tratamento de Resíduos.

No terceiro eixo, “Análises de solos e sementes”, dois capítulos desenvolvem análises físico-químicas de solo a título de identificação da evolução do CO₂ e caracterização de atributos. Ademais, três capítulos realizam análises biométrica e hídrica de sementes e frutos, análise de potencialidade alelopática de sementes e um estudo de enriquecimento de banco de sementes para restauração em hora

agroecológica urbana.

No quarto eixo, “Análises físico-químicas da água”, os dois últimos capítulos deste livro apresentam discussões sobre estudos de casos desenvolvidos sobre avaliação de concentrações de metais pesados na água de um rio localizado no Maranhão e sobre gestão ambiental da água em uma instituição de ensino superior no Ceará.

Com base nas análises e discussões levantadas nos diferentes capítulos desta obra existe uma franca contribuição para o público geral ou especializado no entendimento de que o campo epistemológico das Ciências Ambientais é eclético, sendo conformado por diferentes matizes teórico-metodológicas que possuem o objetivo comum de explicar e propor melhorias sustentáveis aos desafios e complexidades do mundo real.

Em nome de todos os pesquisadores envolvidos neste livro, comprometidos com o desenvolvimento das Ciências Ambientais no Brasil, convidamos você leitor(a) para explorar conosco, neste rico campo científico, toda a riqueza empírica da nossa realidade ambiental, pois urge a necessidade de avançarmos nossa consciência ambiental.

Ótima leitura!

Elói Martins Senhoras

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A TEORIA DO DIREITO EM UMA PERSPECTIVA AMBIENTAL	
Laone Lago	
Wilson Madeira Filho	
Napoleão Miranda	
DOI 10.22533/at.ed.0892002031	
CAPÍTULO 2	15
FAUNA AMEAÇADA NAS RODOVIAS	
Elisângela de Albuquerque Sobreira	
Victória Sobreira Lage	
Rafael Sobreira Lage	
Gabriel Sobreira Lage	
DOI 10.22533/at.ed.0892002032	
CAPÍTULO 3	26
ILEGALIDADE NA EXPLORAÇÃO MADEIREIRA: ESFORÇOS DESENVOLVIDOS PELO BRASIL	
Alessandra Maria Filippin dos Passos	
DOI 10.22533/at.ed.0892002033	
CAPÍTULO 4	31
REVIEW: TECNOLOGIA E APLICAÇÃO PARA O APROVEITAMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS	
Andressa Lunardi	
Valéria Pian Silvestri	
Janaína Chaves Ortiz	
DOI 10.22533/at.ed.0892002034	
CAPÍTULO 5	40
ANÁLISE TERRITORIAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MATINHOS-PR	
Alexandre Dullius	
Maclovia Corrêa da Silva	
Luiz Everson da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0892002035	
CAPÍTULO 6	55
POTENCIAL DOS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO FONTES DE CARBONO PARA PRODUÇÃO DE INVERTASES POR FUNGOS	
Gabriela Furlaneto Sanchez de Sousa	
Andreza Gambelli Lucas Costa Nascimento	
Marina Kimiko Kadowaki	
DOI 10.22533/at.ed.0892002036	
CAPÍTULO 7	64
ANÁLISE DE METODOLOGIA DA CINÉTICA DE EVOLUÇÃO DO CO ₂ SOB INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO	
Amanda Silva De Medeiros	
Alécio Marcelo Lima Dos Santos	
Hélder Delano Barboza De Farias	
Pablio Henrique De Souza Lima	

Paulyanne Karlla Araújo Magalhães

Mayara Andrade Souza

DOI 10.22533/at.ed.0892002037

CAPÍTULO 8 79

MONITORAMENTO DA POPULAÇÃO DE *CORAGYPS ATRATUS* EM CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E SEU ENTORNO

Evandro Roberto Tagliaferro

DOI 10.22533/at.ed.0892002038

CAPÍTULO 9 85

CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS SUBMETIDAS A DIFERENTES USOS NO NORDESTE PARAENSE

Bárbara Maia Miranda

Arystides Resende Silva

Gustavo Schwartz

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho

DOI 10.22533/at.ed.0892002039

CAPÍTULO 10 93

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE *NERIUM OLEANDER* L. E *DIEFFENBACHIA PICTA* SCHOTT EM SEMENTES DE *LACTUCA SATIVA* L. E *BIDENS PILOSA* L.

Luiz Augusto Salles das Neves

Raquel Stefanello

Kelen Haygert Lencina

DOI 10.22533/at.ed.08920020310

CAPÍTULO 11 105

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS NA ESTIMAÇÃO DE DIÂMETROS DE *TECTONA GRANDIS* L.F.

Izabel Passos Bonete

Luciano Rodrigo Lanssanova

DOI 10.22533/at.ed.08920020311

CAPÍTULO 12 119

ANÁLISE QUANTITATIVA BIOMÉTRICA E HÍDRICA DOS FRUTOS E SEMENTES DA ESPÉCIE *DELONIX REGIA* (BOGER EX HOOK) RAF.

Juliana Fonseca Cardoso

Gesivaldo Ribeiro Silva

Eliane Francisca Almeida

Antônio Pereira Júnior

DOI 10.22533/at.ed.08920020312

CAPÍTULO 13 131

ENRIQUECIMENTO DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO COM SEMENTES FLORESTAIS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM HORTA AGROECOLÓGICA URBANA, PELOTAS, RS

Tiago Schuch Lemos Venzke

DOI 10.22533/at.ed.08920020313

CAPÍTULO 14 143

AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DOS METAIS PESADOS NA ÁGUA SUPERFICIAL DO RIO SANTO ANTONIO, BRASIL

Neemias Muniz de Souza

Joveliane de Melo Monteiro
Wallace Ribeiro Nunes Neto
Erika Luana Lima Durans
Leila Cristina Almeida Sousa
Luís Claudio Nascimento da Silva
Adriana Sousa Rêgo
Flor de Maria Araujo Mendonça Silva
Andrea de Souza Monteiro
Rita de Cassia Mendonça de Miranda
Darlan Ferreira da Silva
Maria Raimunda Chagas Silva

DOI 10.22533/at.ed.08920020314

CAPÍTULO 15 154

GESTÃO AMBIENTAL DA ÁGUA ATRAVÉS DA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA NUMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR NO SERTÃO CENTRAL DO CEARÁ

Danielle Rabelo Costa
Sérgio Horta Mattos
Marcos James Chaves Bessa
Valter de Souza Pinho

DOI 10.22533/at.ed.08920020315

CAPÍTULO 16 163

CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH) DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DA MÉSOREGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

Francisca Mariane Martins Araújo
Marcos Daniel das Neves Sousa
Ingryd Rodrigues Martins
Isabelly Silva Amorim
Danyelly Silva Amorim
Elane Giselle Silva dos Santos
Xenna Tiburço
Maria Renara Alves Rodrigues
Jamille de Sousa Monteiro
Tatiana Cardoso Gomes
Kássia Rodrigues da Costa Sena
Giovanna Gabriela Silva Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.08920020316

SOBRE O ORGANIZADOR..... 170

ÍNDICE REMISSIVO 171

CAPÍTULO 1

A TEORIA DO DIREITO EM UMA PERSPECTIVA AMBIENTAL

Data de aceite: 19/02/2020

Laone Lago

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Direito da Universidade Federal Fluminense – PPGSD/UFF

Professor no Centro Universitário Augusto Motta – UNISUAM
Niterói RJ

CV: <http://lattes.cnpq.br/1401186293027138>

Wilson Madeira Filho

Professor Titular da Faculdade de Direito e do PPGSD-UFF
Niterói RJ

CV: <http://lattes.cnpq.br/4329212215460184>

Napoleão Miranda

Coordenador do PPGSD/UFF
Niterói RJ

CV: <http://lattes.cnpq.br/0289602246253445>

RESUMO: A teoria do direito demanda novos paradigmas, os quais podem ser encontrados no ambiental, espécie de elemento de conexão às mazelas da modernidade, oferecendo-se como alternativa de pensamento e ação. Com o referido diálogo e interação, pode-se compreender que se está diante de uma nova teoria para o (ou mesmo do) direito, fazendo-se emergir dessa aproximação uma teoria especialmente pautada tanto pela complexidade

quanto pela racionalidade ambiental. Fato é que o ambiental está presente nas mais diversas e variadas atividades, sejam elas públicas ou privadas, como, por exemplo, nas licitações públicas, exigindo destinação e disposição ambientalmente adequada aos resíduos sólidos, assim como implica por relativizar o absolutismo na propriedade, além de se imiscuir em questões voltadas ao consumo, colocando em xeque a possível obsolescência planejada. Faz-se, com isso, pertinente uma teoria do direito em perspectiva ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: direito, teoria do direito, perspectiva ambiental, epistemologia ambiental, racionalidade ambiental.

THE THEORY OF LAW IN AN ENVIRONMENTAL PERSPECTIVE

ABSTRACT: The theory of law demands new paradigms, which can be found in the environmental, a kind of element of connection to the ills of modernity, offering itself as an alternative of thought and action. With the aforementioned dialogue and interaction, one can understand that one is facing a new theory for (or even) the right, and this approach emerges from a theory especially guided by both complexity and environmental rationality. The fact is that the environment is present in the most diverse and varied activities, whether

public or private, such as in public tenders, requiring destination and environmentally appropriate disposal of solid waste, as well as relativizing the absolutism in the property, besides to meddle in consumer issues, putting in check the possible planned obsolescence. Thus, a theory of law in environmental perspective is pertinent.

KEYWORDS: right, theory of law, environmental perspective, environmental epistemology, environmental rationality.

INTRODUÇÃO

Sendo fiel às profecias de outrora – “do pó vistes e ao pó retornarás”¹ –, o direito retorna à natureza para protegê-la e, muito especialmente, para salvá-la, salvando-se, em verdade, a si mesmo, confirmando uma inversão que pode ser tanto benéfica à natureza quanto ao próprio direito e, por óbvio (ou assim ao menos se espera), à sociedade². Opera-se, com isso, uma guinada estrutural, tendo em vista o poder indiscriminado do homem em abafar, ou mesmo destruir, os valores da natureza, isto é, “se antes recorriamos a esta para dar uma base estável ao Direito (e, no fundo, essa é a razão do Direito natural), assistimos, hoje, a uma trágica inversão, sendo o homem obrigado a recorrer ao Direito para salvar a natureza [e a si mesmo] que morre”³.

Claro, podemos pensar também que esta é uma visão “naturalista” do próprio direito, que reveste a natureza com sua retórica e a transforma em efeito lúdico, impressionista mesmo. No fundo, o que resta é uma não-natureza morta, empalhada, a sobressair nas mesas serviçais.

A perspectiva ambiental recai sobre o direito, perpassando-o para reconfigurar suas conexões e interações em matéria de teoria do direito, fazendo com que àquela filtre e (re)direcione esta, apresentando-se como fio condutor diante do atual declínio civilizatório que segue à deriva seu perigoso curso. Trata-se de uma crise de civilização, que, inevitavelmente, reflete uma crise ambiental, produzida pelo desconhecimento do conhecimento, pois este não representa mais a realidade, “pelo contrário, constrói uma *hiper-realidade* na qual se vê refletido”⁴, o que exige uma nova racionalidade, uma racionalidade ambiental, tendo como foco o diálogo de seres e saberes em meio a uma complexidade ambiental⁵.

Referida guinada epistemológica permeada pela perspectiva ambiental (em toda a sua intensidade) recai diretamente sobre os ombros da teoria do direito, colocando-a em movimento após longa estagnação a que esteve submersa nas últimas décadas, isto porque sob o domínio do positivismo jurídico. Com sua crise, inovações passaram a emergir nesse campo, tendo-se como base inúmeras perspectivas teóricas, pluralizando a teoria do direito, pois verdadeiro empreendimento útil para uma compreensão abrangente (e realista) do direito, seus principais conceitos, estruturas e alcance⁶.

Eis o foco do presente trabalho, qual seja, refletir tal inquietude acerca do direito e de uma possível teoria do direito sob configuração ambiental, o que exige que certezas

sejam questionadas, especialmente no que envolve a emergência e a consolidação de uma teoria ambiental do (ou para o) direito sob as vias da epistemologia e da racionalidade ambiental. Trata-se, portanto, de monólogo descritivo-exploratório, pois visa tanto identificar características quanto ampliar o entendimento acerca de um específico e determinado tema, reunindo informações pretéritas acerca do assunto para então revisitar e refinar a questão pautada⁷.

ALGUMAS REFLEXÕES EPISTEMOLÓGICAS E METODOLÓGICAS – POR UM DIREITO COM COERÊNCIA⁸

Tradicionalmente, epistemologia envolve a capacidade de reconhecer fenômenos de forma rigorosa, o que implica ser possível falar em um alinhamento entre epistemologia e filosofia da ciência, visando apurar como determinado fenômeno foi estudado e, no caso do direito, aferir se é, ou não, uma ciência, o que requer seja problematizado – a ideia do direito como ciência –, devendo-se questionar o que faz (se é que faz) do direito uma ciência. Para isso, o conceito de ciência e algumas perspectivas filosóficas envolvendo o tema devem ser percorridas, o que permitirá sejam apresentados debates, enxergadas lacunas conceituais, bem como seus métodos de pesquisa e produção de conhecimento.

Um dos primeiros autores a ser destacado nesse espaço de discussão é Boaventura de Souza Santos⁹. Pode-se dizer que apesar de ter iniciado seus trabalhos academicamente sob a perspectiva das ciências sociais, alcança atualmente o campo interdisciplinar, possuindo reflexos diretos sobre o direito. Sua visão hermenêutica indica ser a ciência apenas mais um dos (diversos) pontos de vista sociais. Para ele, a função da hermenêutica seria a de viabilizar a compreensão da ciência, permitindo que o conhecimento seja entendido, bem como que as sociedades consigam se entender. Referido autor reconhece que estamos diante de uma crise, que, na sua visão, é profunda, o que sinalizaria um momento de transição entre o paradigma da ciência moderna e um novo (e emergente) paradigma, então chamado de ciência pós-moderna. Nesse sentido, visa-se definir o perfil teórico e sociológico da forma de conhecimento que, na atual fase, transforma os sentidos emergentes do paradigma da ciência pós-moderna, isto é, o conhecimento deve se deslocar da sua visão tradicional (mecânica, ilusória e fragmentada), para o campo das dimensões e complexidades “do todo”, configurando uma perspectiva integral.

Nesse sentido, as ciências sociais, na perspectiva pioneira de Émile Durkheim¹⁰, fez dos seus fenômenos “coisas”, sendo eles, por tais razões, “coisificados”, o que lhe confere bases na medida em que os sujeitos produzem conhecimento, restando eles mesmos objetivados nos objetivos teóricos que propriamente criam. Esse coisificar está justamente no fato de que ele, o conhecimento, uma vez socialmente produzido e investigado, adquire uma materialidade própria que o separa e o aliena

do seu criador. Pode-se dizer que a concepção de ciência pós-moderna proposta por Boaventura Sousa Santos, insere-se no movimento de desdogmatização da ciência, tendo em vista ela ter se tornado questionável, pois rotineira e amplamente questionada. A epistemologia seria, portanto, uma ilusão necessária, pois falha. Por isso, a hermenêutica emergiria como pedagogia da construção de uma epistemologia pragmática, isto é, a necessidade de uma hermenêutica crítica da epistemologia como elemento de refundação da própria ciência, do conhecimento científico, logo, do direito.

James Bohman¹¹ também contribuiu para esse debate. Segundo referido autor, no século XIX, as ciências sociais adentraram no desafio de pensar seu marco científico, e, por conseguinte, seu estatuto unitário da ciência. Assim, a atual e contemporânea visão do direito, calcada (por exemplo) no pós-positivismo, restou por emergir como uma tentativa para criar padrões racionais de pesquisa sem a necessidade de retornar ao antigo e clássico positivismo, isto é, critério formal de adequação e determinação, devendo-se evitar ao máximo o risco em ser reducionista, e muito menos determinista. Seu primeiro extremo, ressalte-se, está no positivismo lógico, dotado de padrões fortemente rígidos, tendo como oposição direta Boaventura de Souza Santos e sua negação a todo e qualquer nível de ciência. Logo, não estaria acima e nem diferente de qualquer outro conhecimento (um antibiótico da medicina Ocidental não é melhor do que uma folha usada por uma tribo como medicamento, por exemplo). Colocar esses autores enfileirados, seria estar diante de entendimentos extremos, pois, de um lado, ciência radical e fortemente metodológica, e, de outro, uma defesa de que tudo é ciência, sem que seja possível traçar uma distinção minimamente clara em matéria de conhecimento científico.

Dentre esses dois postos radicais, há uma posição intermediária, alocando o direito fora desse quadro, nem em um, nem em outro, ao contrário da ciência rígida, que defende fortemente as regras e métodos, e dos que defendem tudo ser ciência. Logo, não haveria distinção, tendo em vista que o direito não possuiria consciência de em que posição está (não estaria nem em uma, nem em outra – falta consciência para o direito). Trata-se de buscar um meio termo entre ciência extrema, e sua própria negação, ciente de que ciências naturais descrevem seu objeto, enquanto ciências sociais o interpretam.

Essa busca aristotélica pela justa mediania, retomando os argumentos decoloniais de Boaventura Sousa Santos, configurariam um falso enigma, pois se trata de ir mais além e vislumbrar uma ecologia do conhecimento e das ideias, o que, em última análise nos levaria à plethora de uma jusdiversidade.

Ora, esse campo pan-crítico em geral se depara, na economia estrita da prática jurídica, com a modelagem administrativa e sua procidementalização. Nesse esforço rumo ao conhecimento voltado para o direito, importante resgatar conceitos clássicos em Hans Kelsen¹². Referido autor não definiu como um dos seus objetivos o propósito de dizer como o direito deve ser, e sim como ele deve ser estudado, ou mesmo estruturado. A perspectiva é outra, sendo possível observar que o desafio discutido

pelo referido autor consiste em saber o que pesquisar e como pesquisar. Nada menos, nada mais. No direito, para o autor, o método é o princípio da imputação (relação de imputação), que deriva da concepção de norma jurídica, estabelecendo sanção em caso de descumprimento. O desafio a ser trabalhado está em descrever as normas e suas proposições, diferenciando-as entre autoridades jurídicas (legislador, julgador, entre outros), e seus estudiosos (este campo cabe ao cientista). Ademais, não se faz juízo de valor, e sim se uma norma é válida, ou não. É por essa razão que a diferença entre norma jurídica e qualquer outra norma está justamente no fato de que a primeira se submete a uma sanção, devendo-se observar também a diferenciação entre autoridade que estabelece (cria) a norma e o jurista (estudioso do direito), estando ela justamente na possibilidade (de aplicação) da sanção, que só poderá ser aplicada por àquele que lhe confere respaldo.

Albert Calsamiglia¹³, por outro lado, defende que o pós-positivismo se volta para o passado, sem perder de vista a resolução dos atuais casos, isto é, foca-se na resposta, nas ferramentas, entendendo que o positivismo não responde e nem atende aos fenômenos e necessidades que batem à sua porta. Haveria, segundo registra o autor, um descompasso entre a norma e a realidade. Nesse sentido, para os pós-positivistas, a moral deve estar inserida no direito, o que provocaria algumas mudanças acerca das formas de como os conceitos são contestados (indeterminação do direito).

Pode-se dizer que enquanto Hans Kelsen e o positivismo buscavam construir uma ciência enquanto uma moldura técnica, inclusive visando delimitar seu campo, objeto e atuação, o pós-positivismo volta seu foco na resposta, inclusive sob a perspectiva moral, utilizando-se dessa e transpassando o cânone emoldurado. Com isso, desloca-se do campo de como o direito deve ser estudado para como ele deve funcionar, passando-se do debate epistemológico para uma seara ontológica.

Avançando nessas perspectivas, Jürgen Habermas¹⁴ questionou como seria possível construir conhecimento verdadeiro. Para o referido autor, esse é o desafio, o que implicaria em sair da opinião e alcançar o conhecimento. Em um ambiente comunicativo, que permita o diálogo, a verdade estaria (provavelmente) presente, sendo alcançada pela maioria. Em outras palavras, o diálogo, ao longo do tempo resultará em se revelar e se consolidar cada vez mais. O problema está, porém, justamente nas influências das outras áreas e nas atividades envolvendo o conhecimento, o que poderia deturpar a busca da verdade, além de o fato de que a comunicação ideal (e seus elementos) dificilmente será alcançada.

Visando relacionar ontologia e epistemologia, Noel Struchiner e Fabio Shecaira¹⁵ destacam que o direito se constitui através dos mecanismos linguísticos que fazem o próprio direito, verdadeiros mecanismos da filosofia da linguagem e sua facilitação para a derivação do sentido envolvendo o direito. Em outras palavras, ser obrigado e estar obrigado (querer e desejar fazer algo) é diferente de ter que fazer alguma coisa. A questão, por assim dizer, é analisar a norma e sua aplicação em relação ao caso – hipótese concreta e sua aplicação por quem possui tal dever. Assim, entender se uma

norma é ou não aberta somente poderá, geralmente, ocorrer diante da sua realidade e aplicação prática.

Ora, tanto Habermas, quanto Struchiner e Shecaira apontam em dimensões neo-platônicas de uma dialogia redentora, neo-socrática. Todavia, a dinâmica pós-positivista e juspluralista avança também sobre as aporias da afasia. Considerando, a contrapelo, que o discurso que não se amolda à gíria do gueto ou ao dialeto da comunidade tradicional não passa de imposição colonizatória.

Charles Taylor¹⁶, por sua vez, defende ser a hermenêutica filosófica um desafio para o direito, justamente para dialogar com as ciências humanas, sendo o caso das ciências políticas. Trata-se de uma boa introdução ao tema, pois o autor fala sobre a possibilidade de se conhecer e produzir conhecimento – epistemologia –, além da perspectiva ontológica – horizonte compartilhado. Para o autor, o ser humano seria um ser que vive em sociedade e, portanto, necessita de um horizonte de sentido comum – o ser humano só pode ser entendido em comunidade (como o ser humano que é, de forma ontológica). A hermenêutica filosófica focaria na ontologia (como esse ser humano é), única maneira de se aproximar de um todo e do que o ser humano pensa ser e o que de fato ele é.

Outro autor que oferece alguns novos elementos para essa reflexão é Alejandro Madrazo¹⁷, para o qual haveria autoridade no texto propriamente dito, ou algo que pode ou deve ser como é. Seria uma espécie de essência do homem e sua racionalidade. Nesse sentido, o direito estaria criado como mecanismo racional das próprias criações, o que implicaria se tratar de dar um passo no sentido e na direção do direito. O importante nesse movimento é o caminhar para sistematizar o direito, o texto posto como norma, fazendo-se com que ou o autor se volte à criação (origem na doutrina, tendo como foco comentar os textos) ou à revelação (texto em que há princípio de autoridade – sua produção advém de uma autoridade –, conferindo autoridade ao texto). Escravos do texto, restaria uma Teoria do Direito bíblica, acima de todos; o que pode até ser moda, para muitos.

Baudouin Dupret¹⁸ volta seus esforços para o campo da pesquisa praxiológica das leis, e suas interações com as decisões judiciais, sua aplicação e contexto. A abordagem praxiológica da lei estaria diretamente alinhada aos membros sociais como viabilizadores da interpretação e aplicação da lei, isto é, ações que utilizam regras e/ou que não estão obedecendo tais regras – capacidade em assumir o fenômeno observado. Logo, leis e processo, seriam factíveis e passíveis para que se observe comportamentos, o que implica em dizer como pessoas seguem e absorvem a legislação.

Ignacio Cano¹⁹, por fim, reflete o equívoco em se tentar separar episteme (maneira pelas quais seria possível gerar conhecimento rigoroso) e doxa (seu oposto, isto é, o campo do conhecimento que não gera conhecimento científico). Fato é que o que deve ditar a dinâmica – a técnica – de uma pesquisa é, segundo o autor, o seu objeto de estudo, podendo-se entender que as ciências sociais (inclusive o direito) são

baseadas na erudição, o que significa dizer que teorias, pesquisas e conclusões, não precisariam necessariamente da pesquisa, porém seria ela uma etapa, mesmo que ainda não receba a relevância que necessita e mereça no processo de formação do conhecimento.

Feito esse breve percurso, pode-se perceber que tratar o direito como campo em disputa consiste em um desafio que atualmente necessita ser enfrentado. Talvez o primeiro obstáculo seja estabelecer uma relação direta entre epistemologia e metodologia, isto é, entre o que é ciência e como se faz ciência. O segundo estágio dessa jornada certamente consiste em conectar metodologia e epistemologia à ontologia, pois (praticamente) impossível falar de conhecimento no direito se não existirem olhares e reflexões voltadas ao homem como ele é, de fato e concretamente, e não simplesmente sob a perspectiva eminentemente teórica. Em outras palavras, pode-se dizer que o ser humano seria (e de fato é) um ser que vive em sociedade e, inevitavelmente, deve ser entendido em comunidade (em sua realidade ontológica).

Ademais, o direito pode (ou deve) ser pensado como ciência, ou ao menos como metodologicamente seria possível estruturar bases firmes para que futuramente venha a ser uma ciência, especialmente no sentido de como seria possível pensar sobre ele e seus elementos, isto é, deve ser tanto teórico (como se deseja que funcione) quanto prático (como de fato funciona). Não seria possível pensar a normatividade dissociada da realidade, especialmente para se falar em ciência, devendo-se ter como defesa (e norte) um método científico, um procedimental que tenha como objeto e objetivo relacionar e inter-relacionar os envolvidos nessa interação complexa, conectando-os.

ALGUMAS REFLEXÕES ENVOLVENDO TEORIA DO DIREITO – POR UM DIREITO MÚLTIPLO E PLURAL

As normas jurídicas (não necessariamente o direito), mesmo estando em um chamado e desejado mundo ideal, terão como referência um fato, um acontecimento concreto, o que implicará inevitavelmente em consequências sobre o mundo real. A origem da norma (ou mesmo a do direito) pode (ter sido, é, ou foi) trágica, conforme pontuado por José Roberto de Castro Neves, isto é, com as tragédias, consegue-se identificar a invenção do direito como instituição, guardião de valores como a justiça e o respeito ao ser humano²⁰. Ainda segundo o referido autor, os gregos nos ofereceram as bases de nossa civilização ocidental, apresentando-nos alguns dos seus principais alicerces, quais sejam, denúncia à tirania, com *Prometeu acorrentado*, ampla defesa, com *Oresteia*, luta pela justiça, com *Antígona*, dignidade da pessoa humana, com *As troianas*²¹.

A origem trágica da lei é uma realidade também constatada e apresentada (em detalhes) por Wilson Madeira Filho²², tendo em vista sua base grega estar ancorada no teatro, processo em que o ser humano ascendeu para o centro, conforme trabalhos e

textos clássicos insculpidos em históricas peças teatrais. Movimento este que pode ser percebido em três autores da época, quais sejam, Sófocles (autor de textos carregados de diálogo, com plateia atenta e ativa), Eurípedes (provocador, conferiu vez e voz ao povo, ao trabalhador) e Ésquilo (personagens deuses ou heróis, fato é que há um olhar às estruturas de outrora, porém, sempre de forma construtiva e evolutiva). Com essa origem trágica, afasta-se da dimensão religiosa (eminentemente metafísica), aproximando-se dos homens, responsáveis então por julgar os seus próprios – a lei (ou mesmo o direito) como uma construção humana.

Identificada essa origem, verdadeiro processo de ascensão (ou invenção) do direito, Evgeny Bronislavovich Pachukanis, autor e revolucionário russo, propôs ensaio metodológico visando focar o direito sob o ângulo da dialética e do materialismo histórico, pois “não [seria] cientificamente correto chegar-se a uma definição do direito válida para todas as épocas e sociedades, posto que seria um conceito a-histórico, meramente formal e abstrato”²³, o que significa recusar a abordagem analítico-positivista de seu objeto. Em outras palavras, Pachukanis se opõe ao dever-ser jurídico, pois, segundo o autor, nada mais há nele do que a passagem de uma norma a outra de acordo com os degraus de uma ordem hierárquica, o que implica dizer que se preocupar com as normas sem se preocupar com sua origem, com suas relações e interesses materiais, não pode reverberar completude e muito menos realidade incontestada²⁴.

Avançando-se para adentrar em obra clássica de Roberto Lyra filho²⁵, datada dos anos oitenta, referido autor lança alguns questionamentos às bases do direito à época, introduzindo uma visão crítica, apoiando-se em uma perspectiva marxista. Trata-se de se voltar ao que até então estava posto e supostamente estável, um verdadeiro direito burguês na ótica defendida e sustentada por Pachukanis. Primeiramente, o autor brasileiro desconstrói o que é o direito, para então propor um conceito sob a perspectiva das ciências sociais e jurídicas, em que falar de direito significa tratar também da sociologia. Tal modelo, portanto, deveria unir direito e sociologia, algo que nunca pode ser visto como estacionária, sim em franco e contínuo movimento.

Estabelecendo-se uma nova guinada hermenêutica e argumentativa, pode-se destacar Robert Alexy²⁶ e Michelle Taruffo²⁷ como expoentes desse movimento. Enquanto Alexy foi radical em termos de racionalidade, visando estruturar parâmetros ao julgador, Taruffo²⁸, por sua vez, percebeu não ser mais o julgador a pura e simples boca da lei de outrora, vislumbrando-se na motivação um dever, algo que à época, anos oitenta, certamente era um avanço, o qual só passou a estar presente com a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, sob a perspectiva do princípio constitucional da motivação.

Oxigenando esse debate, tem-se Gisele Cittadino²⁹, autora brasileira que, focada nos diálogos constituintes, identificou a emergência de um pluralismo jurídico, bem como de uma justiça distributiva, especialmente configurada no advento de um pensamento comunitário.

Não é diferente o trabalho de Norbert Rouland³⁰, possuindo como norte uma

linha de pensamento comunitário. Fato é que se está, segundo Rouland, diante de um modelo de colonização francês, de matriz europeia, fortemente influenciado e afetado pela Revolução francesa, o qual restou por se expandir e se ampliar sobre os demais continentes, especialmente o latino-americano. Nesse sentido, construir um olhar particular e continental latino-americano envolve um movimento plural que deve emergir das suas particularidades – estaríamos diante de uma multilateralidade de particularidades, o que constitui um mundo plural, especialmente na América Latina.

Ao fim, é possível se deduzir que, antes de se afirmar às culturas globais, deve-se olhar e refletir acerca das culturas locais, tendo-se uma ótica particular. Com esse movimento, deve-se pensar e repensar cada vez mais acerca das singularidades, verdadeiras tradições (e tradicionalidades) envolvendo pluralismos. Está-se diante de complexidades sobre todos os aspectos, sendo certo de que não é pela via de catedrais (e suas leis) que se irá resolver esse debate (embate) com questões sociais que alcançam de forma direta e reta o direito – há verdadeiramente uma avalanche emergente das minorias – de uma aldeia global para um arquipélago, em que diversas comunidades são interligadas pelo direito – margem para se pensar em todos os seus aspectos e óticas.

UMA ABORDAGEM AMBIENTAL DO DIREITO – POR UMA RACIONALIDADE AMBIENTAL

Conferir uma abordagem ambiental do (ou para o) direito envolve proposta que carrega elementos do ambiental sobre o direito, especialmente tendo como perspectiva tanto epistemologia quanto racionalidade ambiental defendidas por Enrique Leff, o que implicaria em dizer que não é o direito que confere limites ao pensar e ao agir ambiental, e sim o ambiental que promove mudanças sobre o pensar e o agir jurídico³¹. Atualmente, alguns exemplos registram e refletem que esse movimento se encontra em curso de formação e formatação, tais como (i) licitações sustentáveis (à lei de licitações), (ii) contratações públicas em sintonia com a correta destinação e disposição ambientalmente adequada dos resíduos sólidos (lei da política nacional de resíduos sólidos), e (iii) propriedade privada plena (Código Civil) passa a ser condicionada (Código Florestal).

Os exemplos acima buscam imiscuir em questões da prática civilista para demonstrar que estas mesmas práticas passam a estar eivadas de *conotações ambientais*. Temas panorâmicos como as especificidades do Código Florestal (Lei 12.651/2012) e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei 9.985/2000), mais abrangentes, em geral acarretam nas reivindicações de searas judiciais próprias, quando não em laudos de especialistas.

Ainda que esse processo se encontre em fase de construção e consolidação, inúmeros são os seus resultados positivos, pois no passado a emergência de uma

racionalidade impulsionada pelo iluminismo foi a tônica, movimento embasado na ciência como caminho para o máximo desenvolvimento do homem, fazendo da natureza algo (ou alguma coisa) à disposição, e que deveria ser domada e domesticada. Esse pensar restou por separar o homem da natureza, tornando-a um ambiente a ser conquistado, logo, promovendo a sua máxima separação.

Com o passar do tempo, entrou-se em um compasso de aproximação, tendo em vista a ascensão de novos paradigmas. Fato é que a modernidade, se é que já fomos realmente modernos³², entrou em rota de crise, refletindo uma crise na (e da) sociedade, que se espalhou sobre os mais variados e diversos campos do conhecimento. Diante desse quadro, passou-se a identificar uma necessária (re)aproximação entre homem e ambiente, tornando-o elemento de conexão para se pensar em elementos de ascensão ambiental.

Reelaborar conceitos, destacando a Racionalidade Ambiental torna-se, portanto, tarefa para um novo patamar tecnológico, conjugando teoria e práxis e destacando o “enfrentamento ao modelo econômico, estereótipo da racionalidade formal gerada pelo capitalismo” (MADEIRA FILHO e SIMON, 2016, p. 222)

O ambiental se tornou elemento central, isto é, depois de ter sido deslocado como insumo à disposição do homem, e ter avançado como elemento de conexão em uma sociedade imersa em questionamentos (crises), o ambiental alcança o centro dos debates e, por óbvio, exige ações sob tais bases. Referido movimento de ocupação de um espaço até então jamais reservado ao ambiental, muito menos outrora por ele reivindicado, advém da capacidade de se pensar tanto sob uma perspectiva epistemológica (epistemologia ambiental) quanto racional (racionalidade ambiental), o que permite se falar em sustentabilidade, inclusive em suas dimensões, e, especialmente, em sua relação e interação com (e sobre) o direito, conferindo-lhe novas raízes, tronco, galhos, folhas, flores e frutos – percebe-se a emergência de um novo direito, o que exige uma nova teoria.

Verifica-se se tratar mais do que uma nova teoria do (ou para o) direito em uma necessária teoria ambiental do direito. Para tanto, a racionalidade ambiental se consolida, o ambiental e o direito se aproximam, unindo-se, fazendo como que o ambiental passe a conferir norte de pensamento e ação ao direito, o que pode ser percebido nos exemplos existentes, e já citados, tais como, nas licitações sustentáveis (além da simples prestação de um serviço ou fornecimento de um produto, agora os parâmetros ambientais mínimos devem ser observados), e na propriedade privada (de total e absoluta liberdade de uso e gozo, passa a ter que observar, respeitar e apresentar áreas ambientais ainda que mínimas), dentre outros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se perceber que o ambiental, de insumo ascendeu como elemento de conexão às mazelas civilizatórias da modernidade, oferecendo-se como alternativa de pensamento e ação diante da crise ambiental advinda de uma crise de civilização. Consolida-se, portanto, sob as bases de uma racionalidade ambiental, uma nova teoria para o (ou do) direito, isto é, não se pode mais pensar em ações e interações sociais sem a presença do ambiental. Em outras palavras, por exemplo, passa-se a verificar o ambiental nas licitações públicas dotadas de um olhar sustentável, exigindo-se a destinação e a disposição ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, bem como na relativização do absolutismo envolvendo a propriedade, além de estar também presente em questões voltadas ao consumo, levantando questionamentos sob a ótica da obsolescência planejada.

Trata-se, portanto, não propriamente de um retorno às origens, mas de uma reinterpretação ou reinvenção das origens, não para colocar de um lado o homem e, de outro, o ambiente, mas sim para efetivar sua aproximação (ou reaproximação), implicando em proteção recíproca, só que agora sob a perspectiva ambiental que recai sobre o direito, perpassando-o e reconfigurando suas conexões e interações em matéria de teoria do direito.

Em verdade, o ambiental filtra e (re)direciona o direito, apresentando-se como fio de Ariadne contra o Mito sauro, em especial em cenários de extrema-direita ultra-liberal. Crise de civilização esta que, inevitavelmente, reflete uma (e sobre uma) crise ambiental, produzida pelo desconhecimento do conhecimento, pois este não representa mais a realidade, muito pelo contrário, constrói-se uma ficção da realidade na qual se vê refletido, passando a exigir uma nova racionalidade, uma racionalidade ambiental, tendo como foco o diálogo dos saberes e entre os seres em meio a uma complexidade ambiental que se amplia, alastra positivamente e de forma insistente.

REFERÊNCIAS

ALEXY, Robert. **Teoria da argumentação jurídica**: a teoria do discurso racional como teoria da justificação jurídica. Tradução de Zilda Hutchinson Schild Silva. São Paulo: Landy, 2001.

BITTAR, Eduardo C. B. **Introdução ao Estudo do Direito**: humanismo, democracia e justiça, São Paulo, Saraiva, 2018.

BOHMAN, James. **New philosophy of social science**. Cambridge: MIT, 1993.

CALSAMIGLIA, Albert. **Postpositivismo. Doxa**: cuadernos de filosofía del derecho, Alicante, n. 21, v. I, p. 209-220, 1998. Disponível em: <file:///C:/Users/Laone/Downloads/postpositivismo-0.pdf>. Acessado em: 26 ago. 2018.

CANO, Ignacio. Nas trincheiras do método: o ensino da metodologia das ciências sociais no Brasil. In: **Sociologias**. Porto Alegre, ano 14, n. 31, p. 94-119, set.-dez. 2012.

CITTADINO, Gisele. **Pluralismo, direito e justiça distributiva**: elementos da filosofia constitucional contemporânea. 2. ed. Rio de Janeiro: Lumens Juris, 2000.

DUPRET, Baudouin. The person in an Egyptian judicial context: an ethnomethodological analysis of courtroom proceedings. In: **International Journal for the Semiotics of Law**. v. 16, p. 15-44, 2003.

DURKHEIM, Émile. **As regras do método sociológico**. Tradução de Walter Solon. São Paulo: EDIPRO, 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HABERMAS, Jürgen. **Verdad y justificación**: ensayos filosóficos. Madrid: Trotta, 2002.

KELSEN, Hans. **O que é justiça?** Tradução Luís Carlos Borges. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

_____. **Teoria pura do Direito**. Tradução de João Baptista Machado. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

LAGO, Laone. Da natureza vistas e à natureza retornarás: como o direito nasceu da natureza e a ela retorna para salvá-la. In: **Revista da EMARF**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 203-223, nov. 2014/abr. 2015.

_____. **Desafios epistemológicos e metodológicos no direito**: um esforço de aproximação para um diálogo científico aceitável. 2017, 8 p. Artigo (Doutorado em Ciências Jurídicas e Sociais). Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Direito, Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói.

LATOURE, Bruno. **Jamais fomos modernos**: ensaio de antropologia simétrica. Tradução de Carlos Irineu da Costa. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2013.

LEFF, Enrique. **Aventuras da epistemologia ambiental**: da articulação das ciências ao diálogo dos saberes. Tradução de Silvana Cobucci Leite. São Paulo: Cortez, 2012.

_____. Complexidade, racionalidade ambiental e diálogo de saberes. In: **Educação & realidade**, Porto Alegre, v. 34, n. 3, p. 17-24, set./dez. 2009.

_____. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 11. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

LYRA FILHO, Roberto. **O que é direito**. São Paulo: Círculo do Livro, 1990 (Coleção Primeiros Passos, n. 16).

MADEIRA FILHO, Wilson. **A origem trágica da lei**. Niterói: Ed. Autografia, 2020.

MADEIRA FILHO, Wilson; SIMON, Alba. Tecnocracia e conflitos socioambientais: o difícil percurso para a consolidação de uma epistemologia ambiental. In: CARLI, Ana Alice de; SANTOS, Fabiana Soares dos; SEIXAS, Marcus Wagner de. **A tecnologia em prol do meio ambiente**: a partir de uma análise multidisciplinar. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2016, p. 215-228.

MADRAZO, Alejandro. From revelation to creation: the origins of text and doctrine in the civil law tradition. In: **Mexican Law Review**, Ciudad de México, v. 1, n. 1, p. 3-66, jul./dez. 2008.

NEVES, José Roberto de Castro. **A invenção do direito**: as lições de Ésquilo, Sófocles, Eurípedes e Aristófanes. Rio de Janeiro: Edições de Janeiro, 2015.

PACHUKANIS, Evgeny Bronislavovich. **Teoria geral do direito e marxismo**. Tradução de Silvio Donizete Chagas. São Paulo: Editora Acadêmica, 1988.

RABINOW, Paul; SULLIVAN, William M. **Interpretive social science**: a second look. Berkley: University of California, 1987.

REALE, Miguel. **Memórias**. v. 1. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1987.

ROULAND, Norbert. **Nos confins do direito**: antropologia jurídica da modernidade. Tradução: Maria Ermantina de Almeida Prado Galvão. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

SANTOS, Boaventura de Souza. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. 4. ed. São Paulo: Graal, 2003.

SILVEIRA, Sonia Bittencourt; ABRITTA, Carolina Scali; VIEIRA, Amitza Torres (Organizadores). **Linguística aplicada em contextos legais**. Jundiaí: Paco, 2015.

TARUFFO, Michelle. **La motivazione dela sentenza civile**. Padova: CEDAM, 1975.

¹ “Todos vão para um lugar; todos foram feitos do pó, e todos voltarão ao pó”. (Eclesiastes, capítulo 3, versículo 20); “No suor do teu rosto comerás o teu pão, até que te tornes à terra; porque dela foste tomado; porquanto és pó e em pó te tornarás”. (Gênesis, capítulo 3, versículo 19).

² LAGO, Laone. Da natureza vistas e à natureza retornarás: como o direito nasceu da natureza e a ela retorna para salvá-la. Revista da EMARF, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 203-223, nov. 2014/abr. 2015.

³ REALE, Miguel. Memórias. v. 1. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 1987, p. 297.

⁴ LEFF, Enrique. Aventuras da epistemologia ambiental: da articulação das ciências ao diálogo dos saberes. Tradução de Silvana Cobucci Leite. São Paulo: Cortez, 2012, p. 57-58.

⁵ LEFF, Enrique. Complexidade, racionalidade ambiental e diálogo de saberes. Educação & realidade, Porto Alegre, v. 34, n. 3, p. 17-24, set./dez. 2009.

⁶ BITTAR, Eduardo C. B. Introdução ao Estudo do Direito: humanismo, democracia e justiça, São Paulo, Saraiva, 2018.

⁷ GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projeto de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

⁸ O presente capítulo possui influência em trabalho elaborado pelo autor na disciplina Epistemologia e pesquisa de fenômenos sociojurídicos I, ministrada pelo professor doutor João Pedro Pádua, também no doutorado em Ciências Jurídicas e Sociais do Programa de Pós-Graduação em Direito e Sociologia – PPGSD, da Universidade Federal Fluminense – UFF, no primeiro semestre de 2017. In: LAGO, Laone. Desafios epistemológicos e metodológicos no direito: um esforço de aproximação para um diálogo científico aceitável. 2017, 8 p. Artigo (Doutorado em Ciências Jurídicas e Sociais). Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Direito, Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói.

⁹ SANTOS, Boaventura de Souza. Introdução a uma ciência pós-moderna. 4ª ed. São Paulo: Graal, [1989] 2003, p. 11-30.

¹⁰ DURKHEIM, Émile. As regras do método sociológico. Tradução de Walter Solon. São Paulo: EDIPRO, 2012.

¹¹ BOHMAN, James. New philosophy of social science. Cambridge: MIT, [1991] 1993.

¹² KELSEN, Hans. O que é justiça? Tradução Luís Carlos Borges. São Paulo: Martins Fontes, [1957] 2001, p. 323-348.

- ¹³ CALSAMIGLIA, Albert. Postpositivismo. *Doxa: cuadernos de filosofía del derecho*, Alicante, n. 21, v. I, p. 209-220, 1998. Disponível em: <file:///C:/Users/Laone/Downloads/postpositivismo-0.pdf>. Acessado em: 26 ago. 2018.
- ¹⁴ HABERMAS, Jürgen. *Verdad y justificación: ensayos filosóficos*. Madrid: Trotta, 2002, p. 9-62.
- ¹⁵ SHECAIRA, Fabio P; STRUCHINER, Noel. Direito e linguagem: aspectos filosóficos. In: SILVEIRA, Sonia Bittencourt; ABRITTA, Carolina Scali; VIEIRA, Amitza Torres (Organizadores). *Linguística aplicada em contextos legais*. Jundiaí: Paco, 2015, p. 22-41.
- ¹⁶ RABINOW, Paul; SULLIVAN, William M. *Interpretive social science: A second look*. Berkley: University of California, 1987, p. 33-81.
- ¹⁷ MADRAZO, Alejandro. From revelation to creation: the origins of text and doctrine in the civil law tradition. *Mexican Law Review*, Ciudad de México, v. 1, n. 1, p. 3-66, jul./dez. 2008.
- ¹⁸ DUPRET, Baudouin. The person in an Egyptian judicial context: an ethnomethodological analysis of courtroom proceedings. *International Journal for the Semiotics of Law*. v. 16, p. 15-44, 2003.
- ¹⁹ CANO, Ignacio. Nas trincheiras do método: o ensino da metodologia das ciências sociais no Brasil. *Sociologias*. Porto Alegre, ano 14, n. 31, p. 94-119, set.-dez. 2012.
- ²⁰ NEVES, José Roberto de Castro. *A invenção do direito: as lições de Ésquilo, Sófocles, Eurípedes e Aristófanes*. Rio de Janeiro: Edições de Janeiro, 2015, p. 31.
- ²¹ NEVES, José Roberto de Castro. *A invenção do direito: as lições de Ésquilo, Sófocles, Eurípedes e Aristófanes*. Rio de Janeiro: Edições de Janeiro, 2015, p. 260.
- ²² MADEIRA FILHO, Wilson. *A origem trágica da lei*. Niterói: PPGSD-UFF, 2018.
- ²³ PACHUKANIS, Evgeny Bronislavovich. *Teoria Geral do Direito e Marxismo*. Tradução de Silvio Donizete Chagas. São Paulo: Editora Acadêmica, 1988, p. 5.
- ²⁴ PACHUKANIS, Evgeny Bronislavovich. *Teoria Geral do Direito e Marxismo*. Tradução de Silvio Donizete Chagas. São Paulo: Editora Acadêmica, 1988, p. 19.
- ²⁵ LYRA FILHO, Roberto. *O que é direito*. São Paulo: Círculo do Livro, 1990 (Coleção Primeiros Passos, n. 16).
- ²⁶ ALEXY, Robert. *Teoria da argumentação jurídica: a teoria do discurso racional como teoria da justificação jurídica*. Tradução de Zilda Hutchinson Schild Silva. São Paulo: Landy, 2001.
- ²⁷ TARUFFO, Michelle. *La motivazione dela sentenza civile*. Padova: CEDAM, 1975.
- ²⁸ TARUFFO, Michelle. *La motivazione dela sentenza civile*. Padova: CEDAM, 1975.
- ²⁹ CITTADINO, Gisele. *Pluralismo, direito e justiça distributiva: elementos da filosofia constitucional contemporânea*. 2. ed. Rio de Janeiro: Lumens Juris, 2000, p. 75-139.
- ³⁰ ROULAND, Norbert. *Nos confins do direito: antropologia jurídica da modernidade*. Tradução: Maria Ermantina de Almeida Prado Galvão. São Paulo: Martins Fontes, 2003, p. 223-317.
- ³¹ LEFF, Enrique. *Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder*. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 11. ed. Petrópolis: Vozes, 2015.
- ³² LATOUR, Bruno. *Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica*. Tradução de Carlos Irineu da Costa. 3. ed. São Paulo: Editora 34, 2013.

FAUNA AMEAÇADA NAS RODOVIAS

Data de Submissão: 23/01/2020

Data de aceite: 18/02/2020

Elisângela de Albuquerque Sobreira

Centro Voluntário de Reabilitação de Animais
Selvagens

Anápolis – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/7271353158108360>

Victória Sobreira Lage

Centro Voluntário de Reabilitação de Animais
Selvagens

Anápolis – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/0809178602975057>

Rafael Sobreira Lage

Centro Voluntário de Reabilitação de Animais
Selvagens

Anápolis – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/8944012799040137>

Gabriel Sobreira Lage

Centro Voluntário de Reabilitação de Animais
Selvagens

Anápolis – Goiás

<http://lattes.cnpq.br/6122492505512844>

RESUMO: Este artigo tem como principais objetivos sensibilizar a população quanto ao risco de extinção dos animais silvestres por atropelamentos nas rodovias e ferrovias e informar que todos (adultos e crianças) podem ser um parceiro para a conservação da

biodiversidade do Cerrado. O trabalho quantifica as espécies que sofreram atropelamento e retrata o tratamento médico-veterinário recebido quando resgatados até a sua devolução ao *habitat* natural. Visa propor medidas para reduzir os índices de atropelamentos da fauna e atenuar os efeitos danosos à biodiversidade da região. A redução do número de atropelamentos de fauna pode ser atingida com base em um conjunto de medidas que envolvam o controle da velocidade de tráfego dos veículos, o aumento da permeabilidade da rodovia e ações educativas.

PALAVRAS-CHAVE: Atropelamento; Fauna; Reabilitação.

THREATENED FAUNA ON HIGHWAYS

ABSTRACT: This article has as main objectives to raise awareness among the population about the risk of extinction of wild animals due to being run over by roads and railways and to inform that everyone (adults and children) can be a partner for the conservation of the Cerrado's biodiversity. The work quantifies the species that have been run over and portrays the medical-veterinary treatment received when rescued until their return to their natural habitat. It aims to propose measures to reduce the rate of pedestrians being hit by the fauna and mitigate the harmful effects on the region's biodiversity.

The reduction in the number of pedestrians being hit by fauna can be achieved based on a set of measures that involve controlling the speed of vehicle traffic, increasing the permeability of the highway and educational actions.

KEYWORDS: Run over; Fauna; Rehabilitation.

1 | INTRODUÇÃO

A fragmentação de ecossistemas para construção e ampliação de rodovias vem afetando direta e indiretamente as populações de diversas espécies da fauna silvestre. A perda e a fragmentação de *habitat* constituem as maiores ameaças aos mamíferos terrestres no Brasil. O aumento do fluxo de veículos e da velocidade nas vias rodoviárias passou a provocar um elevado índice de mortalidade de animais por atropelamento, causando grande impacto sobre essas populações. O atropelamento de animais em estradas é um fator de importante impacto sobre a fauna, podendo ser uma das principais causas da mortalidade, inclusive para espécies ameaçadas de extinção. Muitas espécies ameaçadas são naturalmente raras e apresentam uma distribuição geográfica restrita, sendo, portanto, mais propensas à extinção.

O Brasil possui uma extensiva rede de estradas atingindo áreas que ainda abrigam uma fauna diversa. Frequentemente, muitas espécies utilizam estas estradas como trajetos de seus movimentos diariamente. A travessia de animais pelas estradas está interligada com diferentes necessidades como: migração, alimentação ou ocupação de territórios, expondo esses animais ao risco de atropelamento pelos veículos. O prejuízo causado à fauna é ainda mais preocupante quando os atropelamentos ocorrem ao redor de Unidades de Conservação, áreas destinadas à conservação da natureza.

A mortalidade de fauna devido aos atropelamentos supera a quantidade de indivíduos abatidos pela caça. Já o efeito barreira e a consequente fragmentação de *habitats* têm efeito direto sobre a diversidade biológica dos ambientes cortados por rodovias. Enquanto não existe consenso sobre a dimensão dos impactos causados pela mortalidade e fragmentação de *habitats* e seus reflexos, a instalação de estruturas visando facilitar o deslocamento transversal da fauna, frequentemente associada a dispositivos que evitem seu acesso a áreas de maior risco nas rodovias, tem sido a medida padrão adotada, mesmo que não existam dados conclusivos referentes à sua efetividade e significância para conservação da biodiversidade.

A inserção de medidas para a proteção à fauna silvestre em relação a atropelamentos em rodovias é uma prática relativamente recente no Brasil. Cada rodovia tem um conjunto diferente de condições ambientais e de aspectos de engenharia.

Os impactos negativos das rodovias sobre a fauna nativa manifestam-se desde a fase de construção até sua operação, com efeitos diretos e indiretos nas populações, tais como: perda de *habitat*, efeito de barreira, dispersão de espécies exóticas,

intensificação da presença humana e mortalidade por atropelamento.

2 | IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELAS RODOVIAS

A implantação e operação de rodovias causam impactos sobre o ambiente natural, tais como:

- Destruição e fragmentação de *habitats* da vida selvagem;
- Perda e afugentamento de espécimes de fauna durante a construção;
- Modificação do comportamento animal, pelo fato da estrada ser uma barreira à movimentação da fauna, que pode evitar a estrada tanto por causa da modificação do *habitat* como pelo tráfego;
- Fragmentação de populações devido a um incremento na mortalidade e modificação do comportamento dos animais, que ficam menos propensos a atravessarem a estrada;
- Isolamento genético das populações com conseqüente declínio da biodiversidade e extinção local de populações;
- Disseminação de espécies exóticas pela perturbação das comunidades nativas, alteração dos *habitats* físicos e facilidade da movimentação destas espécies;
- Estresse sobre a vegetação nativa remanescente com a criação de efeito de borda nos fragmentos;
- Alterações hidrológicas e geomorfológicas das bacias hidrográficas e da paisagem, causando mudanças importantes em dinâmica fluvial, produção de sedimentos e equilíbrio químico, e causando alterações no funcionamento de áreas de várzea e ribeirinhas;
- Alteração da qualidade da água por poluentes que se acumulam no pavimento, resíduos do uso do veículo, lixo, uso da terra adjacente, deposição atmosférica de poluentes, derramamento de produtos perigosos, entre outros fatores que afetam a qualidade da água;
- Alteração da qualidade do ar pela emissão de poluentes provenientes dos veículos que trafegam na rodovia;
- Alteração do ambiente físico como: temperatura, umidade do solo, incidência de luz, poeira, ruído, deslizamentos e compactação do solo;
- Maior alteração e utilização de *habitats* por seres humanos, facilitando o acesso a áreas anteriormente remotas, aumentando a exploração dos recursos naturais e causando mudanças no uso do solo e dos recursos hídricos; e
- Perda de espécimes da fauna por atropelamento.

3 | ATROPELAMENTO DA FAUNA NAS RODOVIAS

O atropelamento de animais e a consequente perda das espécies por mortalidade é um dos principais impactos ambientais causados pelas rodovias. Os atropelamentos ocorrem em função de dois aspectos: 1º - A rodovia corta o *habitat* de determinada espécie, interferindo na faixa de deslocamento natural da mesma. 2º - A rodovia apresenta disponibilidade de alimentos que servem de atrativo para fauna. Neste último caso, a presença de alimentos (grãos, sementes, frutas, plantas herbáceas, entre outros) na pista ou próxima dela, atua como atrativo para os animais silvestres que tem este hábito alimentar, podendo resultar no atropelamento do animal, cujo cadáver pode atrair a presença de outros animais necrófagos, criando-se um ciclo de atropelamento (ABRA, 2012).

As estradas são vistas, morfológica e funcionalmente, como corredores para muitas espécies de animais, sobretudo mamíferos de médio e grande porte, que as utilizam como rota de deslocamento, aumentando a probabilidade de atropelamentos (ROSA, 2012).

A avifauna é um grupo bastante vulnerável aos atropelamentos por se deslocarem bastante e, portanto cruzarem a rodovia com maior frequência; serem susceptíveis ao forte deslocamento de ar provocado pelos veículos em alta velocidade; serem atraídas para alimentação por capim e árvores frutíferas na beira da rodovia, grãos na pista e insetos atraídos pela iluminação e; por terem espécies ativas durante o dia e a noite, expondo-as aos atropelamentos por um período maior (ABRA, 2012). Anfíbios podem ser especialmente vulneráveis a atropelamentos porque seus ciclos biológicos envolvem uma fase terrestre e uma aquática, o que obriga muitas espécies a realizarem migrações sazonais entre áreas úmidas e secas (ASCENSÃO & MIRA, 2006; TROMBULAK & FRISSELL, 2000). No entanto, anfíbios e répteis têm movimentação menor que aves e mamíferos, o que pode expô-los, com menor frequência, às rodovias. Além disso, os anfíbios, por serem animais que, em geral, estão ligados a corpos d'água, hipoteticamente podem utilizar pequenas estruturas de drenagem para atravessar uma estrada por baixo, diminuindo o risco de atropelamento (PRADA, 2004). Répteis, pelo seu comportamento exotérmico, podem procurar a rodovia em busca de calor e assim ficarem expostos a acidentes.

4 | AÇÕES ADOTADAS PARA REDUÇÃO DO ATROPELAMENTO DA FAUNA

Os atropelamentos podem ser minimizados com a implantação de medidas preventivas ou mitigadoras. As medidas preventivas são aquelas tomadas principalmente antes da implantação da rodovia, e impedem ou diminuem as situações em que os veículos e os animais venham a se encontrar. As medidas mitigadoras são aquelas tomadas com o objetivo de diminuir a mortalidade de animais por atropelamento, uma vez que já existam as condições para o encontro de animais

e veículos (PRADA, 2004). As medidas mitigadoras podem ainda ser divididas em duas categorias: modificação do comportamento dos motoristas ou modificação do comportamento dos animais. Geralmente, a modificação do comportamento dos motoristas envolve limites de velocidade e sinalização, enquanto que a modificação no comportamento dos animais envolve alteração no *habitat* ou a instalação de estruturas de travessia para animais (ANDRADE & MOURA, 2011).

A presença de corredores que permitam a ligação entre manchas de *habitat* favorável tem sido referida como uma das principais medidas no planejamento e gestão da conservação animal. A conectividade entre estas parcelas minimiza os efeitos negativos da fragmentação ao permitir a circulação de indivíduos entre diferentes populações, e com isso a estabilidade nas relações de dinâmica populacional.

Túneis, pontes e viadutos podem ser consideradas estruturas de mitigação visto que promovem a conectividade da paisagem e permitem o fluxo de fauna entre os fragmentos cortados por rodovias (ABRA, 2012). A maior efetividade das passagens de fauna é atingida quando existe um direcionador (cercas) que serve como guia para as aberturas das passagens. Essas cercas devem ser instaladas na direção das rotas migratórias que existam para as espécies locais, assim como ser longas o bastante para prevenir que animais acessem as estradas ao atingirem os limites laterais da cerca. As cercas devem ser posicionadas apenas nas proximidades dos túneis, por no mínimo 100m de cada lado e de ambos os lados da estrada (ANDRADE & MOURA, 2011). Além da construção de estruturas para transposição da fauna, as medidas mitigadoras para minimização dos impactos de atropelamento da fauna, podem abranger ações para redução do limite de velocidade, emprego de obstáculos como sonorizadores na pista, sinalização, fiscalização rigorosa (radares, por exemplo), multa dos infratores, e educação ambiental dos usuários como distribuição de panfletos e sinalização vertical (BAGATINI, 2006; BAGER et al., 2003; BUENO et al., 2005).

5 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os animais foram resgatados pela equipe do Centro Voluntário de Reabilitação de Animais Selvagens (CEVAS) nas rodovias que interligam o município de Anápolis para reabilitação e soltura ao seu *habitat* natural. Os dados compilados foram de estudo realizado no período de 2010-2019.

6 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificados 365 atropelamentos de animais silvestres nas rodovias de Goiás (Tabela1).

Animais Atropelados atendidos pelo Centro Voluntário de Reabilitação de Animais Selvagens		
Espécie	Motivo	Quantidade
Aves	Atropelamento	178
Mamíferos	Atropelamento	156
Répteis	Atropelamento	31
TOTAL		365

Tabela 1. Número de Animais Atropelados no período de 2010-2019.

Aves

A maior classe de animais silvestres que sofreu com os atropelamentos nas rodovias foram as aves. Infelizmente 80% delas não conseguiram sobreviver, devido às fraturas expostas nas asas. Dos 80% de óbitos 60% foram as *Tyto alba*, popularmente conhecidas como Coruja-de-igreja, Coruja-da-torre ou Coruja Suindara (Figura 1). Como estas aves nidificam em lugares altos, o desmatamento está ocasionando a diminuição de populações destas espécies, pois não encontram árvores para realizar seu pouso. O mesmo problema ocorre com os *Ramphastos toco*, conhecido como Tucano-toco (Figura 2). Eles realizam vôos curtos, necessitando de árvores para seu pouso e descanso. Com a retirada de árvores o tucano não encontra pouso, diminuindo altura do vôo e sendo comumente atropelados por caminhões.



Figura 1. Coruja Suindara atropelada na BR-153.



Figura 2. Tucano-toco com bico fraturado entregue ao CETAS/IBAMA/GO.

Mamíferos

Da classe de mamíferos, os que mais sofreram por atropelamentos foram: 33% da família *Myrmecophagidae*, os tamanduás-bandeira e mirim, 29% *Lycalopex vetulus* popularmente conhecida como raposinha-do-campo; 12% *Hydrochoerus hydrochaeris*, as capivaras; 11% *Tapirus terrestris*, conhecida como antas; 07% da família *Dasypodidae*, os tatus e 08% outras espécies (Figuras 3-8).

Os tamanduás sofreram maior número de atropelamentos devido sua baixa acuidade visual e auditiva. Nesta classe de animais silvestres houve maior sucesso (76,8%) no tratamento médico-veterinário e os animais foram devolvidos em seu *habitat* natural nos Parques Ambientais do Município e na Área de Preservação Permanente Fazenda Santa Branca que se localiza dentro do município de Teresópolis de Goiás. APA riquíssima em biodiversidade de flora e fauna do Cerrado Goiano.



Figura 3. Raposinha atropelada na rodovia BR153 recebendo os primeiros socorros após resgate.



Figura 4. Anta atropelada na rodovia BR-060.



Figura 5. Tatu-bola atropelado na rodovia BR-414.

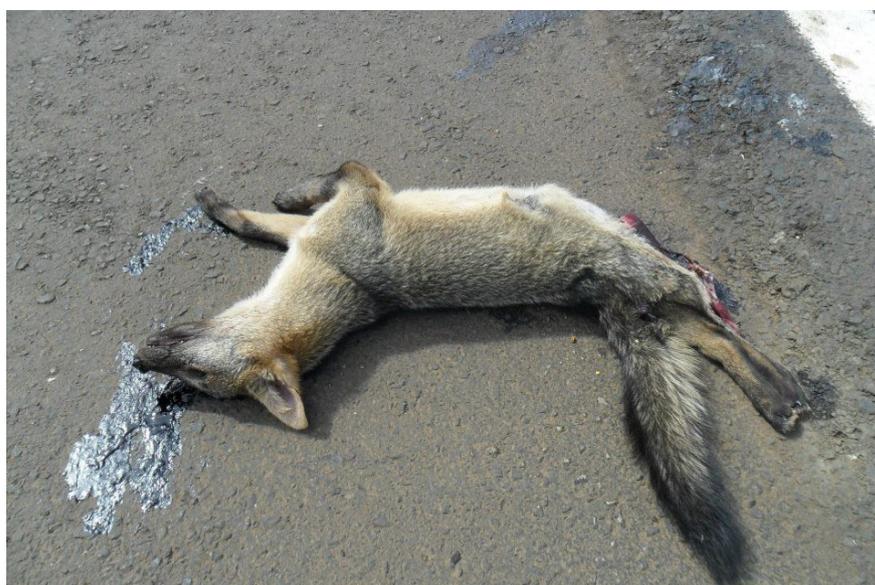


Figura 6. Cachorro-do-mato atropelado na rodovia BR-060.



Figura 7. Paca atropelada na BR-153 recebendo primeiros socorros.



Figura 8. Mãe e filhote de tamanduá-bandeira atropelados na BR-414.

Répteis

Da classe dos répteis, 87% do gênero *Chelonoidis*, popularmente conhecidos como jabutis, sofreram atropelamentos nas rodovias federais que cortam o município de Anápolis; 13% da ordem *Testudinata*, os cágados atropelados. 90% dos animais sobreviveram ao tratamento médico veterinário e foram devolvidos em seu *habitat* natural. 10% foram ao óbito devido profundas fraturas no casco atingindo suas vísceras (Figura 9).



Figura 9. Jabuti atropelado na BR-153.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Manter a conectividade entre ambos os lados da rodovia com a construção de passagens de fauna subterrâneas e aéreas, pistas elevadas, pontes e viadutos é solução que vem sendo dada a projetos rodoviários e recomendada por estudos na área de ecologia de estradas. Apesar de as estruturas permitirem a conectividade, esta será limitada aos locais de instalação dos dispositivos.

A redução do número de atropelamentos de fauna pode ser atingida com base em um conjunto de medidas que envolvam o controle da velocidade de tráfego dos veículos, o aumento da permeabilidade da rodovia e ações educativas.

As medidas mitigadoras tais como pardais, passagens de fauna, placas de sinalização, entre outras, usualmente propostas para reduzir o efeito barreira das rodovias, ainda são inconsistentes, necessitando de uma reformulação e padronização das normas técnicas para sua aplicação. Atualmente o governo do estado de Goiás vem buscando a adequação e formulação de protocolos e procedimentos administrativos com objetivo de aperfeiçoar as medidas para avaliação dos impactos na biodiversidade e das técnicas utilizadas para mitigá-lo, evitando assim, que a fauna brasileira entre em risco de extinção devido ao alarmante número de animais mortos atropelados nas rodovias goianas e brasileiras.

REFERÊNCIAS

ABRA, F.D. **Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas, São Paulo**. 2012. 79p. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Ambientes Aquáticos e Terrestres) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP.

ANDRADE, E. V. E.; MOURA, G. J. B. Proposta de manejo das rodovias da Rebio Saltinho para mitigação do impacto sobre a anurofauna de solo. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aquidabã, v.2, n.2, p.25-38, nov.2011.

ASCENSÃO, F.; MIRA, A. **Impactos das vias rodoviárias na fauna silvestre – Relatório Final**. Universidade de Évora. Portugal, 2006.

BAGER, A. Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos rodoviários associados a Unidades de Conservação – Um estudo de caso. In: BAGER, A. (Ed.) **Áreas Protegidas: conservação no âmbito do cone sul**. Pelotas: edição do editor, 2003. p.159-172.

BUENO, A.A.; BELENTANI, S.C.S.; RIBEIRO, M.C. Mortalidade da fauna silvestre nas rodovias do Triângulo Mineiro. 2005. In: BELENTANI, S.C.S. **Monitoramento dos mamíferos carnívoros nos parques florestais da A.W. Faber-Castell S.A., Triângulo Mineiro, Brasil**. Relatório Técnico não publicado. 40p.

PRADA, C.S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise dos fatores envolvidos**. 2004. 147p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos-SP.

ROSA, C.A. **Efeito de borda de rodovias em pequenos mamíferos de fragmentos de florestas tropicais**. 2012. 90p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

TROMBULAK, S.C.; FRISSELL, C.A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology**, v.14, n.1, p 18-30, 2000.

ILEGALIDADE NA EXPLORAÇÃO MADEIREIRA: ESFORÇOS DESENVOLVIDOS PELO BRASIL

Data de submissão: 16/01/2020

Data de aceite: 18/02/2020

Alessandra Maria Filippin dos Passos

Estudante de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Campus Cáceres; E-mail: alessandrafilppn@gmail.com.

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7544367241911198>

RESUMO: A extração madeireira ilegal é um problema que afeta vários países. Diversos fatores como a redução de custos da produção e transporte, a falta de gestão no setor de base florestal, a ausência de investimentos na produção legal, bem como déficits na legislação e nas políticas influenciam para a inserção da ilegalidade no setor madeireiro. O presente estudo tem como objetivo demonstrar os níveis de extração ilegal e apresentar os esforços do Brasil para combater o problema. Políticas e leis foram estabelecidas, contudo, ainda falta o fortalecimento dos órgãos envolvidos. A metodologia utilizada foi uma revisão de literatura e coleta de dados nas seguintes bases: SCIELO, Periódicos CAPES, GOOGLE Acadêmico e dados da Chatham House.

PALAVRAS-CHAVE: Políticas Ambientais; Produção Ilegal; Setor Florestal.

ILLEGALITY IN WOOD EXPLORATION: EFFORTS DEVELOPED BY BRAZIL

ABSTRACT: Illegal logging is a problem that affects many countries. Several factors such as reduced production and transportation costs, lack of management in the forestry sector, lack of investments in legal production, as well as deficits in legislation and policies influence the insertion of illegality in the timber sector. The present study aims to demonstrate illegal extraction levels and to present Brazil's efforts to combat the problem. Policies and laws have been established, however, the strengthening of the agencies involved is still lacking. The methodology used was a literature review and data collection in the following databases: SCIELO, CAPES Journals, GOOGLE Scholar and Chatham House data.

KEYWORDS: Environmental Policies; Illegal production; Forest Sector.

INTRODUÇÃO

Dada a grande proporção de área florestal em todo o mundo, essa propriedade de florestas suporta um mercado global de US \$ 224 bilhões de produtos madeireiros e produz alta variedade em aspectos econômicos, culturais, sociais e ambientais. As florestas possuem papel vital em proporcionar um futuro próspero e sustentável

para as próximas gerações (FAO, 2012).

Contudo, as florestas vêm sendo ameaçadas principalmente pelas ações exploratórias industriais. O comportamento ilegal em relação a extração florestal madeireira, envolve problemas como lavagem de dinheiro e atos de violência, onde a concentração de renda permanece apenas com alguns indivíduos e denigra a imagem do setor florestal em muitos países. Segundo o Banco Mundial (2002), em âmbito global a perda em relação a atividade ilegal no setor madeireiro foi estimada em US \$ 10 a 15 bilhões por ano.

No que se refere a exploração madeireira de cunho ilegal, essa inclui todos os processos que passam desde a colheita, transporte até o comércio da madeira. Quando há violação das leis, o processo de extração é considerado ilegal. Outro vínculo com a ilegalidade é quando os direitos de utilização são concebidos de forma fraudulenta através de processos corruptos, ou quando a extração é feita sem autorização governamental ou em áreas protegidas. As práticas ilegais também ocorrem no processo de transporte e processamento da madeira, onde a transformação da madeira viola leis e há a falsificação de documentos bem como a inadimplência com impostos e tributos (HIRSCHBERGER, 2007).

A madeira extraída de forma ilegal e seu comércio estão associados a graves problemas ambientais, econômicos e sociais. A extração ilegal aponta preocupações sobre o excesso de exploração e os déficits na implantação dos manejos dificultando os serviços ambientais. Como o registro ilegal é considerado rentável no curto prazo, muitas vezes está relacionado a corrupção impedindo o estado o direito de boa governança (LI et al., 2008).

Soluções pautadas em discussões internacionais para as falhas nas certificações nas extrações madeireiras ilegais foram percebidas por meio do controle estatal aprimorado. Esse conceito estimulou a proliferação de novas iniciativas de legalidade, onde o mesmo é definido como as organizações internacionais coordenadas e esforços locais focados em assegurar e verificar o cumprimento das leis referentes a extração legal, incluindo iniciativas relacionadas ao comércio incentivando as conformidades legais e a certificação da origem dos produtos comercializados internacionalmente (CASHORE & STONE, 2012).

A extração ilegal madeireira é resultado de um conjunto complexo de problemas jurídicos, históricos, políticos, sociais e econômicos. A extração ilegal no setor madeireiro é um fato em países que são atingidos com a corrupção e governança que não age de forma eficiente. A pobreza e a educação de má qualidade também são características nesses países, outros problemas como financeiros e instabilidade econômica também são considerados estimuladores da atividade ilegal (MILLER et al., 2016).

Logo, os países devem apresentar um quadro coerente e transparente que aplique diretrizes para combater a extração ilegal de madeira e o comércio da mesma. Deste modo, o presente estudo tem como objetivo demonstrar a atividade de produção

ilegal de madeira em alguns países e a partir da base de dados disponível na Chatham House analisar os esforços do Brasil em relação ao combate a extração madeireira ilegal.

METODOLOGIA

O presente estudo é caracterizado como de levantamento e foi desenvolvido a partir de uma revisão de literatura, onde foram consideradas as principais literaturas nacionais e internacionais que abordam a ilegalidade na extração madeireira. Foram selecionados artigos das seguintes bases de dados dados: SCIELO, Periódicos CAPES, GOOGLE Acadêmico e dados da Chatham House.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A extração e o comércio de origem ilegal de produtos madeireiros são fatores que cooperam para o desmatamento das florestas em países em desenvolvimento, onde a destruição das florestas contribui com cerca de 20% do total de emissões antropogênicas de gases de efeito estufa, impactando também nos meios de subsistência de muitas populações, afetando a governança e promovendo atos de corrupção e conflitos (LAWSON & MACFAUL, 2010).

PAÍS	ESTIMATIVA (PRODUÇÃO)	FONTE
Brasil	43-80%	Lentini et al. (2005) Greenpeace, (2005)
Bolívia	80%	OECD, 2007
Colômbia	42%	OECD, 2007
Honduras	75-85%	OECD, 2007
Nicarágua	40-45%	OECD, 2007
Costa Rica	25%	OECD, 2007
Rússia	20-60%	IUCN, 2005 (8)

Quadro 1- Estimativas da exploração ilegal madeireira em diferentes países

A estimativa de produção da exploração ilegal de madeira o Brasil fica atrás somente da Bolívia (80%) e de Honduras (75-85%), apresentando segundo Lentini et al. (2005) e Greenpeace (2005), 43-80% do total de madeira produzida no país é de origem ilegal, fator esse atrelado a crimes ambientais, grilagens de terras, fraudes em documentos e posse de terras destinadas a indígenas e unidades de conservação.

Em relação ao governo brasileiro, medidas cabíveis referentes a expansão e uso de madeira legal foram discutidas. No estado de São Paulo, políticas e licitações públicas para fomentar a prática legal de exploração foram conduzidas pela sociedade e indústria com o intuito de intensificar o mercado de madeira tropical no Brasil.

Há necessidade de aplicar políticas coerentes e transparentes para mitigar o problema da extração florestal ilegal, especialmente as políticas de comando e controle e as atuações serem aplicadas de forma eficiente. Neste sentido, segundo dados apresentados pela Chatham House, o ano de 2010 apresentou indicadores mais relevantes no combate a corrupção, força e coerência das leis, capacidade de execução, aspirações políticas e eficácia na aplicação, somente a qualidade de gerenciamento apresentou maior significância no ano de 2013 (Figura 1).

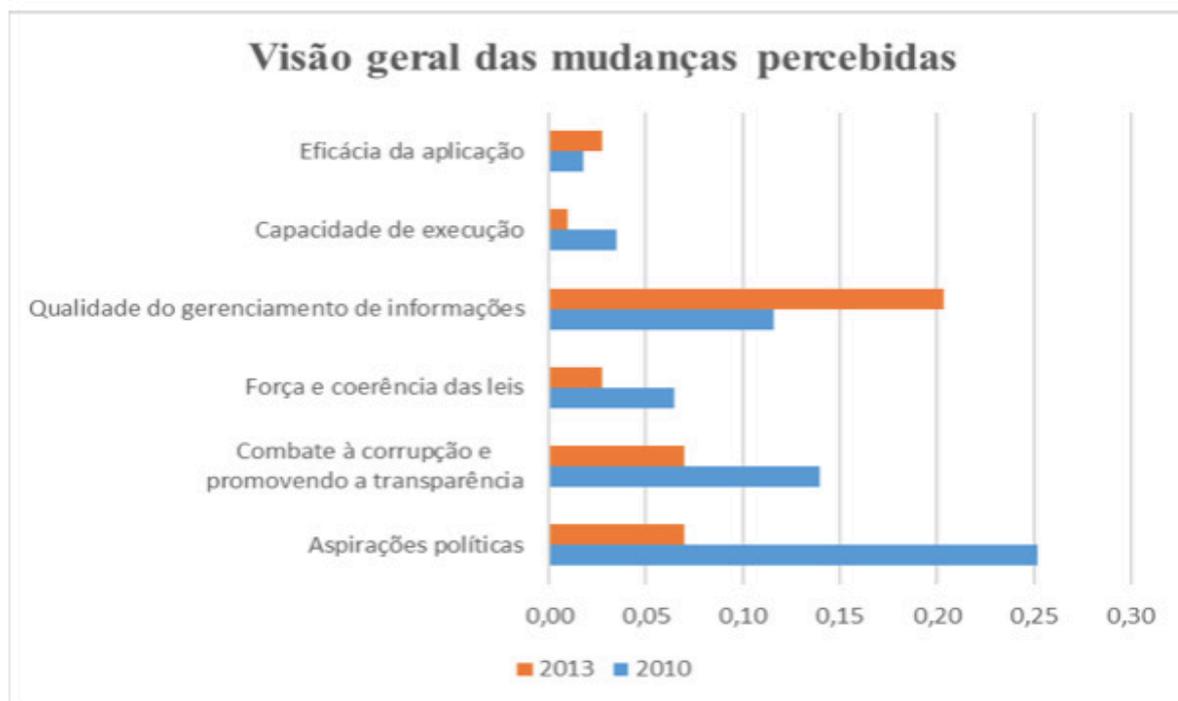


Figura 1- Médias das ações de combate a extração madeireira ilegal. Fonte: Chatham House, 2016.

Logo, percebe-se que a avaliação do ano de 2013 os fatos são considerados mais pessimistas, devido aos problemas no monitoramento atrelado a falta de organização entre os órgãos governamentais, aspectos que são limitantes a contribuição tecnológica em relação a aplicação das leis, além da falta de investimento para a execução. Deste modo, os sistemas federais e estaduais de controle e monitoramento da extração e transporte de madeira estão suscetíveis a fraudes, abrindo espaço para a ilegalidade, assim, a literatura apresentada por Wesley & Greenpeace (2014) ressalta que a exploração ilegal madeireira no Brasil se manteve como um problema difundido no setor florestal.

1 | CONCLUSÕES

A atividade madeireira de origem ilegal gera externalidades negativas, caracterizadas pela perda de receita dos agentes que agem de acordo com a legalidade e tem seus preços menosprezados em relação a atividade ilegal, provocando também

conflitos sociais com as comunidades locais e fomentando o desmatamento em larga escala.

Diante disso, o Brasil desenvolveu esforços para mitigar a ação madeireira ilegal, principalmente pelos órgãos de fiscalização. Contudo, foram discretos os resultados em relação ao combate da ilegalidade, e em algumas regiões esses esforços foram enfraquecidos. A falta de investimentos, as fraudes e a deficiência nas punições dificultam a eficiência na aplicação da lei, fazendo com que o problema se mantenha no setor de base florestal no país.

REFERÊNCIAS

CASHORE, B., STONE, M.W., 2012. Can legality verification rescue global forest governance?: Analyzing the potential of public and private policy intersection to ameliorate forest challenges in Southeast Asia. **Forest policy and economics**, 18, 13-22.

Chatham House The Royal Institute of International Affairs. Disponível em: <https://indicators.chathamhouse.org/explore-the-data/brazil>. Acesso em julho de 2018.

FAO, 2012. **FAOSTAT-Forestry database**. Rome, Italy. Disponível em: www.fao.org/forestry/databases/29420/en/. Acesso em julho de 2018.

GREENPEACE (2005). **Danzer Group involved in bribery, illegal logging, dealings with blacklisted arms trafficker and suspected of forgery**, Forest, 2005.

GREENPEACE (2014). **The Amazon's Silent Crisis**, Disponível em: <http://www.greenpeace.org.uk/media/reports/amazons-silent-crisis>. Acesso em julho de 2018.

HIRSCHBERGER P. 2007. Die Wälder der Welt – Ein Zustandsbericht. Globale Waldzerstörung und ihre Auswirkungen auf Klima, Mensch und Natur. **WWF Schweiz**, März, 47, 2007.

LAWSON, S.; MACFAUL, L. **Illegal logging and related trade: Indicators of the global response**. London: Chatham House, 2010.

LENTINI, M.; PEREIRA, D.; CELENTANO, D.; PEREIRA, R. 2005. **Fatos florestais da Amazônia 2005**. Belém: Imazon. 141 p, 2005.

LI, R., BUONGIORNO, J., TURNER, J. A., ZHU, S., & PRESTEMON, J. (2008). Long-term effects of eliminating illegal logging on the world forest industries, trade, and inventory. **Forest Policy and Economics**, 10(7-8), 480-490, 2008.

MILLER, F.; TAYLLOR, R.; WHITE, G. World Wildlife Fund - **WWF. Seja Legal - Boas práticas para manter a madeira ilegal fora de seus negócios**, 2006. Disponível em: <http://assets.wwf.org.br/>. Acesso em fevereiro 2018.

THE WORLD BANK. 2002. **Revised forest strategy**. Washington, DC, USA, 2002.

OECD, **Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico**. Disponível em: www.oecd.org/dac/stats/dac/reftables. Acesso em Maio de 2018.

IUCN **Global Temperate and Boreal Forest Programme** IUCN Office for Russia and the Commonwealth of Independent States, 2005, The Beginning of the ENA FLEG Process in Russia: Civil Society Insights. p. 21

REVIEW: TECNOLOGIA E APLICAÇÃO PARA O APROVEITAMENTO DE PNEUS INSERVÍVEIS

Data de aceite: 18/02/2020

Andressa Lunardi

Egressa da Universidade de Passo Fundo – UPF
E-mail: andressa.lunardi@hotmail.com

Valéria Pian Silvestri

Egressa da Universidade de Passo Fundo – UPF
E-mail: valeria_silvestri@hotmail.com

Janaína Chaves Ortiz

Professora Ma. Janaína Chaves Ortiz – Curso de
Química Bacharelado E-mail: jchaves@upf.br

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo principal, através de pesquisa de cunho bibliográfico, apresentar uma das possibilidades que podem ser empregadas para a transformação do pneu inservível em novos produtos. Em função do alto poder calorífico desse resíduo pode-se empregar como uma alternativa de tratamento, a pirólise. Esse processo resulta na obtenção de novos produtos que podem ser utilizados em diferentes atividades industriais. De acordo com a pesquisa realizada, os produtos resultantes da pirólise devem passar por tratamento para a minimização da concentração dos compostos de enxofre gerados, pois podem não só oxidar tubulações, bem como gerar emissões atmosféricas desses. Os principais produtos resultantes da pirólise são óleo, gás

e hidrocarbonetos. Contudo, é importante ressaltar que esse processo é mais estudado em países como Itália e Alemanha, quando comparados com o Brasil. O estudo também aborda o emprego de pneus inservíveis, com a aplicação da borracha triturada no ligante asfáltico. Esse tipo de resíduo pode se tornar um passivo ambiental devido à dificuldade de compactação em aterros, ainda em função do elevado poder calorífico-energético há a possibilidade de alimentar um sinistro no caso de incêndios e como produtos da combustão são emitidos na atmosfera gases tóxicos e na ocorrência da precipitação pluviométrica, esses, ao se ligarem com a água, contribuem para a formação da chuva ácida. O acúmulo de água pode contribuir para a proliferação de vetores os quais podem ser transmissores de doenças. Ainda, é abordado no estudo, o ciclo de vida do pneu, desde sua composição e fabricação, até sua destinação ambientalmente correta. Uma tecnologia viável para a reciclagem do pneu inservível é da aplicação na pavimentação asfáltica, pois aumenta a vida de serviço do pavimento, oferecendo elasticidade e resistência.

PALAVRAS-CHAVE: Pneu inservível. Tecnologia. Asfalto.

ABSTRACT: The present study has as its main objective, through bibliographical research,

present one of the possibilities that can be used for the transformation of tire waste in new products. This residue has a high heat power, which contributes for the use pyrolysis as an alternative for its treatment. This process results in the obtainment of new products that can be used in different industrial activities. According to the carried research, products resultant from pyrolysis should pass by treatment aiming the minimization of the sulfur's compounds concentration generated, once they cannot only oxidize tubings, but also generate atmospheric emissions of these compounds. The most important products resultant from pyrolysis are: oil, gas and hydrocarbons. However, it's important to highlight that this process is studied mostly in countries like Italy and Germany, when compared to Brazil. The study addresses the use of unserviceable tires, with the application of crushed rubber in the asphalt binder. This type of waste can become an environmental liability due to the difficulty of compaction in landfills, still due to the high calorific-energetic power there is the possibility of fueling a sinister event in the event of fires and as toxic products are emitted into the atmosphere toxic gases and In the occurrence of rainfall these when they bind with water form acid rain. The accumulation of water can contribute to the proliferation of vectors that can be transmitters of diseases. Also, the study addresses the life cycle of the tire, from its composition and manufacturing to its environmentally correct destination. A viable technology for the recycling of the waste tire is the application in the asphalt pavement, as it increases the service life of the pavement, offering elasticity and resistance.

KEYWORDS: Unseen tire. Technology. Asphalt.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo o Art. 225 da Constituição Federal Brasileira:

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 para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Devido ao desenvolvimento populacional, necessidade de locomoção, conforto, maior poder aquisitivo das famílias e facilidade de aquisição de veículos automotores tem-se como consequência um aumento na geração de resíduos de pneus inservíveis. É importante considerar que, em função dessa realidade, os resíduos de pneus acabaram se tornando uma preocupação, devido à possibilidade de ocasionar riscos ao meio ambiente e à saúde humana, o que, por vezes, dificulta a tomada de decisão relativa à destinação final adequada desse resíduo (PARRA; NASCIMENTO; FERREIRA, 2010).

A crescente geração de resíduos deve provocar [sic] outras preocupações que não a mera coleta e correta destinação. As crescentes preocupações ambientais relacionadas ao consumo de recursos naturais e de energia devem levar a

campanhas pela menor geração de resíduos e seu reaproveitamento, que pode se dar pelo uso de diferentes tecnologias de manejo – compostagem, recuperação e aproveitamento energético dos gases, entre outros. Para ampliar a reutilização dos materiais, a introdução de programas de coleta seletiva, a educação ambiental, a logística reversa, onde for possível, são temas de extrema relevância no contexto da busca de modelos para o desenvolvimento sustentável (SAIANI, DOURADO E JÚNIOR, 2014, p. XX-XXI).

Tendo conhecimento não só das questões ambientais, bem como da área ocupada com os resíduos sólidos de pneumáticos, torna-se importante a pesquisa e a busca de tecnologias viáveis para o reaproveitamento e processos de transformação, a fim de agregar valor a esse resíduo, tais como a pirólise e aplicação do pneu inservível na pavimentação asfáltica.

2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Resíduos são aqueles que estão no estado sólido ou semissólido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços ou de varrição. Podem ser classificados como: classe I – Perigosos; classe II - Não perigosos; classe II A – Não Inertes e classe II B – Inertes (ABNT, NBR 10.004:2004). Tratando-se dos pneus inservíveis, em função dos ensaios realizados apresentarem teores de íons de metais superiores aos padrões estabelecidos pela Norma Técnica supracitada, a classificação é Classe II A – não inertes (BERTOLLO, JÚNIOR E SCHALCH, 2002).

O pneu é constituído por uma mistura de borracha natural e sintética (GALLE et al., 2010), sendo que a borracha natural é obtida a partir da coagulação do látex, um elastômero natural, proveniente das seringueiras, que tem como polímero principal o cis-1,4-poliisopreno, (MENDA, 2012). Ambas as borrachas tem alta elasticidade e, dessa maneira, retornam para sua forma original após sofrer alguma tensão. Porém, quando a força aplicada é superior à capacidade de extensão do polímero, ele não retorna a sua forma original, pois, neste caso, há o rompimento de suas fibras. Sendo assim, quando comparadas às naturais, as borrachas sintéticas são mais resistentes à variação de temperatura e ao ataque químico, utilizadas, portanto, para a produção de pneus, mangueiras, correias (GAUTO E ROSA, 2013, p. 100-101).

O processo de vulcanização, que dá maior resistência às borrachas com adição de enxofre, surgiu acidentalmente quando Charles Goodyer, em 1839, aqueceu uma massa de borracha natural com enxofre. A borracha natural, tal como é obtida da seringueira, torna-se quebradiça em dias frios e pegajosa em dias quentes. Após a adição do enxofre, Goodyer percebeu que o material tornara-se elástico e que, perante diferentes temperaturas, não sofria alteração. Na vulcanização, algumas duplas ligações que compõem a borracha ligam-se ao elemento químico enxofre (S_8), através das ligações de enxofre. O número de insaturações da borracha diminui, acarretando

um alinhamento nas cadeias de maneira que, quando o material sofrer alguma tensão ou for esticado, ele não se rompe e nem se deforme. Evidentemente, se a tensão for muito grande, até mesmo a borracha vulcanizada irá arrebentar (GAUTO E ROSA, 2013, p. 100-101).

Ainda, no processo da vulcanização, é adicionado o negro de carbono, que dá à borracha uma propriedade de resistência mecânica, durabilidade, pigmentação e desempenho. De acordo com o Banco Nacional do Desenvolvimento (1998), o negro de carbono é uma partícula finamente dividida, resultante do processo da pirólise, pela decomposição térmica de hidrocarbonetos líquidos ou gasosos. O negro de carbono não pode ser considerado fuligem, uma vez que apresenta concentrações desprezíveis de hidrocarbonetos aromáticos, que são carcinogênicos. Porém, como é constituído por partículas muito finas, há a necessidade de sistemas de controle das emissões atmosféricas, para não causar danos ambientais em função do material particulado.

Para finalizar o processo produtivo da borracha do pneu, são adicionados no misturador ativadores e aceleradores, como por exemplo, óxido de zinco e guanidina, respectivamente e antioxidantes. O processo de mistura é controlado por sistemas computacionais para garantir a homogeneização das matérias primas e insumos. Em seguida, inicia-se a montagem do pneu. Todos os pneus são inspecionados pela técnica de raio-X e alguns passam por cortes e testes das propriedades mecânicas, como tração e desgaste (CLAVELARIO, 2012).

Após ser fabricado, o pneu está pronto para a distribuição, comercialização e utilização, entretanto, ao se considerar o ciclo de vida desse produto, o resíduo torna-se um fator importante a ser avaliado, uma vez que causa poluição visual e, quando se leva em conta a saúde pública, em épocas de precipitação pluviométrica, o pneu se torna uma fonte para o desenvolvimento de pragas e vetores, devido à possibilidade de acumular água. A contaminação de recursos hídricos e solos está diretamente ligada à destinação inadequada dos resíduos e a sua degradação (lenta e por tempo indeterminado), principalmente quando esses são descartados no meio ambiente sem nenhuma preocupação quanto aos danos que podem acarretar ao ecossistema e à qualidade de vida da população. A má destinação dos pneus inservíveis, os quais ficam expostos às intempéries ou são queimados a céu aberto, também pode causar a contaminação do solo quando há exposição dos íons de metais que compõem o aço (presente no pneu) a pH ácido, pela possibilidade de lixiviação dos mesmos; e assoreamento nos recursos hídricos (FREITAS, 2010).

De acordo com o Art. 1º da Resolução 003 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama):

Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: I – impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; II - inconveniente ao bem-estar público; III - danoso aos materiais, à fauna e flora. IV - prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (BRASIL, 1990).

A queima de pneumáticos libera monóxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, representa as diversas quantidades de átomos de oxigênio para formação dos diferentes óxidos, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, íons de metais, dibenzo-p-dioxinas policloradas e os dibenzofuranos policlorados, conhecidos por dioxinas e furanos, respectivamente. A emissão atmosférica liberada por essa queima tem cor escura, característica da queima incompleta, em função da formação dessas substâncias tóxicas, altamente nocivas à saúde humana (VELOSO, 2012).

Os resíduos de pneus inservíveis podem ser empregados de diferentes formas, como, por exemplo, fonte energética em coprocessamento em fornos de cimenteiras, coprocessamento de pneus com a rocha de xisto pirobetuminoso, pirólise, adição na pavimentação asfáltica, entre outros. Todas as alternativas acima são importantes e a escolha dependerá de qual é o interesse no produto que será gerado ou aplicado na produção de outro material. No caso desta pesquisa, o enfoque serão: a pirólise e a aplicação na pavimentação asfáltica (LAGARINHOS E TENÓRIO, 2008).

A pirólise é uma técnica de tratamento que visa à obtenção de novos produtos a partir de resíduos com alto poder calorífico. Esse processo causa a decomposição do material inservível na ausência de oxigênio, é exotérmico, energeticamente autossustentável, produz mais energia do que consome, além de contribuir com a redução da quantidade de resíduos que poderiam ser destinados ao meio ambiente de forma inadequada (AIRES; LOPES; BARROS; CONEGLIAN; SOBRINHO; TONSO; PELEGRINI, 2003).

A pirólise empregada como tratamento térmico em uma faixa de temperatura de 150 °C a 1600 °C e o volume do resíduo é reduzido em até 90% de sua massa inicial, em função da sua degradação. Para garantir uma atmosfera isenta de gás oxigênio, é injetado nitrogênio gasoso no reator. Os produtos formados podem ser reaproveitados em diversas atividades industriais. O óleo resultante da pirólise é empregado como combustível e, assim como os sólidos resultantes do processo, pode ser utilizado como insumo para indústrias químicas, já os gases podem ser transformados em energia elétrica (OLIVEIRA; CABRAL; LEITE; MARQUES, 2009).

Alguns dos produtos oriundos da pirólise passam por tratamentos para reduzir o teor de enxofre como o óleo e o gás gerado para, posteriormente, a utilização. A fração gasosa é formada essencialmente pelas substâncias hidrogênio, metano, etileno, etano, óxidos de carbono entre outros gases combustíveis além dos compostos de enxofre. A fase líquida – condensado – é constituída por enxofre, água, compostos orgânicos que dão origem ao óleo. A fração sólida é constituída por resíduos carbonados, bem como cinzas, entre outros que dão origem ao material particulado. As percentagens destas frações dependem de alguns parâmetros: temperatura, tempo, pressão e da maneira na qual é realizado o processo (BERGONZONI, 2009). Esse material particulado se não conter compostos aromáticos pode ser usado como negro de carbono e novamente ser empregado na produção do pneu (BNDES, 1998).

Pesquisas realizadas apresentam que a adição da borracha de pneus inservíveis ao pavimento asfáltico aumenta sua durabilidade e qualidade em relação ao convencional, oferecendo melhores condições de vida útil (LINTZ e SEYDELL, 2009). Diante disso, inicia-se o processo para obtenção do ligante asfáltico. O mesmo é extraído da destilação do petróleo bruto em refinarias e apresenta cor escura, sendo constituído por misturas complexas de hidrocarbonetos não voláteis de elevada massa molecular (JÚNIOR, 2012).

Para que a borracha do pneu inservível seja incorporada a esse ligante asfáltico, ela precisa passar por um processo de trituração. Essa trituração, segundo a literatura, pode ser prosseguida através de dois processos: à temperatura ambiente e o outro, também chamado resfriamento criogênico (LAGARINHOS E TENÓRIO, 2008). No processo a temperatura ambiente, ocorre a passagem por um granulador e então, tem-se um sistema magnético para a retirada do aço e, por coletores de pó, nylon e poliésteres são removidos. O pó da borracha segue por esteiras e, por fim, é separado por peneiras granulométricas. Já o processo criogênico, resfria os pneus inservíveis a temperaturas inferiores de 120 °C, utilizando nitrogênio líquido até serem conduzidos a um granulador (SALINI, 2000).

Após a trituração da borracha, a incorporação ao CAP pode ser feita por dois processos: seco e úmido. No processo a seco, a borracha em determinada granulometria é introduzida no misturador, onde os grânulos da borracha representam de 0,5 a 3,0% da massa do ligante. Sendo assim, esse processo altera pouco o desempenho do ligante asfáltico, pois não ocorre fusão da borracha – ela apenas entra como um agregado na mistura. A transferência das propriedades da borracha ao ligante é prejudicada (ROSA et al., 2012; SANCHES, GRANDINI e JUNIOR, 2012). Já em contrapartida, o processo a úmido apresenta qualidade superior em relação ao processo supracitado, pois as partículas da borracha são adicionadas em um tanque com o ligante asfáltico a temperaturas entre 175 °C e 200 °C. Este processo resulta em um ligante modificado, denominado Pavimento Modificado com Borracha de Pneus (PMB), onde o mesmo fica estocado com agitação mecânica constante para que as partículas não depositem no interior do tanque (MENDES e NUNES, 2009). Neste processo há uma transferência mais efetiva das características de elasticidade e resistência da borracha para o ligante asfáltico original devido ao aquecimento e também por que o pó da borracha representa 15% da massa do ligante (SANCHES, GRANDINI E JUNIOR, 2012).

3 | METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida é de cunho bibliográfico e foi realizada na Universidade de Passo Fundo através de diversos acervos literários. Os dados foram obtidos por meio de livros, artigos, material de acervo digital e computadores.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os dados obtidos na revisão da literatura sobre a tecnologia de recuperação energética de pneus através da pirólise, pode-se dizer que é um processo que visa a recuperação energética dos pneumáticos para a utilização dos produtos formados, óleos, gás – energia – negro de carbono entre outros, em diversas atividades industriais. Para isso se faz necessário o tratamento dos produtos, dependendo da finalidade de aplicação do mesmo. Do ponto de vista ambiental é uma tecnologia vantajosa, pois diminui a quantidade de pneus inservíveis dispostos de forma indevida na maioria dos casos e ainda reduz a possibilidade de se tornar abrigo para proliferação vetores (AIRES; LOPES; BARROS; CONEGLIAN; SOBRINHO; TONSO; PELEGRINI, 2003), (OLIVEIRA; CABRAL; LEITE; MARQUES, 2009), (BERGONZONI, 2009), (BNDES, 1998).

Em relação à tecnologia de aplicação de pneus inservíveis na pavimentação asfáltica, conclui-se que há aumento da flexibilidade, devido a maior concentração de elastômeros na borracha de pneus, maior resistência ao envelhecimento devido a presença de antioxidantes e o negro de carbono na borracha de pneus que auxiliam na redução do envelhecimento por oxidação. Também, permite a redução da espessura do pavimento, proporcionando melhor aderência pneu-pavimento e redução do ruído provocado pelo tráfego, entre 65 e 85%. (SANCHES, GRANDINI E JUNIOR, 2012). Esses estudos são resultantes dos inúmeros fatores negativos que as rodovias apresentam, como por exemplo, desgastes, sejam eles pelo excesso de peso dos veículos automotores ou devido às intempéries. Portanto, o asfalto rotineiramente utilizado para a construção das estradas precisa ser flexível tanto em temperaturas altas, para acautelar as deformações, como em temperaturas baixas, para prevenir as trincas do pavimento. O principal fator que motiva a incorporação de polímeros no asfalto é aumentar a vida de serviço do pavimento, diminuindo a susceptibilidade da mistura asfáltica às variações térmicas e aos riscos de deformações permanentes (SALINI, 2000).

REFERÊNCIAS

Aires, R. D.; Lopes, T. A.; Barros, R. M.; Coneglian, C. M. R.; Sobrinho, G. D.; Tonso, S.; Pelegrini, R. Pirólise, III Fórum de Estudos Contábeis, 2003, São Paulo. Disponível em: <<http://observatorioambiental.iff.edu.br/publicacoes/publicacoes-cientificas/pirolise.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos Sólidos - Classificação. 2 ed., 2004. 71 p. Disponível em: <<http://analiticaqmc.paginas.ufsc.br/files/2013/07/residuos-nbr10004.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2016.

BERGONZONI, M.; MOLLICA, F. Valorizzazione dei Pneumatici Fuori Uso (PFU) Attraverso il Recupero e Riciclaggio per la Produzione di Prodotti Innovativi. 2009. 200 p. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências da Engenharia, Setor Científico Disciplinar Ing/ind 22, Università Degli Studi di Ferrara, Itália. Disponível em: <http://eprints.unife.it/236/1/Tesi_Dottorato.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2017.

- BERTOLLO, S. M.; JÚNIOR, J. L. F.; SCHALCH, V. BENEFÍCIOS DA INCORPORAÇÃO DE BORRACHA DE PNEUS EM PAVIMENTOS ASFÁLTICOS. In: XVIII CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 2002, Cancún, México. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/iv-003.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2016.
- BNDES – BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. Negro de fumo, 1998. Disponível em: <http://www.bndespar.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/setorial/negro.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2016.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em: 03 jun. 2016.
- BRASIL. Constituição Federal do Brasil, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 18 abr. 2016.
- CLAVELARIO, R. F. PROCESSAMENTO DE ELASTÔMEROS NA FABRICAÇÃO DE PNEUMÁTICOS. 2012. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Produção de Polímeros, Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <<http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/capi/Renato%20Ferreira%20Clavelario.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2016.
- FREITAS, S. S. (2010). Benefícios sociais e ambientais do coprocessamento de pneus inservíveis. Estudo de caso na cidade de João Pessoa- PB. Trabalho de conclusão de curso (Dissertação), Universidade Federal da Paraíba, Paraíba. Disponível em: <http://coprocessamento.org.br/cms/wp-content/uploads/2013/08/dissertacao_sidclea-PB.pdf>. Acesso em: 14 out. 2016.
- GALLE, A. H.; et al. A influência do pneu no meio ambiente. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS INTEGRADAS DA UNAERP CAMPUS GURUJÁ, 2010. Disponível em: <<http://www.unaerp.br/sici-unaerp/edicoes-anteriores/2010/secao-1-6/1196-a-influencia-do-pneu-no-meio-ambiente/file>>. Acesso em: 04 jun. 2016.
- GAUTO, Marcelo Antunes; ROSA, Gilber Ricardo. Química industrial. Porto Alegre: Bookman, 2013. 283 p.
- JÚNIOR, A. F. A. **Reaproveitamento de pneus inservíveis: determinação em laboratório das características do asfalto modificado SBS comparadas às do asfalto com pó de borracha.** 2012. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2012. Disponível em: <http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/93024/almeidajunior_af_me_bauru.pdf?sequence=1>. Acesso em: 03 set. 2016.
- LAGARINHOS, C. A. F.; TENÓRIO, J. A. S. Tecnologias Utilizadas para a Reutilização, Reciclagem e Valorização Energética de Pneus no Brasil. **SciELO Brasil: Polímeros**, São Paulo, v. 18, n. 2, p.106-118, abr./jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/po/v18n2/a07v18n2.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2016.
- LINTZ, Rosa Cristina Cecche; SEYDELL, Maria Rachel Russo. EVALUATION OF TIRE RUBBER DISPOSAL IN CONCRETE FOR PAVEMENTS. **Journal Of Urban And Environmental Engineering**. São Paulo, p. 52-57. 20 out. 2009. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/juee/article/view/3187/3663>>. Acesso em: 22 maio 2017.
- MENDA, Mari. Borracha - química e tecnologia: Química Viva. **Conselho Regional de Química - Iv Região**, São Paulo, p.1-4, 16 abr. 2012. Mensal. Artigo. Disponível em: <http://crq4.org.br/default.php?p=texto.php&c=quimicaviva_borrachas>. Acesso em: 02 maio 2017.
- MENDES, Celso Bráulio Alves; NUNES, Fabio Rinaldi. **ASFALTO BORRACHA: MINIMIZANDO OS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS PELO DESCARTE DE PNEUS INSERVÍVEIS NO MEIO AMBIENTE.** 2009. 73 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Faculdade Brasileira - Univix, Vitória, 2009. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2010/Biologia/monografias/2asfalto.pdf>. Acesso em: 15 maio 2017.

OLIVEIRA, M. L.; CABRAL L. L.; LEITE M. C. A. M.; MARQUES M. R. C. Pirólise de resíduos poliméricos gerados por atividades offshore. **Polímeros**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p.297-304, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0104-14282009000400009>>. Acesso em: 21 set. 2016.

PARRA, C. V.; NASCIMENTO, A. P. B.; FERREIRA, M. L. *Reutilização e Reciclagem De Pneus, E Os Problemas Causados Por Sua Destinação Incorreta*. In: XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica (INIC) e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação (EPG) e IV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica Júnior (INICJr), Universidade Nove de Julho- Barra Funda- São Paulo p. 1-5, 2010. Disponível em: <http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/0908_0988_01pdf>. Acesso em: 19 abr. 2016.

ROSA, Ana Paula Gonçalves et al. **Análise comparativa entre asfalto modificado com borracha reciclada de pneus e asfalto modificado com polímeros**. 20. ed. Mato Grosso: Teoria e Prática na Engenharia Civil, 2012. 8 p. Disponível em: <http://www.editoradunas.com.br/revistatpec/Art4_N20.pdf>. Acesso em: 29 maio 2017.

SAIANI, C. C. S.; DOURADO J.; JÚNIOR, R. T. Resíduos Sólidos no Brasil: *oportunidades e desafios da Lei Federal no 12.305 (Lei de Resíduos Sólidos)*. Barueri, SP: Minha Editora, 2014. 423 p.

SALINI, R. B. **UTILIZAÇÃO DE BORRACHA RECICLADA DE PNEUS EM MISTURAS ASFÁLTICAS**. 2000. 138 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: <<http://www.portaldetecnologia.com.br/wp-content/uploads/Reus-Salini-Utilização-de-borracha-reciclada-de-pneus-em-misturas-asfálticas-tese-de-mestrado.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2016.

SANCHES, Felipe Gustavo; GRANDINI, Fernando Henrique Bueno; JUNIOR, Orlei Baierle. **AValiação da Viabilidade Financeira de Projetos com Utilização do Asfalto-Borracha em Relação ao Asfalto Convencional**. 2012. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/750/1/CT_EPC_2012_1_11.PDF>. Acesso em: 15 maio 2017.

VELOSO, Z. M. F. Ciclo de Vida dos Pneus. INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, 2012. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/painelsetorial/palestras/Zilda-Maria-Faria-Veloso-Ciclo-Vida-Pneus.pdf>>. Acesso em: 03 jun. 2016.

ANÁLISE TERRITORIAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM MATINHOS-PR

Data de aceite: 18/02/2020

Alexandre Dullius

Professor do IFPR Campus Paranaguá, Eixo Controle e Processos Industriais. Lattes <http://lattes.cnpq.br/5854441852620523>

Maclovia Corrêa da Silva

Professora do PPGTE da UTFPR-Curitiba. Lattes <http://lattes.cnpq.br/4788942963485328>

Luiz Everson da Silva

Professor do PPGDTS da UFPR Setor Litoral. Lattes <http://lattes.cnpq.br/4038338525106985>

RESUMO: A partir da escolha do espaço físico do Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange (PNSHL), no município de Matinhos –PR, como foco de estudo, foram identificados conflitos de uso, gestão e disposição irregular dos resíduos sólidos urbanos (RSU). Partimos da concepção teórica de território proposta por Haesbaert no sentido de uso do espaço físico tanto para realizar “funções” quanto para produzir “significados”. Trata-se de um estudo qualitativo e exploratório, que aplica a técnica SWOT para avaliar forças, fraquezas, oportunidades e ameaças em uma área de preservação ambiental. Foram identificadas falhas na coleta dos RSU, sobretudo no entorno do PNSHL; e a necessidade de elaboração de jurisdição específica que fortaleça a

município na coleta e comercialização de recicláveis. Consequentemente, pode ocorrer a participação das associações de catadores e o envolvimento de atores na dinâmica da gestão dos RSU. Concluiu-se que existe um território jurídico e político pouco funcional e desfavorável para o destino do RSU na área do Parque que se encontra no território do município de Matinhos-PR.

PALAVRAS-CHAVE: Território; Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, Matinhos-PR; Resíduos Sólidos Urbanos; Materiais Recicláveis, SWOT.

TERRITORIAL ANALYSIS OF URBAN SOLID WASTE IN MATINHOS-PR

ABSTRACT: From the choice of the physical space of the Saint-Hilaire / Lange National Park (PNSHL), in the municipality of Matinhos -PR, as a focus of study, conflicts of use, management and irregular disposal of solid urban waste were identified. We start from the theoretical conception of territory proposed by Haesbaert in the sense of using physical space both to perform “functions” and to produce “meanings”. This is a qualitative and exploratory study that applies the SWOT technique to evaluate strengths, weaknesses, opportunities and threats in an area of environmental preservation. Failures were identified in the collection of waste,

especialmente na proximidade do PNSHL; e a necessidade de jurisdição específica que fortalece o município na coleta e comercialização de recicláveis. Consequentemente, a participação das associações de coletores e o envolvimento dos stakeholders na dinâmica do gerenciamento de resíduos pode ocorrer. Concluiu-se que há um território legal e político não funcional e desfavorável para a destinação do RSU na área do Parque situada no território do município de Matinhos-PR.

KEYWORDS: Território; National Park Saint-Hilaire / Lange, Matinhos-PR; Urban solid waste; Recyclable Materials, SWOT.

1 | O TERRITÓRIO E OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O homem produz sua existência por meio do processo de ação e transformação da natureza. Ao se relacionar com os espaços físicos e a sociedade, a humanidade constrói suas vidas, seus valores, estabelece limites físicos, coexistindo com todas as formas de vida em várias dimensões territoriais.

Existe uma multiplicidade de vivências e experiências no contexto territorial. Para enquadrá-las nas diferentes áreas de estudo, os pesquisadores criam e adaptam teorias e modelos. Na Geografia, na perspectiva de Milton Santos, (1999), o território é o chão da identidade, expresso em ações, forças, fraquezas, paixões e poderes. Por outro lado, Haesbaert (2004) dá ao território a conotação material (terra) e simbólica (luta, terror). Nele trabalha-se a dominação da terra no sentido de aspirar terror e medo, visto que aqueles que não podem apropriar-se dela, estão impedidos de adentrá-la. Do mesmo modo, aqueles que têm o privilégio de usufruir deste território o fazem também reforçando poderes e lutas.

Os elementos que estão no entorno da concepção de território são, por um lado, os de dominação e apropriação do espaço, do terror e medo, e por outro, a própria questão da terra em si, a apropriação. As relações intrínsecas entre território e poder¹, as quais se estabelecem em todas as suas formas, se materializam em relações sociais entre sujeitos atores que exercem o controle do espaço e de suas dinâmicas. Há uma territorialidade² que varia conforme a sociedade ou cultura, o grupo e o próprio indivíduo.

Para (HAESBAERT, 2006), o rol de perspectivas para perceber o território perpassa três dimensões básicas: a política, a cultural e a econômica. Na sua concepção, para entender o território nestas perspectivas, é preciso conhecer e compreender as relações de poder, de dominação mais explícita (funcional; vinculada

1 Os estudos de Haesbaert (2009) apontam que o poder no território está vinculado diretamente a quem detém o controle da mobilidade, dos fluxos, e pode desencadeá-los, vivenciando assim sua "multiterritorialidade" (Haesbaert, 2009 p. 112).

2 Para (HAESBAERT, 2004 p.22) a territorialidade pode ser pensada como um complexo dinâmico que incorpora a dimensão política, econômica e cultural e está intrinsecamente ligada ao modo como as pessoas utilizam a terra, se organizam no espaço e dão significado ao lugar, ou seja, as sociabilidades do ser humano sobre o espaço, o qual realiza funções e produz significados.

ao valor de troca); e apropriação mais implícita. No seu aspecto simbólico, ou seja, o vivido, o valorado, o uso do espaço pode ser compreendido em uma lógica capitalista, a qual limita as funções da territorialidade e manipula o contexto, tal qual está definido por Lefebvre como unifuncional³.

Santos (2011) diz que o espaço geográfico é sinônimo de território usado. O autor coloca que o “uso” econômico é, sobretudo, o definidor da relação homem-natureza e dos valores que se estabelecem entre os atores que se apropriam dos espaços geográficos. Para o autor, destas relações emergem situações marcadas pela fragmentação de espaços e atribuições distintas de funções, cuja re/organização incorpora interesses de atores.

O autor coloca que o território se desdobra ao longo de um *continuum*, imerso em relações de dominação e/ou de apropriação da sociedade no espaço tempo. O território dominado é aquele cuja apropriação é majoritariamente política e econômica, imerso em relações do aparato estatal-empresa (herança capitalista) sendo reduzido aos valores de troca. Transforma-se em mercadoria, e assim sendo, se torna concreto e funcional.

No território, os “usos” aparecem com acentuados conflitos com as “trocas” no espaço. Quando a sociedade não se apropria do espaço, a propriedade se torna uma incógnita e pode ser desonrada. Mas, pode ser um território enquanto espaço tempo vivido, e neste sentido o território é sempre múltiplo, diverso e complexo (HAESBAERT, 2004). A apropriação é subjetiva, simbólica e cultural.

A partir da identificação de um espaço físico ocupado pelos resíduos no município de Matinhos-PR, estudou-se a dinâmica da gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no território (DULLIUS E SILVA, 2017). Partimos da concepção teórica de território proposta por Haesbaert no sentido de que nos utilizamos do espaço físico tanto para realizar “funções” quanto para produzir “significados”. Neste estudo de natureza qualitativa e exploratória, utilizou a técnica SWOT (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças) para identificar conflitos existentes em uma área de preservação ambiental, o Parque Nacional de Saint´Hilaire/Lange (PNSHL) e em seu entorno.

O espaço físico ocupado pelos RSU, orgânicos e recicláveis, é dinâmico, e incorpora valores e atitudes de pessoas em um espaço geográfico. Ele ocupa muitos espaços das cidades e do campo. Não tem um território específico, a não ser que ele seja construído por grupos sociais. Por isso, é facilmente observável encontrar resíduos em qualquer canto do Planeta. Muito comum é encontrar pelas ruas, estradas, rios e parques bitucas de cigarro, canudinhos, copos plásticos, papéis de bala, vidros, isopores e tantos outros tipos de resíduos que foram descartados por onde as pessoas passaram.

3 Unifuncional, nas palavras de (HAESBAERT, 2007), é um território sem perspectivas de apropriação. Em seus estudos o autor apresenta as considerações de Lefebvre, que relata que um território unifuncional é aquele proposto e produzido pela lógica hegemônica capitalista, especialmente através da figurada no Estado Territorial Moderno, que é defensor de uma lógica territorial padrão que não admite multiplicidade, sobreposições de jurisdições e/ou de territorialidades.

Os hábitos se estendem das casas para as ruas, aterros e mares. A humanidade, que sempre buscou o luxo e estilos de vida que exigem materiais da natureza e processos industriais sofisticados, não se ateu às consequências destes hábitos, sobretudo o do descarte incorreto de resíduos no meio ambiente. Então, qual seria o lugar físico adequado para dispor os Resíduos Sólidos Urbanos na perspectiva política, econômica e cultural?

Os problemas desta irregular disposição causam não somente danos ambientais, mas também proliferação de doenças e conflitos. Criam-se culturas de colocar fora, para longe, de se livrar o mais rápido possível dos resíduos, sem questionar o que pode ser feito com eles, para onde vão, e ações de como reduzir, reutilizar ou reciclar e até mesmo separar.

Para entrar na discussão deste tema, é preciso compreender como as relações entre os atores/sujeitos e os RSU encontram-se dispostas no território, a partir da dialética do uso e da troca, nas dimensões política, econômica e cultural.

Existem políticas que se concretizaram após o advento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), (Lei nº 12.305/10). A gestão dos RSU passa a ser integrada (GIRS), e deve incluir ações voltadas à implantação de soluções, procedimentos e regras para os resíduos sólidos.

Os desafios começam na interação entre entes federativos e os demais atores envolvidos no manejo dos RSU (BRASIL, 2010). A organização do processo ocupa um espaço de conflito no território brasileiro, e esta lida com problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos RSU em âmbito local (DULLIUS; SILVA, 2017). Consolidar modelos de gestão, conforme proposto pela PNRS, ainda não está concretizado em muitas capitais e cidades brasileiras. Existem planos de ação concatenados com o planejamento do saneamento básico em cidades do interior, mas faltam atores interessados e capacitados para executá-los.

Isto ocorre no município de Matinhos-PR, no litoral paranaense, que ainda necessita de ajuda das entidades estaduais para executar planos de ação em época de verão. As ações perpassam as dimensões ambiental, política, econômica e cultural, e envolvem múltiplos atores, interesses, e usos dos espaços.

Neste capítulo, discutimos o caso da coleta de resíduos em um território do município que tem como objetivo preservar um espaço natural na forma de parque. O Parque Nacional de Saint´Hilaire/Lange (PNSHL) tem gerência federal e está localizado no município. Estaria ilhado das ações municipais se considerarmos o caso da coleta dos resíduos no território. Nele e no seu entorno, são descartados todos os tipos de resíduos. Diante desta problemática algumas questões surgem: nos limites, a gestão dos resíduos orgânicos e recicláveis seria de responsabilidade do Município e no território do Parque, a quem poderíamos atribuir esta função? Aos gestores do Parque? E em que território se faria a disposição destes materiais?

Frente a estas inquietações, objetivamos identificar o espaço físico que os RSU ocupam em uma área de preservação ambiental, sua relação com o entorno, seus

atores e a municipalidade considerando as dimensões política, econômica e cultural.

2 | MATINHOS: UM BREVE OLHAR SOBRE O TERRITÓRIO

O município de Matinhos é uma das sete cidades litorâneas do estado do Paraná. Seu nome é derivado de um Rio – Matinho – que em tempos não tão remotos assim dividia a extensa faixa arenosa e de muita restinga entre os municípios de Pontal do Paraná até o Balneário de Caiobá⁴.

A sua natureza primitiva fora relatada em 1820 quando na ocasião, Auguste de Saint Hilare passou por Matinhos e Caiobá. Este território, a exemplo de todo o Brasil, fora explorado por portugueses e espanhóis que aqui vieram para buscar ouro e sustentar a ganância imperialista. Com a descoberta do ouro, nos rios que desaguavam na baía de Paranaguá, os indígenas que aqui vivam passaram a ser caçados. Escravizados, eles eram obrigados a trabalhar na mineração, em expedições, como carregadores de materiais e realizavam afazeres domésticos (Bigarella, 2009 p. 67).

Após a ocupação do território por portugueses, houve a miscigenação da cultura europeia com a indígena que deu origem ao caboclo e dessa miscigenação surgiram vários troncos locais de diversas famílias caboclas no litoral paranaense (Bigarella, 2009, p. 59).

No final do século XVII, a população litorânea era formada por mineradores, índios escravizados e livres e de escravos negros. No início do século subsequente, o declínio econômico e a decadência na extração do ouro, encerrou-se a fase do ouro no litoral Paranaense. Então, outro ciclo originou-se: o da economia de subsistência dos caboclos paranaenses (Bigarella, 2009 p. 67).

Matinhos, até então, era uma região isolada. Esquecidos pelos detentores do poder político, os caboclos se adaptaram aos recursos disponíveis e retiravam da mata atlântica os elementos essenciais para a sua sobrevivência, produzindo apenas o necessário para o consumo imediato, em atividades rudimentares.

Aos poucos, o modo de vida simples do caiçara, suas culturas e tradições foram desaparecendo na medida em que os banhistas começaram a usufruir deste território, rico em belezas naturais, envolto de mata atlântica e banhado por belas praias.

Alguns chamam de desenvolvimento. Todavia, há degradação ambiental e empobrecimento dos recursos naturais. As praias do litoral do Paraná estão em área da Mata Atlântica, uma das mais ricas biodiversidades do planeta e também uma das mais ameaçadas. Isto porque, o acesso à água potável e a energia elétrica possibilitou o afluxo de pessoas nos balneários que acabou resultando na expansão urbana desta região.

Da especulação imobiliária à construção de hotéis e casas, do então “desenvolvimento” à degradação ambiental e ao empobrecimento dos recursos naturais, os recursos do mar como a pesca, o camarão, o cultivo de ostras tão importantes para

⁴ O nome Caiobá vem do Guarani cai roga e significa casa de macaco. (BIGARELLA, 2009).

a cultura caiçara e economia local, estão constantemente ameaçados pelos problemas ambientais (BIGARELLA, 2009). Sejam eles advindos da inapropriada ocupação humana ou de vazamentos de óleos⁵, seja pela disposição inadequada de Resíduos Sólidos Urbanos que são frequentemente lançados ao mar.

A vegetação original da paisagem, ou seja, a flora marinha e terrestre agrega uma infinidade de espécies que embelezam nossas praias e promovem a provisão de serviços ecossistêmicos indispensáveis para todas as formas de vida. Ela depende da natureza dos diversos ecossistemas regionais. Sua sobrevivência está condicionada há aspectos edáficos como o tipo de solo, potencialidade, fertilidade e morfologia do terreno sensível às alterações que ocorrem no meio. Atualmente e lamentavelmente, são raros os espaços da praia em que a restinga avança para o mar.

Esta paisagem sofre transformações, deformações e perdas constantemente. Devido à interferência das ações humana no ambiente natural e as mudanças climáticas (também ocasionadas pela ação antrópica).

Bigarrela (2009 p. 289) relata que na década de 30 e 40 esta paisagem era farta e exuberante. Entretanto, deteriorou-se ao longo do tempo e a pesca já não é mais tão farta assim. A poluição das águas e a pesca predatória ameaçam a subsistência das comunidades nativas de pescadores.

O afluxo populacional, o turismo associado há interesses puramente econômicos e a especulação imobiliária, promoveram a perda da paisagem original que impacta nas diferentes formas de vida. A atividade da pesca predatória, descomedida e executada de forma desenfreada, excessiva e insustentável também contribuiu para estes impactos. Ou seja, a apropriação e a extração irresponsável dos recursos ambientais nos territórios que devem priorizar processos de re/ordenamento territorial promovendo identidades territoriais compatíveis com as necessidades de cuidado com o meio ambiente (DULLIUS E SILVA, 2017a).

3 | FERRAMENTAS PARA UMA ANÁLISE TERRITORIAL

O uso de ferramentas metodológicas faz-se necessário para se caracterizar um território. Este é um estudo qualitativo e exploratório, que identificou forças, fraquezas, oportunidades e ameaças em uma área de preservação ambiental por meio das ferramentas da ação-participante, a observação, e o registro por imagens.

Para Flick (2009) a pesquisa qualitativa responde a questões muito particulares. Ela se preocupa, nas ciências sociais, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. Neste estudo, observamos o universo de significados dado às políticas locais de organização dos resíduos sólidos urbanos.

Conforme Flick (2009) na pesquisa qualitativa, a observação também é um instrumento do qual o pesquisador pode se utilizar como metodologia em seus estudos

⁵ Mancha de óleo aparece em praia de Matinhos, no litoral Disponível em <<https://www.tribunapr.com.br/noticias/parana/mancha-de-oleo-aparece-em-praia-de-matinhos-no-litoral>>

por meio das percepções visuais, audição, tato e olfato.

Flick (2009) considera este tipo de estudo numa relação dinâmica entre mundo real e os sujeitos, e pode ser descrito relatando um processo. Para tanto, fatos foram observados, registrados e analisados.

Trata-se de uma pesquisa ativa, uma vez que ela auxilia na vivificação de algum tipo de mudança desejada, implicando em uma tomada de consciência do investigador e do investigado, dos próprios problemas e fatos que determinam estabelecer objetivos e condições, elaborando um meio para superá-los (CHIZZOTI, 2006).

3.1 Caracterização da área do estudo

O espaço analisado contempla áreas de vegetação de floresta ombrófila densa e cachoeiras. O Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange (PNSHL) foi criado em 23 de maio de 2001, com vistas a proteger e conservar ecossistemas existentes da Mata Atlântica. Foi à primeira Unidade de Conservação (UC) criada pelo Poder Legislativo Federal. Regulamentado pela lei n. 10.227, o parque está situado entre os municípios de Guaratuba, Matinhos, Pontal do Paraná, Paranaguá e Morretes (BRASIL, 2017; PNSHL, 2017).

Seu nome homenageia o naturalista francês Auguste de Saint-Hilaire, que percorreu parte do Brasil em 1820, e o biólogo e ambientalista paranaense Roberto Ribas Lange, falecido em 1993 (PNSHL, 2017). Os locais de visitação e as trilhas da UC são percorridos por pessoas para fotografar, descansar e praticar esportes. Dentre os principais atrativos do PNSHL pode-se citar: Cachoeiras da Quintilha; Cachoeira do rio das Pombas; Morro do Escalvado ou Morro da Cruz; Salto do Tigre; Salto Parati, Cabaraquara e Trilha da Torre da Prata. Além da sede, o acesso as principais trilhas do PNSHL de maior movimentação ocorrem pelo município de Matinhos - PR.

3.2 Categorias de análise

Na tabela 1, foram selecionadas categorias de análise de território à luz da concepção de Haesbaert (2004) para caracterizar o espaço dos RSU. Utilizou-se as categorias genéricas de análise territorial: Para o autor, existe uma multiplicidade territorial acumulada que varia ao longo da história. Um complexo mundo organizado pelos seus sujeitos desdobrados em inúmeras formas de territórios compõe uma verdadeira multiterritorialidade que adquire os mais diversos níveis de intensidade.

Território funcional	Território simbólico
Processos de Dominação	Processos de apropriação
Território sem territorialidade	Territorialidade sem território
Princípio da exclusividade	Princípio da multiplicidade
Território como recurso, valor de troca	Território como símbolo

Tabela 1. Caracterização genérica do território

Fonte: Haesbaert, 2004.

3.3 A técnica SWOT

Para ampliar o diálogo territorial realizou-se um levantamento dos principais problemas relacionados à gestão pública de RSU de Matinhos-PR por meio de entrevistas com os gestores municipais, participação em reuniões do Conselho do Meio Ambiente, conversas com catadores e demais atores envolvidos na coleta com identificação de prioridades locais para os RSU. Na tabela 2, utilizou-se a análise SWOT para identifica Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças.

	AMEAÇAS		OPORTUNIDADES	
PONTOS FORTES	Capacidades pontos fortes que podem ser negativamente influenciados por aspectos internos	Defensivas: pontos fortes que podem ser influenciados por aspectos internos	Capacidades oportunidades que podem potencializar os pontos fortes	Ofensivas: pontos fortes que podem potencializar os pontos fortes
PONTOS FRACOS	Vulnerabilidade: ameaças sobre os aspectos frágeis		Debilidade: oportunidades não aproveitáveis devido à fragilidade	

Tabela 2 – Recursos da técnica SWOT. Fonte: Adaptado de Torres et al. (2013).

4 | CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO DE MATINHOS

No território do PNSHL e no seu entorno, observou-se que existem resíduos que não são coletados diariamente pela Prefeitura. Isto interfere na dinâmica de vida do ecossistema do PNSHL. Os serviços ambientais da vida no Parque prestam direta e indiretamente são essenciais para a sobrevivência do meio natural e das pessoas que residem no litoral do Paraná.

Destacam-se os serviços de provisão (abastecimento de água, plantas medicinais), regulação (captação de CO₂, amortecimento em desastres naturais), culturais (trilhas de visitação do PNSHL), suporte (composição do solo, produção de oxigênio, nutrientes) que estão no cerne do uso atribuído ao território.

As forças são entendidas como elementos internos e favoráveis ao PNSHL, e estão constantemente ameaçadas pela ação humana no aspecto do descarte e disposição irregular dos RSU (ver quadro 1).

Strength (forças)	Weakness (fraquezas)	Opportunities (oportunidades)	Threatens (ameaças)
Proteção aos recursos do PNSHL;	Dificuldade e pouca fiscalização	Turismo ecológico: caminhadas da natureza: internacional	Belezas naturais: trilhas do PNSHL
Alta Biodiversidade	Falta de Plano de Manejo	Visibilidade para as cidades	Ocupação irregular
Conselho consultivo do PNSHL	Falta de recursos	Interação homem x meio ambiente: não use a natureza apenas para extrair recursos	Turismo desordenado

Recursos Naturais	Envolvimento das instituições e da sociedade com as questões do PNSHL	Desenvolvimento de pesquisas	Especulação imobiliária
Interação com outras Instituições como prefeituras, universidades, comunidades isoladas	Legislações, Pressões e forças políticas locais	Consciência e atitude conservacionista e ambiental;	RSU ameaçam o uso sustentável da área

QUADRO1: Análise SWOT: forças, fraquezas, oportunidades e ameaças para o PNSHL

No PNSHL, os RSU ocupam um espaço de degradação ambiental pelas atitudes das pessoas que vivem no entorno, pelos visitantes das trilhas e também pelos moradores que ocupam a área interna de forma irregular, contrastando com a imponente vegetação da Mata Atlântica.

Este patrimônio natural torna-se mais vulnerável na medida em que os olhares e os interesses políticos e econômicos, aprovam a desmatamento de 50 hectares para a construção de uma outra rodovia com 20 quilômetros (Km) de extensão, ampliação de um canal de macro drenagem de 15 Km, além de construção de linhas de transmissão de energia, afim de viabilizar interesses privados para a construção de um outro porto na região⁶.

A quantidade de gestores para planejar, executar e fiscalizar as ações no PNSHL, pela quantidade, é considerado uma fragilidade. Com um total de seis colaboradores, esses gestores atuam diariamente nas mais diversas atividades administrativas, sendo que a ocupação irregular das áreas e do entorno ao PNSHL, a caça e a extração de palmito nativo (em extinção) são atividades que demandam grande parte da atuação dos gestores. São 25 119,14 hectares a serem preservados e conservados.

Formado por uma multiplicidade de representantes⁷, a atuação do Conselho Consultivo do PNSHL (CCPNSHL) e sua constante preocupação com capacitações de seus membros, é uma fortaleza para a tomada de decisões sobre o PNSHL. O diálogo da gestão do Parque com os diversos segmentos da sociedade, em especial a presença de catadores organizados em associação, evidencia os esforços deles e o cuidado para decidir o que fazer.

Apesar do PNSHL não possuir um plano de manejo, oficinas de capacitação e

6 Disponível em: < (<https://paranaportal.uol.com.br/cidades/comecaram-as-desapropriacoes-da-faixa-de-infraestrutura-do-litoral/>) >.

7 O CCPNSHL é formado por 40 representantes da sociedade civil e organizada sendo: Setor de órgãos públicos ambientais dos três níveis da Federação (3 vagas); Setor de órgãos públicos executivos municipais (4 vagas); Setor de Turismo (2 vagas); Setor de Produção Rural, Extrativismo e Manejo Florestal (04 vagas); Setor de Pesca e Aquicultura (01 vaga); Setor de Mineração (1 vaga); Setor de Infraestrutura (3 vagas); Setor de Indústria, Comércio, Imobiliário e Urbanização (1 vaga); Setor de Associações e Lideranças Comunitárias (2 vagas); Setor de Organizações não Governamentais (2 vagas); Setor de Colegiados de Políticas Públicas, com cunho ambiental e/ou social (1 vaga); Setor de Instituições de Ensino (2 vagas); Setor de Centros de Pesquisa e Extensão (3 vagas) (fonte: PNSHL, 2019 DISPONÍVEL EM <https://parnasainthilairelange.wordpress.com/composicao/>)

etapas de elaboração ocorrem concomitantes às reuniões ordinárias e extraordinárias do CCPNSHL. Cabe destacar que a elaboração do plano de manejo é um documento de suma importância, pois ele deve ser elaborado com as normas, restrições e ações a serem desenvolvidas no manejo dos recursos naturais do PNSHL e do seu entorno, incluindo atividades de gestão para os RSU.

4.1 Do espaço dos RSU e dos conflitos

A prática do ecoturismo é uma atividade que aproxima e deve ser entendida como uma oportunidade de interação e diálogo do homem com a natureza. Nesta atividade, as pessoas interagem com a gastronomia local, com a história e a cultura e podem experimentar o sabor e prazer de sentir-se intrínseco ao meio ambiente.

Ao mesmo tempo em que caminhadas e trilhas aparecem como elemento favorável para as pessoas visitarem o PNSHL, mas, devido às atitudes do ser social, elas também representam ameaças. O turismo ecológico aliado às ocupações clandestinas em áreas de preservação ambiental, o entorno e as ações dos gestores responsáveis apontam para um espaço ocupado pelos RSU que desmata, depreda e polui (ver registro na figura 1).

A bela paisagem do PNSHL se contrasta com a realidade local: residências de pessoas humildes e trabalhadoras, casas organizadas no entorno ao parque, com lixeiras (em péssimo estado), acesso às ruas com resíduos recicláveis no solo, entulhos com restos de construção civil, pets e muita tampinhas e bitucas de cigarros jogados no chão.

O local é conhecido como rua projetada dá acesso a uma área do PNSHL que possui ocupações irregulares. A referência de limite que está entre o entorno e o PNSHL é a linda Guapuruvu⁸ (ver figura 2). Próxima a ela, existem cinco residências oriundas de ocupações irregulares.

Ao explorar as dimensões políticas, econômica e cultural (quadro 2) do binômio resíduos/sustentabilidade nas áreas de conservação e preservação do PNSHL e do seu entorno, observaram-se conflitos de propriedade sendo que tanto o entorno quanto as suas trilhas apresentaram uma quantidade significativa de entulhos e resíduos (Figura 1).

Não há uma organização de coleta dos RSU nas áreas internas ao PNSHL. No seu entorno existe, mas a falta de informação com a disponibilidade de horários para a coleta de RSU pelos gestores municipais e a disposição dos contenedores (lixeiras) agravam a situação.

8 O guapuruvú árvore da família Fabaceae. A espécie é conhecida como *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake. Ela é uma árvore nativa comumente encontrada em vales e depressões da Floresta Ombrófila Densa, planícies aluviais e ao longo dos rios e depressões das encostas situadas próximas ao litoral. De valor econômico, dentre os principais riscos potenciais à conservação da espécie pode-se citar a supressão de vegetação para implantação de pastagens e a sua utilização, não manejada, para fins madeireiros. Notável pela sua velocidade de crescimento, atinge a altura entre 20 e 30 metros e seu tronco reto, alto e cilíndrico pode alcançar até 80cm de diâmetro. Para conhecer mais http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf2008_dcbio/_ebooks/regiao_sul/Regiao_Sul.pdf.



Figura 1: Mosaico de imagens da disposição irregular de RSU s no PNSHL.



Figura 2: Guapuruvú, árvore referência de limite da área do PNSHL

POLÍTICA	ECONÔMICA	CULTURAL
Trata-se de um território jurídico político que possui as suas relações de espaço-poder definidas: A gestão municipal controla a organização sócio produtiva dos RSU; Os gestores dos PNSHL controlam o espaço geográfico de PNSHL que possui suas áreas delimitadas; A sobreposição de legislação gera conflitos de interesse, por um lado os gestores do PNSHL atuam na preservação da biodiversidade e, por outro, a gestão Municipal que em sua atuação desencadeia uma territorialidade pretensamente exclusivista.	Trata-se de um território de domínio político que pouco valoriza os RSU como recurso potencial para outra territorialidade: de valorização de recursos naturais. A valorização econômica ocorre nas áreas mais próximas da praia sendo que as áreas mais próximas ao PNSHL são as menos valoradas economicamente. A criação de Lei municipal que entrega o poder econômico dos RSU recicláveis à gestão local caso haja falta de organização de catadores na cidade.	Os valores e atitudes são traduzidos em hábitos consumistas que se intensificam com o turismo de segunda residência; comumente ocorre o descarte inapropriado em qualquer espaço físico, tanto nas praias se estendendo até o mar, inclusive nas áreas internas e externas ao PNSHL.

Quadro 2 - Caracterização do território do PNSHL a partir da coleta dos RSU

Do ponto de vista político, há uma sobreposição de jurisdição que gera conflito entre os gestores do PNSHL, gestores municipais e estaduais. A área do PNSHL é de interesse e de preservação do Governo Federal, o que impede a gestão local de se apropriar deste espaço para extração dos recursos da natureza para fins econômicos.

O espaço físico do PNSHL compreende uma área que perpassa mais de uma municipalidade. Isso amplia a complexidade das relações entre gestores. Esse movimento conflituoso é dinâmico e envolve distintas relações de poder. Na municipalidade de Matinhos esta relação é conflituosa e, no que se refere aos RSU, os gestores repudiam qualquer opinião contrária que possa ameaçar à sua manutenção no poder.

Nas palavras de Haesbaert (2004), toda ação que efetivamente se pretenda ser transformadora, hoje, necessita, obrigatoriamente, trabalhar com a multiplicidade dos territórios, ou não se alcançará nenhuma mudança positivamente inovadora.

Na sociedade contemporânea, existe o discurso da sustentabilidade, no entanto, as ações para os RSU ainda não se concretizaram. Elas são desafiadoras e necessitam do entendimento do conceito de território na sociedade do consumo e sua derivação direta para outra territorialidade. Território e territorialidades que incluam com outros valores e atitudes políticas para RSU se faz necessário para minimizar a exploração de recursos naturais, a valorização do ecossistema, a gestão dos RSU em consonância com a PNRS.

A perspectiva econômica pode incluir o aproveitamento econômico e social de matérias recicláveis a partir da organização da coleta seletiva. Do ponto de vista da gestão municipal, ela reflete o cumprimento mínimo que garante apenas que duas associações de catadores locais sejam as coletoras dos materiais recicláveis pouco separados por pessoas e comércios locais.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Necessitamos preservar a Mata Atlântica, as praias e a história da cidade de Matinhos. As atitudes dos gestores, das pessoas e os hábitos consumistas precisam ser repensados. O uso dos espaços naturais necessita de organização social e política efetiva.

As políticas públicas produzidas nos territórios de Matinhos e do PNSHL colaboram para o processo de organização dos resíduos por meio de legislações, criação de órgãos e fiscalização, aparato burocrático, manutenção do poder e interesses dos mais diversos, sobretudo o econômico.

Do ponto de vista territorial, Matinhos-PR pode ser considerado um território pouco funcional no sentido de re/aproveitamento de RSU para reciclagem e disposição em aterro.

Identificaram-se áreas do PNSHL com depósito irregular de RSU, incluindo resíduos recicláveis. Em face de Mata Atlântica, este modo de dispor se assemelha a um microlixão, que degrada o solo, polui e destrói os ecossistemas.

A ação de invasão do território nas áreas do PNSHL, e também, das ações dos frequentadores de trilhas do PNSHL e outras atividades, podem ser visualizadas na ocupação e uso do solo.

O descarte inapropriado foi identificado tanto nas áreas internas, quanto externas do PNSHL. A gestão intensifica os esforços no sentido de capacitar seus gestores na tomada de decisão que envolva as questões socioambientais em especial o tema dos RSU, apesar de ainda não possuir uma organização específica para o mesmo.

Economicamente, este é um território pouco funcional para os resíduos recicláveis. Observou-se a presença de conflitos entre importantes atores da gestão local do município de Matinhos na organização dos RSU, em especial com a coleta seletiva feita pelos catadores organizados em duas associações. As visitas técnicas permitiram vivenciar situações de dominação política nos territórios, o reforço de relações institucionalizadas de controle e poder, e negligências com a política local para os RSU, sobretudo na coleta de resíduos da cidade durante a temporada de veraneio de 2018 e 2019.

Além disso, foram identificados outros espaços físicos para os RSU que recebem resíduos recicláveis do município, compactados e dispostos a céu aberto. Menos de 1 % dos resíduos recicláveis são coletados.

Essa conjuntura dinâmica e conflituosa, aliada à elaboração de políticas locais, como é o caso da Lei 055/2013,⁹ contraditória à criação e sobrevivência de associações de catadores de materiais recicláveis, não favorece a comercialização e a separação

9 O prefeito municipal de Matinhos no ano de 2013 sancionou a referida Lei que dispõe da comercialização de excedentes por parte da gestão municipal dos resíduos sólidos com potencial de reciclagem. Assim, a prefeitura e poderá arrecadar os RSU recicláveis em Matinhos e comercializar utilizando os recursos financeiros para outros fins na Secretaria do Meio Ambiente. Conheça a íntegra da Lei em: <https://www.camaramatinhos.pr.gov.br/projetos-de-lei-2013/330-projeto-de-lei-055-2013-comercializacao-de-residuos-solidos-com-potencial-de-reciclagem.html>

de materiais recicláveis no território de Matinhos.

Os catadores organizados em associação poderiam atuar no PNSHL se ali houvesse um plano de manejo organizado, que favoreceria dois segmentos da sociedade: os gestores e os catadores.

A falta de sinergia entre o Parque Nacional de Saint´Hilaire/Lange e a gestão municipal enfraquece o sistema de coleta convencional e seletiva e fortalece interesses específicos, contrários à PNRS.

As ameaças centram-se na cultura do descarte inapropriado que implica em problemas sociais e ambientais. A multiterritorialidade e multiculturalidade precisam ser consideradas nas ações de gestão dos RSU em Matinhos-PR. Elas possuem identidades territoriais que merecem ser consideradas para que os territórios possam ser geridos legalmente e socialmente.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei Federal 12.305 de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 25 ago. 2017.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis: Vozes, 2006.

DULLIUS, A.; SILVA, M. C.; DIAS, M. S. L. COLETA E DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CIDADE DE MATINHOS-PR In: II Simpósio Brasileiro de Desenvolvimento Territorial Sustentável (II SBDTS), 2017, Matinhos. **ANAIS DO II Simpósio Brasileiro de Desenvolvimento Territorial Sustentável (II SBDTS)**. Matinhos: Universidade Federal do Paraná, 2017. v.1. p.1482 – 1491.

DULLIUS, A.; SILVA, M. C.. **A REGIÃO DO LAGAMAR: FRONTEIRAS ABERTAS PARA O RE/ORDENAMENTO TERRITORIAL** The Lagamar region: open borders for the territorial re-ordination. Revista Eletrônica Expedições: Teoria da História e Historiografia, v. 7, p. 84-97, 2017a.

FLICK, Uwe. Introdução à pesquisa qualitativa. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

HAESBERT, R. **O mito da desterritorialização**: do “Fim dos Territórios” a Multiterritorialidade. Bertrand Brasil: Porto Alegre, 2004.

_____. Concepções de território para entender a desterritorialização. In: SANTOS, Milton [et al.]. Território, territórios: ensaios sobre o ordenamento territorial. 2. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2006 p. 43- 70.

_____. Dilema de conceitos: espaço- -território e contenção territorial. In: SAQUET, M. A.; SPOSITO, E. S. Território e territorialidades: teoria, processos e conflitos. São Paulo: Expressão Popular, 2009, p. 95-120.

_____. Território e multiterritorialidade: um debate. Geographia, Niterói, UFF, Ano 9, n. 17, 19-46, 2007.

LEIS MUNICIPAIS. PARANÁ. **Lei Orgânica do Município de Matinhos/PR**. 1990. Disponível em: < <https://leismunicipais.com.br/lei-organica-Matinhos - Pr>>. Acesso em: 12 set. 2017.

Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange (PNSHL). Disponível < <https://pamasainthilairelange>.

wordpress.com/> Acesso em: 24 de abril. 2017.

SANTOS, M. **O dinheiro e o território**. In: Rev. Geographia. Ano 1, nº1. 1999.

_____. O Dinheiro e o Território . In: SANTOS, Milton. *et al.* **Território, Territórios**. Ensaios sobre o ordenamento territorial. 3ª Ed. Lamparina, 2011.

POTENCIAL DOS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS COMO FONTES DE CARBONO PARA PRODUÇÃO DE INVERTASES POR FUNGOS

Data de submissão: 03/12/2019

Data de aceite: 18/02/2020

Gabriela Furlaneto Sanchez de Sousa

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Cascavel, Paraná, Brasil.

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9015920722456433>

Andreza Gambelli Lucas Costa Nascimento

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Cascavel, Paraná, Brasil.

Link para o currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9770691189596665>

Marina Kimiko Kadowaki

Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Cascavel, Paraná, Brasil.

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1819723253019762>

RESUMO: O Brasil possui uma economia baseada na agricultura, sendo referência na produção de uma grande variedade de cereais e frutas. E como consequência, quantidades excessivas de resíduos são geradas, um fator preocupante, pois acarretam sérios impactos ambientais dependendo da forma do seu descarte. Entretanto, esses resíduos são compostos principalmente por biomassas lignocelulósicas e proteínas, que podem ser úteis como nutrientes para o crescimento de fungos e produzir enzimas aplicáveis em biotecnologia,

como a invertase. A β -frutofuranosidase ou invertase é uma enzima que hidrolisa a ligação β (1-2) da sacarose, produzindo açúcar invertido, possui importância comercial principalmente em indústrias alimentícia, essencialmente para a produção de doces e chocolates com o centro liquefeito. Neste contexto, este estudo teve como objetivo realizar uma revisão sobre a geração de resíduos oriundos de diversas culturas agrícolas produzidas no Brasil, bem como averiguar sobre os últimos avanços na produção de invertases por fungos utilizando resíduos ou subprodutos agroindustriais como fontes alternativas de carbono. E dessa forma, contribuir com estratégias metodológicas que possam diminuir o custo da produção de enzimas fúngicas com aplicabilidade industrial, e concomitantemente atenuar com os impactos negativos ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: β -frutofuranosidase, Bioprocessos, Enzimas, Fungos, Resíduos agroindustriais.

POTENTIAL OF AGRO-INDUSTRIAL WASTE AS CARBON SOURCES FOR FUNGAL INVERTASE PRODUCTION

ABSTRACT: Brazil has an economy based on agriculture, and a reference in the production of a wide variety of cereals and fruits. As a result, excessive amounts of waste are generated, a

cause for concern, as these wastes cause serious environmental impacts depending on the form of disposal. However, these residues are mainly composed of lignocellulosic biomasses and proteins, which can be useful as nutrients for fungal growth and produce enzymes applicable in biotechnology, such as invertase. β -fructofuranosidase or Invertase is an enzyme that hydrolyzes the β (1-2) binding of sucrose, producing invert sugar. It has commercial importance mainly in the food industries, mainly for the production of sweets and chocolates with the liquefied center. In this context, this study aimed to review the generation of residues from various agricultural crops produced in Brazil, as well as to investigate the latest advances in the production of fungal inverts using agroindustrial residues or byproducts as alternative carbon sources. Thus, contribute to methodological strategies that can reduce the cost of production of fungal enzymes with industrial applicability, and concomitantly reduce with negative impacts on the environment.

KEYWORDS: β -fructofuranosidase, Bioprocesses, Enzymes, Fungi, Agroindustrial waste.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países que possui uma das mais importantes economias do mundo baseada na agricultura, sendo referência na produção de uma grande variedade de cereais. Em 2016 o país foi o terceiro maior exportador de grãos do mundo, com participação de 5,7% no mercado global, ficando atrás apenas da União Europeia com 41,1% e Estados Unidos com 11%, segundo dados da Organização das Nações Unidas para alimentação e Agricultura (FAO, 2018).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apresentam que a estimativa de produção de grãos no Brasil para o ano de 2019 é de 117,7 milhões de toneladas para soja, cana-de-açúcar (675 milhões de toneladas) e milho (86,9 milhões de toneladas). Outras culturas com menor produção estão o arroz com estimativa de 11,2 milhões de toneladas, trigo (5,7 milhões de toneladas) e feijão (2,9 milhões de toneladas). Mesmo com a região sudeste se destacando como uma das principais produtoras de café do país, a safra para 2019 será de 3,6 milhões de toneladas. A expectativa é produzir também em escala menor o sorgo (2 milhões de toneladas), aveia (928 mil toneladas), cevada (353,3 mil toneladas), mandioca, além de frutas como a laranja, banana, maçã, abacaxi, cacau e uva.

Atrelada à produção de cada uma dessas culturas agrícolas, há também uma porcentagem de geração de resíduos que pode variar entre 20% a 73% sobre produção total proveniente de processamento de grãos ou das frutas (IBGE 2010; SCHNEIDER et al., 2012). Esses resíduos agroindustriais quando apresentam lenta degradabilidade ou difícil degradação tornam-se tóxicos e cumulativos à natureza, acarretando sérios impactos ambientais.

Diante desse cenário, uma das alternativas sustentáveis seria o aproveitamento

pleno desses resíduos e subprodutos gerados para diminuir os impactos negativos causados ao meio ambiente e a saúde humana (GOUVEIA, 2012).

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo realizar uma análise sobre a geração de resíduos oriundos de diversas culturas agrícolas produzidas no Brasil, bem como averiguar estudos que utilizaram resíduos ou subprodutos agroindustriais como fontes alternativas de carbono em cultivos de fungos para induzir a produção da enzima invertase. Demonstrando assim a importância de se realizar estudos futuros no âmbito da biotecnológica aplicada com a finalidade de agregar maior valor a esses resíduos que são frequentemente gerados a partir de processamento de grãos e frutos, proporcionando desse modo uma alternativa ecologicamente amigável e sustentável.

2 | ENZIMA INVERTASE

A β -frutofuranosidase (EC.3.2.1.26) ou usualmente denominada invertase, é uma enzima que realiza a clivagem da ligação β (1-2) entre os resíduos de glicose e frutose do substrato sacarose, e como produto, é obtida uma mistura dessas moléculas em quantidades iguais. Entretanto, algumas invertases apresentam ainda a capacidade de catalisar a transfrutossilacção para produzir frutooligosacarídeos (FOS), tais como a kestose (GF2), nistose (GF3) e 1F-frutofuranosil nistose (ROMERO-GÓMEZ et al., 2000). Em geral, a invertase hidrolisa preferencialmente o substrato sacarose, no entanto, pode hidrolisar também outros oligossacarídeos como a rafinose e estaquiose (GUIMARÃES et al., 2007).

A invertase possui importância comercial principalmente em indústrias do setor alimentício, essencialmente para a produção de doces e chocolates com o centro liquefeito (KOTWAL & SHANKAR, 2009; KADOWAKI et al., 2013). Esta enzima é empregada também na fabricação de mel artificial, agentes plastificantes utilizados em cosméticos e eletrodos enzimáticos. O eletrodo enzimático é a junção de enzimas como a invertase com eletrodos que são empregados para a detecção de substâncias, neste sistema para determinação do substrato sacarose (CAUVAIN & YOUNG, 2009).

A enzima é amplamente encontrada em algas verdes, bactérias, invertebrados, vertebrados, vegetais e fungos. Dentre os microrganismos, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* é a mais bem caracterizada e estudada quanto à produção de invertases (VITOLLO, 2004). Porém existem outros fungos, que apresentam potencial para produção desta enzima, tais como *Penicillium chrysogenum* (NUERO & REYES, 2002), *Aspergillus fumigatus* (GILL et al., 2006), *Aspergillus ochraceus* (GUIMARÃES et al., 2007), *Aspergillus niveus* (et al., 2009), *Aspergillus caespitosus* (ALEGRE et al., 2009), *Aspergillus niger* (MADHAN et al., 2010), *Aspergillus phoenicis* (GIRALDO et al., 2012), *Fusarium graminearum* (GONÇALVES, 2013) e *Aspergillus sojae* JU12 (LINCON & MORE, 2018).

Para que as indústrias possam explorar esses fungos produtores de proteínas

de uso biotecnológico, como a enzima invertase produzida e aplicada principalmente em produtos alimentícios, estes microrganismos devem possuir o status de GRAS (Generally Recognized As Safe), um conceito definido pela FDA – USA (Food and Drug Administration) que os reconhecem como seguro. Estes requisitos incluem: baixa toxicidade, não patogênico e seguro para saúde humana. As espécies *Aspergillus oryzae* e *Aspergillus niger* já possuem o status de GRAS e, portanto tem sido comercialmente explorados (MAIA & FRAGA, 2017).

Os fungos são microrganismos que vem se destacando por apresentar características como grande facilidade de cultivo em laboratório e reduzida necessidade nutricional, além da capacidade de secretarem suas enzimas diretamente para o meio extracelular (NASCIMENTO et al., 2014). Além disso, os fungos são eficientes biodegradadores ou decompositores na natureza, apresentam habilidades para reciclar resíduos agrícolas e agroindustriais (FERRAZ, 2004).

3 | RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Os resíduos agroindustriais são materiais orgânicos descartados oriundos de processamento de produtos agroindústria, seja do campo como resultado da colheita e também de processamento de alimentos (MARTINS, 2015). O bagaço da cana de açúcar, a palha de milho e trigo, casca de arroz, bagaço de uva e laranja, são alguns exemplos de resíduos gerados do processo produtivo de culturas agrícolas (PUPO, 2012).

Diante deste fato, as informações sobre geração de resíduos agrícolas oriundos de várias culturas agrícolas foram compiladas na tabela 1.

Tipo de cultura	Equivalente em resíduos (%)	Tipo de resíduos gerados
Arroz	20%	Casca
Banana	50%	Casca e engaço
Cacau	38%	Casca
Café	50%	Casca e palha
Cana-de-açúcar	30%	Bagaço, vinhaça
Castanha-de-cajú	73%	Casca
Coco-da-baía	60%	Casca
Feijão	53%	Palha e vagem
Laranja	50%	Casca e Bagaço
Milho	58%	Palha e Sabugo
Trigo	60%	Palha
Uva	40%	Bagaço

Tabela 1: Culturas agrícolas com seus respectivos resíduos gerados no Brasil

(Fonte: IBGE 2010; SCHNEIDER et.al., 2012).

De acordo com os dados da tabela 1, o Brasil produz resíduos das mais diversas culturas, e essa produção depende da escolha da matéria prima plantada, da fertilidade do solo, e das condições do clima da região (MATOS, 2005). O Brasil é o maior produtor mundial da cana-de-açúcar (SOUZA & SANTOS, 2002), isso significa que o país produz também quantidade elevada de resíduos, atingindo 201.418.487 milhões de toneladas. A castanha de caju e o cacau geram quantidades menores de resíduos alcançando 80.484 mil toneladas e 83.025 mil toneladas, respectivamente.

Os processamentos da maioria dos alimentos cultivados geram resíduos a partir das cascas como do arroz (20%), da laranja (50%) e do coco da baía (60%), porém o milho é responsável pela geração de 58% de palhas e sabugos, enquanto o feijão gera 53% na forma de palha, conforme dados da Associação Brasileira de Indústrias da Biomassa – ABIB (2011).

3.1 Resíduos agroindustriais como fontes indutoras de invertases fúngicas

A utilização dos resíduos agroindustriais como substratos em bioprocessos microbianos é uma opção interessante, uma vez poderá auxiliar inclusive na solução dos problemas ambientais decorrentes do seu acúmulo na natureza por, atribuir uma destinação adequada a estes resíduos (DASHTBAN et al., 2009).

Na tabela 2 estão expostos dados sobre vários estudos que têm sido realizados na última década utilizando vários tipos de resíduos agroindustriais como indutores da enzima invertase em cultivos de fungos filamentosos.

Fungo	Tipo de Cultivo	Fontes de carbono	Referência
<i>Aspergillus aculeatus</i>	Sbm	Trub e casca de laranja	ANDRADES, 2014
<i>Aspergillus caespitosus</i>	Sbm e SSF	Farelo de trigo	ALEGRE et al., 2009
<i>Aspergillus carbonarius</i> PC-4	Sbm	Coroa do abacaxi	BATISTA, 2018
<i>Aspergillus flavus</i>	Sbm	Farinha de centeio	UMA et al., 2010
<i>Aspergillus niger</i>	SSF	Caule de capim-limão	MADHAN et al., 2010
<i>Aspergillus niger</i> OSH5	SSF	Farelo de trigo	AL-HAGAR et al., 2015
<i>Aspergillus niger</i> IBK1	Sbm	Casca de abacaxi	OYEDEJI et al., 2017
<i>Aspergillus sp.</i>	SSF	Casca de laranja	LINCOLN & MORE, 2018
<i>Aspergillus niveus</i>	Sbm	Bagaço de cana-de-açúcar	GUTIÉRREZ-ALONSO et al., 2009
<i>Aspergillus ochraceus</i>	SSF	Bagaço de cana-de-açúcar	GUIMARÃES et al., 2007
<i>Aspergillus phoenicis</i>	SSF	Farelo de soja	RUSTIGUEL et al., 2010
<i>Aspergillus sojae</i> JU12	SSF	Casca de laranja	LINCON & MORE, 2018
<i>Aspergillus versicolor</i>	Sbm	Bagaço de maçã	DAPPER et al., 2016

<i>Chrysonilia sitophila</i> PSSF84	Sbm	Folha de banana	PATIL et al., 2011
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	Sbm	Casca de romã	UMA et al., 2012
<i>Fusarium graminearum</i>	Sbm SSF	Farelo trigo	GONÇALVES, 2013
<i>Paecilomyces variotii</i>	Sbm	Farelo de soja e Farelo de trigo	GIRALDO et al., 2012
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Sbm	Folha da bananeira	GNANESHWAR et al., 2013
<i>Saccharomyses Cerevisiae</i> NRRL Y-12632	SSF	Resíduo de cenoura vermelha	RASHAD & NOOMAN, 2009

Tabela 2 Resíduos e subprodutos agroindustriais utilizados como indutores para produção de invertases de fungos

Sbm: cultivo submerso; SSF: cultivo sólido.

Geralmente, a fonte de carbono mais utilizada para a produção de invertase por leveduras e fungos filamentosos é a sacarose, porém alguns substratos não convencionais também têm sido estudados, como por exemplo, os bagaços, cascas e folhas de frutas (maça, laranja, abacaxi, banana), bagaço de cana-de-açúcar, bem como os farelos e farinhas de cereais (soja, trigo, centeio), entre outros descritos na literatura como indutores de invertases (tabela 2).

Dentre os fungos, as espécies do gênero *Aspergillus* foram os mais estudados frente a diferentes tipos de resíduos como fonte de carbono, e tanto o cultivo submerso (Sbm) quanto o cultivo sólido (SSF) foram utilizados para produção de invertase até o presente momento (tabela 2).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil por ser um país de intensa atividade agrícola, tem gerado anualmente uma excessiva quantidade de resíduos agroindustriais na forma de cascas, palhas, bagaços, que muitas vezes são subutilizados ou simplesmente descartados, gerando um problema ambiental. Porém esses resíduos são compostos ricos em biomassas lignocelulósicas (celulose, hemicelulose, lignina) e proteínas, que podem ser aproveitados como nutrientes para crescimento fúngico, e conseqüentemente produzir enzimas de interesse biotecnológico, como as invertases. Os estudos realizados nos últimos anos por vários pesquisadores utilizando casca e bagaços de frutas, farelos e farinhas de cereais como fontes de carbono alternativas têm mostrado resultados eficazes tanto no crescimento e desenvolvimento dos fungos, quanto na produção enzimática das invertases. Dessa forma, é possível o aproveitamento desses resíduos agroindustriais como substratos baratos de cultivos e reduzir custos em bioprocessos enzimáticos, e concomitantemente minimizar problemas de poluição ambiental.

REFERÊNCIAS

- ABIB – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DA BIOMASSA. Inventário residual Brasil. 2011.
- ALEGRE, A.C.P.; POLIZELI, M.L.T.M.; TEREZI, H.F.; JORGE, J.A.; GUIMARÃES L.H.S. **Production of thermostable invertases by *Aspergillus caespitosus* under submerged or solid state fermentation invertases by using agroindustrial residues as carbon source.** Brazilian Journal Microbiology. 40:612-622, 2009;
- AL-HAGAR, O. E. A.; AHMED, A. S.; HASSAN, I. A. **Invertase production by irradiated *Aspergillus niger* OSH5 using agricultural wastes as carbon source.** British Microbiology Research Journal 6(3): 135-146, 2015.
- ANDRADES D. **Hidrolases de fungos da Mata Atlântica cultivados em resíduos agroindustriais: Produção, Purificação, Caracterização enzimática.** Dissertação de mestrado em Conservação e manejo de Recursos Naturais. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná. 2014.
- BATISTA, R.D. **Produção, otimização e caracterização de invertases e frutossiltransferases de *Aspergillus carbonarius* para produção de alimentos.** Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Palmas, 2018.
- CAUVAIN S. P & YOUNG L. S. **Tecnologia da panificação.** 2. ed. Barueri, Manole, ed. 2, 2009.
- DAPPER, T.B.; ARFELLI, V.C.; HENN,C.; SIMÕES M.R.; SANTOS,M.F.S.; TORRE,C.L.D.; SILVA,J.L.C.; SIMÃO R.C.G.; KADOWAKI M.K. **β -fructofuranosidase production by *Aspergillus versicolor* isolated from Atlantic forest and grown on apple pomace.** African Journal of Microbiology Research. v. 10 (25): 938-948, 2016.
- DASHTBAN, M.; SCHARAFT, H.; WENSHENG, Q. **Fungal bioconversion of lignocellulosic residues, opportunities & perspectives.** International Journal of Biological Sciences, 5(6), 578-595, 2009.
- FERRAZ, A.L. **Fungos decompositores de madeira.** In: ESPOSITO, E.; AZEVEDO, J.L. Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia. Caxias do Sul: Educs, 2004. p.215-240.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of Agricultural Commodity Markets 2018. Agricultural trade, climate change and food security.** Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Rome, 2018.
- GILL, P.K.; MANHAS, R.K.; SINGH, P. **Purification and properties of a heat-stable exoinulinase isoform from *Aspergillus fumigatus*.** Bioresource Technology; 97(7):894-902, 2006.
- GIRALDO, M.A.; SILVA, T.M.; SALVATO, F.; TEREZI, H.F.; JORGE, J.A.; GUIMARÃES, L.H.S. **Thermostable invertases from *Paecylomyces variotti* produced under submerged and solid-state fermentation using agroindustrial residues.** World Journal Microbiology Biotechnology; 28:463-472, 2012.
- GNANESHWAR, G. K.; CHAITANYA, K.; REDDY G., **Enhanced production of β -D-fructofuranosidase by *Saccharomyces cerevisiae* using agro-industrial wastes as substrates.** Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, v.2, p.85-392, 2013.
- GONÇALVES, B.H. **β -D-frutofuranosidasas de *Fusarium graminearum*: produção, purificação, imobilização e determinação das propriedades bioquímicas de enzimas solúveis e secas em Spray dryer.** Dissertação de mestrado em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI

Erechim, 2013.

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. *Ciência & Saúde Coletiva* 17 (6): 1503-1510, 2012,

GUIMARÃES, L. H. S.; TERENCEZI, H. F.; POLIZELI, M. L. T.; JORGE, J. A. **Production and characterization of a thermostable extracellular β -D fructofuranosidase produced by *Aspergillus ochraceus* with agroindustrial residues as carbon source**. *Enzyme Microbiology Technology*, v. 42, n. 1, p. 52-57, 2007.

GUTIÉRREZ-ALONSO P.; FERNÁNDEZ-ARROJO L.; PLOU FJ, FERNÁNDEZ-LOBATO M. **Biochemical characterization of a β -fructofuranosidase from *Rhodotorula dainereuses* with transfructosylating activity**. *FEMS Yeast Research*, v.9, n. 5, 768-773, 2009.

IBGE – **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Informações das culturas permanentes e temporárias do Brasil., 2010.

KADOWAKI, M. K.; SIMAO, R. C.G.; CONCEIÇÃO, S.J.L.; OSAKU, C. A.; GUIMARAES, L.H.S. **Biotechnological Advances in Fungal Invertases**. In: *Biotechnological Advances in Fungal*. Ed. CRC Press, v. 1. p. 1-30.2013.

KOTWAL, S. M. & SHANKAR, V., **Immobilized invertase**. *Biotechnology Advances*, 27, 311-322, 2009.

LINCOLN, L. & MORE, S.S. **Purification and biochemical characterization of an extracellular β -D-fructofuranosidase from *Aspergillus sp.*** *3 Biotech* 8:86, 2018.

MADHAN, S.S.R.; SATHYAVANI, R.; NIKET, B. **Production and partial purification of invertase using *Cymbopogon caecius* leaf powder as substrate**. *Indian Journal of Microbiology* 50: 318, 2010.

MAIA, T. F. & FRAGA, M. E. **Bioprospecting *Aspergillus section Nigri* in Atlantic Forest soil and plant litter**. *Agricultural Microbiology*, v. 84, p. 1-7, 2017.

MARTINS, E.H. **Aproveitamento do Resíduo do Processamento da Soja para Produção de Painéis Aglomerados**. Dissertação de Mestrado em agronomia, Produção vegetal. Universidade Federal De Goiás. Jataí, Goiás, 2015.

MATOS, A.T. **Tratamento de resíduos agroindustriais**. In: **CURSO SOBRE TRATAMENTO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS**. Anais. Fundação Estadual do Meio Ambiente, Viçosa, MG, p.1-34. 2005. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/tratamento-de-residuos-agroindustriais/4712959/>. Acesso em: 27 de novembro de 2019.

NASCIMENTO, K. B. M.; MARTINS, A. G. R.; TAKAKI, G. M. C.; SILVA, C. A. A.; OKADA, K. **Utilização de resíduos agroindustriais para produção de tanase por *Aspergillus sp* isolado do solo da caatinga de Pernambuco**, Brasil. *E-xacta*, Belo Horizonte, v. 7 n. 1, p. 95-103, 2014.

NUERO, O.M. & REYES, F. **Enzymes for animal feeding *Penicillium chrysogenum* mycelial wastes from *Penicillium* manufacture**. *Letter Applied Microbiology*, 34:413-416, 2002

OYEDEJI, O.; KOLAWOLEBAKARE, M.; OLUSANJOADEWALE, I.; OJOLUTIOLA, P.; OWOLABIOMOBOYE, O. **Optimized production and characterization of thermostable invertase from *Aspergillus niger* IBK1, using pineapple peel as alternate substrate**. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* v. 9, p.218-223, 2017.

PATIL, P.R.; REDDY, G.; SULOCHANA, M.B. **Production, optimization and characterization of β -fructofuranosidase by *Chrysonilia sitophila* PSSF84 – A novel source**. *Indian Journal of*

Biotechnology 10(1): 56-64, 2011.

PUPO, H. **Painéis Alternativos Produzidos a Partir de Resíduos Termoplásticos e da Pupunheira (*Bactris Gasipaes* Kunth)**. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) – FCA, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu, 2012.

RASHAD M. M. & NOOMAN M. U. **Production, purification and characterization of extracellular invertase from *Saccharomyces cerevisiae* NRRL Y-12632 by solid-state fermentation of red carrot residue**. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3(3):1910-1919, 2009.

ROMERO-GÓMEZ, S.; AUGUR, C. & VINIEGRA-GONZÁLEZ, G. **Invertase production by *Aspergillus niger* in submerged and solid-state fermentation**. Biotechnology Letters (2000) 22:1255.

RUSTIGUEL, C.B.; TEREZI, H.F.; JORGE, J.A.; GUIMARÃES, L.H.S. **A novel silver-activated extracellular β -D-fructofuranosidase from *Aspergillus phoenicis***. Journal of Molecular Catalysis B Enzymatic. 67: 10-15, 2010.

SCHNEIDER, V.E.; PERESIN, D.; TRENTIN, A.C.; BORTOLIN, T.A.; SAMBUICHI, R.H.R. **Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas: Relatório de Pesquisa**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, Brasília, 2012.

SILVA, C. Y. A. & MALTA, D. J. N. **A IMPORTÂNCIA DOS FUNGOS NA BIOTECNOLOGIA**. Ciências Biológicas e da Saúde, periódicos. set.edu.br. Recife, v.2 (3), p. 49-66, 2016.

SOUZA, O. & SANTOS, I.E. **Aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar pelos ruminantes**. Aracaju, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Comunicado técnico n.7, 2002.

UMA C., GOMATHI D., MUTHULAKSHMI C., GOPALAKRISHNAN V.K. **Production, purification and characterization of invertase by *Aspergillus flavus* using fruit peel waste as substrate**. Advances in Biological Research 4 (1): 31-36, 2010

UMA, C.; GOMATHI, D.; RAVIKUMAR, G.; KALAISELVI, M.; PALANISWAMY, M. **Production and properties of invertase from a *Cladosporium cladosporioides* in SmF using pomegranate peel waste as substrate**. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. v.2, p. S605-S611, 2012.

VITOLLO M, In: Said S, PIETRO RCLR. **Enzimas como agentes biotecnológicos**. São Paulo, Editor. Legis Suma 2004. 207-221. p

ANÁLISE DE METODOLOGIA DA CINÉTICA DE EVOLUÇÃO DO CO₂ SOB INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO

Data de submissão: 11/01/2020

Data de aceite: 18/02/2020

em Análise de Sistemas Ambientais, Centro
Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/7011574518141449>

Amanda Silva De Medeiros

Mestranda em Análise de Sistemas Ambientais,
Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/6444213950987518>

Alécio Marcelo Lima Dos Santos

Mestrando em Análise de Sistemas Ambientais,
Centro Universitário Cesmac
Arapiraca – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/4637777789821213>

Hélder Delano Barboza De Farias

Mestrando em Análise de Sistemas Ambientais,
Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/9455893925440629>

Pablo Henrique De Souza Lima

Mestrando em Análise de Sistemas Ambientais,
Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/2428277174610816>

Paulyanne Karlla Araújo Magalhães

Mestranda em Análise de Sistemas Ambientais,
Centro Universitário Cesmac
Arapiraca – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/4993382062181927>

Mayara Andrade Souza

Docente do Programa de Pós-graduação

RESUMO: Ações antrópicas como o desmatamento e queimadas, aliadas a longos períodos de estiagem provocados pelos agentes climáticos, são fatores importantes e estimulantes do processo de degradação do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a evolução do CO₂ liberado do solo em um período de 5 (cinco) horas, visto que este atributo serve como parâmetro para entender distúrbios ecológicos ocorridos em determinados ambientes. O estudo foi realizado no Parque Municipal de Maceió através da coleta de campo de 15 amostras, com posterior análise em laboratório conforme metodologia descrita por Grisi. Concluiu-se que a taxa de CO₂ varia ao longo do dia em função da incidência da radiação solar e das oscilações da temperatura do ar e do solo. No entanto, como o tempo de coleta de dados foi limitado, não ocorreram tantas variações entre as amostras coletadas, apenas pequenas oscilações que configuram características do terreno, sombreamento e densidade da mata. Para melhor avaliação e quantificação é necessário maior tempo de coleta, podendo assim constatar e avaliar tais variações, bem como comparar com outros

parâmetros que possam estar relacionados.

PALAVRAS-CHAVE: Dióxido de carbono; degradação; ciências ambientais.

METHODOLOGY ANALYSIS OF CO₂ KINETICS EVOLUTION UNDER INFLUENCE OF SOIL TEMPERATURE AND MOISTURE

ABSTRACT: Anthropogenic actions such as deforestation and burning, coupled with long periods of drought caused by climate agents, are important and stimulating factors of the soil degradation process. The aim of this work was to evaluate the evolution of CO₂ released from the soil over a period of 5 (five) hours, since this attribute serves as a parameter to understand ecological disturbances that occurred in certain environments. The study was conducted at Maceió Municipal Park through field collection of 15 samples, with subsequent laboratory analysis according to the methodology described by Grisi. It was concluded that the rate of CO₂ varies throughout the day as a function of the incidence of solar radiation and fluctuations in air and soil temperature. However, as the time of data collection was limited, there were not so many variations between the collected samples, only small oscillations that configure terrain characteristics, shading and forest density. For better evaluation and quantification it is necessary more time to collect the samples, being able to verify and evaluate such variations, as well as to compare with other parameters that may be related.

KEYWORDS: Carbon dioxide; degradation; environmental Sciences.

1 | INTRODUÇÃO

Os distúrbios sofridos pelo ecossistema têm causado repercussão mundial e várias são as pesquisas e procedimentos adotados por estudiosos para investigar os fatores que têm contribuído para a degradação do meio ambiente. Neste cenário, a verificação de produção do CO₂ serve como parâmetro para entender distúrbios ecológicos ocorridos em determinados ambientes.

Entre os diversos fatores utilizados para a verificação da degradação ambiental tem se observado as atividades microbianas em determinadas regiões. Essas atividades são importantes uma vez que o seu aumento causa maior respiração do solo (edáfica) e conseqüentemente aumenta a emissão do dióxido de carbono. Não obstante, faz necessário salientar que outras variáveis são observadas para o entendimento da emissão do referido gás, como por exemplo, temperatura e umidade do solo, ou seja, condições climáticas.

Vislumbrando investigar a emissão de CO₂, no dia 17 de agosto de 2018, a presente pesquisa utilizou do método de Grisi, no parque municipal da cidade de Maceió-AL. O dia apresentava temperatura máxima de 28°C e mínima de 20°C, com poucas nuvens. O objetivo foi analisar como os fatores temperatura, densidade da mata e umidade do solo tem contribuído para o desequilíbrio ambiental daquela região.

Compreender a cinética da respiração edáfica ajudará no descobrimento de novos métodos para o controle da emissão dos gases causadores do efeito estufa. O estudo da emissão de CO₂ é ferramenta importante e eficaz para avaliar a recuperação de áreas (PASSIONOTO, 2001; ARAUJO, 2011).

2 | REVISÃO DE LITERATURA

As intervenções humanas, como o desmatamento, queimadas, aliadas a longos períodos de estiagem provocados pelos agentes climáticos, são fatores importantes e estimulantes do processo de degradação do solo (ACCIOLY, 2000). Tais fatores podem interferir nas características do solo e conseqüentemente da fauna e flora da região.

Valentini *et al.* (2015) afirma que a respiração edáfica pode ser utilizada para verificar mudanças na dinâmica do carbono do solo, pois dessa forma permite-se verificar que a adição ou remoção de material vegetal podem gerar alterações na biomassa microbiana, interferindo assim nas liberações de CO₂.

É importante salientar que alterações ambientais, climáticas e demográficas (chuvas, calor, acidentes geográficos, comportamentos incomuns da fauna e do homem), oscilando entre abundância e escassez influenciam no comportamento edáfico da região. Um exemplo desse panorama, são as inclusões de vegetações atípicas, em determinada área, que podem acarretar um desequilíbrio na cadeia de proliferação de outros organismos, gerando também uma quebra no ciclo de alimentação, reprodução ou até mesmo vida de plantas e animais que necessitam desse tipo específico de ambiente, para o seu desenvolvimento.

Tais fatores podem intervir na velocidade de liberação de carbono, variando de acordo com os fatores bióticos (microrganismos do solo) e abióticos (umidade, temperatura), qualquer agente que altere as condições do solo e seu ambiente pode gerar oscilações nas taxas de concentração de carbono (ARAÚJO, 2011), respaldando a importância da análise de vários fatores, quando se avalia a liberação de carbono e a concentração de água no solo e sua relação com o desenvolvimento do ambiente.

Para avaliar essa degradação do solo, Snakin *et al.* (1996) defende que é preciso analisar a variação de atributos que envolvem fatores físicos, químicos e biológicos. Tendo em vista que comportamentos climáticos inesperados, geram dados atípicos, sobre quantificação de microrganismo, umidade, liberação de CO₂, entre outros, para a região analisada.

Tendo em vista esses aspectos acima mencionados, Gregorich *et al.* (1994) e Mielniczuk *et al.* (1999), relatam que a matéria orgânica é um indicador eficiente da qualidade do solo, pois além de ser sensível a modificações pelo manejo se relaciona diretamente com os seus principais atributos. Tornando-se uma ferramenta eficaz para confiável para estudos de respiração edáfica.

Avaliar a atividade microbiana ou respiração edáfica é o CO₂ liberado tanto pela atividade dos microrganismos quanto pelo resultante da respiração do sistema radicular dos vegetais de uma área (ARAÚJO, 2011), auxilia na avaliação indireta dos impactos ambientais da região analisada, tendo em vista que a quantidade de microrganismos influenciará na liberação de CO₂; pois, quanto mais organismos presentes, maior será a liberação de CO₂ do solo, impactando na diminuição de ozônio na atmosfera.

Sem esquecer que a atividade biológica do solo é susceptível a mudanças nas características do mesmo e desempenha um papel fundamental na manutenção de um ecossistema por meio da decomposição de resíduos orgânicos e a ciclagem de nutrientes (VALENTINI, 2015), podendo gerar alterações significativas no equilíbrio do sistema analisado.

A metodologia descrita por Grisi, avalia a respiração edáfica, produção de CO₂ e consumo de O₂, como resultado de processos metabólicos de organismos vivos do solo, podendo gerar dois aspectos relevantes que configuram etapas de maior vigência no processo de decomposição da matéria orgânica, sendo a redução de C pelo sistema solo e a reciclagem de nutrientes (ARAÚJO, 2011).

Souto *et al.* (2002), considera que as medidas das emissões de CO₂ do solo para a atmosfera têm sido uma das formas de se diagnosticar alterações, uma vez que variam em função de fatores como atividade microbiana e radicular, disponibilidade de carbono orgânico e de umidade, gerando uma leitura singular do ambiente estudado.

Partindo dessa perspectiva, Reis *et al.* (2002), traz à tona a reflexão de que que a temperatura, a umidade, a profundidade do solo, a aeração e as populações microbianas determinam a liberação de CO₂ para a superfície do solo. Servindo como ferramenta de monitoramento de comportamento da fauna e flora do ambiente.

A avaliação e o monitoramento da regeneração natural da cobertura vegetal de áreas degradadas por meio de indicadores simples e em experimentos contínuos no tempo no semiárido se fazem necessários diante da progressiva degradação que esse ecossistema vem sofrendo nas últimas décadas, contribuindo para o fornecimento de subsídios para a prevenção e elaboração de estratégias de recuperação de áreas degradadas.

Estudos de cinética da respiração ajudam explicar muitos processos que ocorrem no solo e são de fundamental importância para a recuperação de áreas degradadas (SOUTO *et al.*, 2009).

A estimativa através da liberação de CO₂ mostra-se indicada como uma das ferramentas para avaliar a recuperação de áreas degradadas, pelo seu baixo custo, eficiência e por indicar mudanças rapidamente (PASSIANOTO *et al.*, 2001).

Desta forma, a avaliação da cinética de CO₂ dessa área se justifica ao mesmo tempo em que traz elementos concretos que podem corroborar com ações de identificação e caracterização da identidade natural desse ambiente.

3 | OBJETIVO

Avaliar a evolução do CO₂ liberado do solo em um período de 5 (cinco) horas.

4 | MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Local do estudo

O estudo foi realizado no Parque Municipal de Maceió, situado à Rua Marquês de Abrantes, s/n, Bebedouro, Maceió/AL (Coordenadas -9.611672; -35.7620635) (Figura 1).

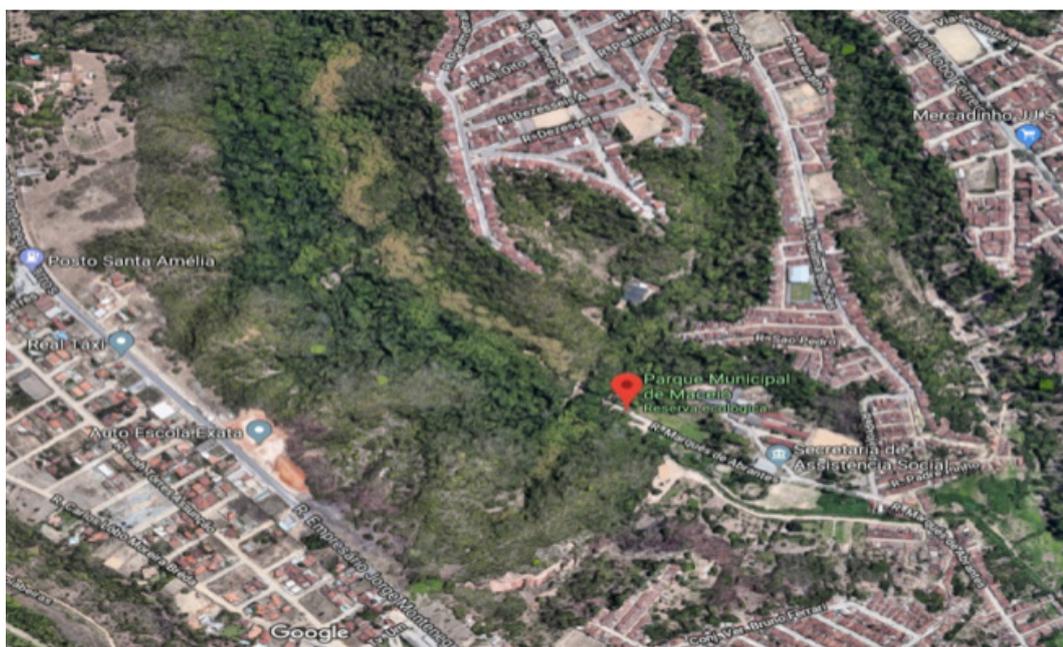


Figura 1 - Localização do Parque Municipal de Maceió

Fonte: Google Maps

O parque conta com cerca de 82,40 hectares de área, abrangendo inúmeras espécies de árvores da Mata Atlântica, como o pau-brasil e a craibeira, bem como espécies de animais nativos deste bioma, a exemplo de mamífero, os macacos popularmente conhecidos por sagui (família Callitrichidae), e de réptil, os jacarés.

O clima da cidade de Maceió é tropical, com temperatura média de 24,7 °C e pluviosidade média anual de 1726 mm.

4.2 Coleta de dados

A coleta de campo se deu através de 15 (quinze) amostras, distribuídas aleatoriamente em área definida no parque (Figura 2), sendo recolhidas 3 (três) amostras a cada 1 (uma) hora, totalizando 5 horas de coleta, realizada no dia 18 de Agosto de 2018.

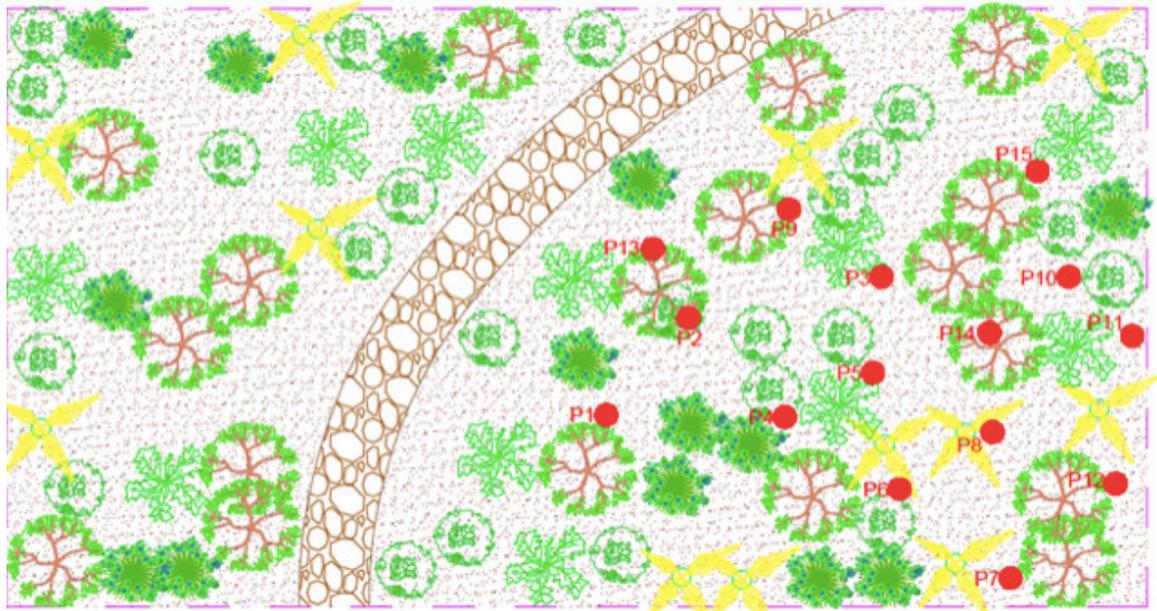


Figura 2 - Esboço da distribuição dos pontos de coleta na área

Fonte: Arquivo pessoal

4.3 Materiais utilizados

- Coleta em campo
- Balde 20L
- Recipiente transparente com tampa (frasco de azeitona) (Figura 3)
- Hidróxido de potássio (KOH) 0,5N
- Pá de mão para jardinagem
- Luva pigmentada
- Termômetro tipo espeto para solo (Figura 4)
- Bloco de notas
- Caneta



Figuras 3 e 4 - Recipiente transparente com tampa e termômetro tipo espeto para solo.

Fonte: Arquivo pessoal

4.4 Ensaio em laboratório

- Bureta graduada com torneira reta em teflon (Figura 5)
- Suporte universal para bureta com haste e base (Figura 5)
- Pinça (garra) para bureta (Figura 5)
- Bequér (Figura 6)
- Fenolftaleína () (Figura 6)
- Alaranjado de metila () (Figura 6)
- Conta-gotas (Figura 6)
- Amostras coletadas em campo
- Água destilada
- Bloco de notas
- Caneta



Figuras 5 e 6 - Bureta graduada com torneira, suporte (haste e base) e pinça (garra); e Béquer, indicadores (fenolftaleína e alaranjado de metila) e conta-gotas.

Fonte: Arquivo pessoal

4.5 Metodologia

4.5.1 Determinação do conteúdo de água de solo

Foram coletadas amostras de solo para determinação do conteúdo de água do solo (CAS) expresso em %, utilizando cadinhos de alumínio, os quais foram previamente identificados e pesados individualmente. Os cadinhos com as amostras de solo úmido foram pesados e levados a estufa, mantidas sob temperatura de 105°C, até alcançar peso constante, processo esse que levou 24 horas. Ao término, encaminhadas a um dessecador até atingir temperatura ambiente, onde é realizada uma nova pesagem, conforme metodologia descrita por Grisi (1978).

O conteúdo de água foi obtido através da equação:

$$\text{CAS\%} = \frac{\text{Peso úmido} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

4.5.2 Determinação da temperatura do solo

Foram realizadas medidas de temperatura do solo, por meio de termômetro digital espeto, na profundidade de 10cm.

4.5.3 Cinética de CO₂

O experimento no campo deu-se início às 7h, com a inserção dos 10 ml da solução aquosa de Hidróxido de Potássio (KOH 0,5N) nos recipientes de vidro com tampa de metal, e posterior seleção das áreas para distribuição dos pontos (baldes) para captação de CO₂ do solo.

As 9h10min foram realizadas a abertura dos 15 (quinze) recipientes, simultaneamente, com fechamento destes através da colocação de baldes invertidos sobre o solo, cobrindo uma área de 697,46cm² (Figura 7), isolados com serrapilheira, para evitar a contaminação com o CO₂ atmosférico. Neste mesmo momento, foi efetuada também a aferição da temperatura do solo de cada ponto, com termômetro específico. Os testemunhos (denominados também branco), foram mantidos fechados durante a coleta, porém nas mesmas condições que os demais.

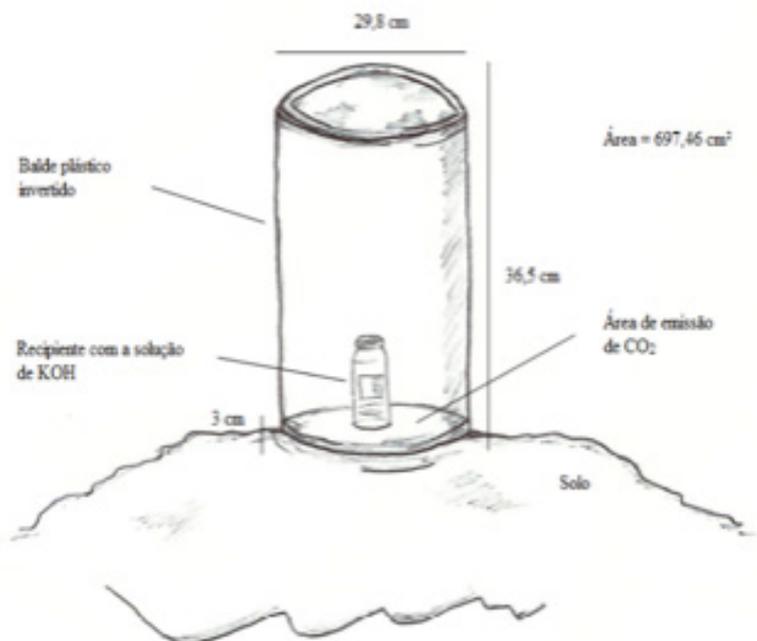


Figura 7 – Ilustração da disposição do recipiente e acessórios.

Fonte: SOUZA, 2018

Posteriormente, a cada 1 (uma) hora, juntamente com a verificação da temperatura do solo de cada ponto (Tabela 1), 3 (três) amostras, situadas em regiões

distintas, eram coletadas, fechadas e encaminhadas ao Laboratório de Ecogeografia e Sustentabilidade Ambiental (LabESA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) para titulação.

PONTO	DESCRIÇÃO DA ÁREA	TEMPERATURA DE INSTALAÇÃO (solo)	HORA DA COLETA	TEMPERATURA DE RETIRADA (solo)
1	Muito densa Com incidência de luz	23.6°C	10h10min	23.7°C
2	Mata fechada Pouco densa Pouca luz	24.1°C	14h10min	24.1°C
3	Mata semi-aberta Pouca luz	24.0°C	12h10min	24.1°C
4	Mata fechada Com sombra Solo úmido e argiloso	23.7°C	13h10min	23.9°C
5	Mata aberta Muita luz Solo argiloso	24.5°C	14h10min	24.7°C
6	Área de declive Solo argiloso Mata aberta Muita luz	25.4°C	12h10min	25.7°C
7	Mata aberta Muita luz	24.2°C	10h10min	24.3°C
8	Mata aberta Muita luz	24.5°C	13h10min	24.6°C
9	Mata densa Pouca luz	24.1°C	11h10min	24.3°C
10	Mata pouco densa Muita luz	24.5°C	11h10min	24.5°C
11	Área de declive Mata fechada Pouca luz	24.0°C	12h10min	23.9°C
12	Mata densa Pouca luz	23.6°C	11h10min	23.7°C
13	Mata semi-aberta Pouca luz	24.0°C	10h10min	24.0°C
14	Mata aberta Pouco densa Com sombra	24.1°C	14h10min	24.3°C
15	Mata densa Pouca luz Solo argiloso	23.7°C	13h10min	24.1°C

Tabela 1 - Dados coletados em campo

Fonte: Arquivo pessoal.

A análise química ocorreu através da titulação (Figura 6) da solução de KOH contida nos recipientes com HCl a 0,1N, verificando os pontos de viragem com a aplicação dos indicadores fenolftaleína (Figuras 8 a 10) e alaranjado de metila (Figuras

11 a 13), para a primeira e segunda viragem, respectivamente.

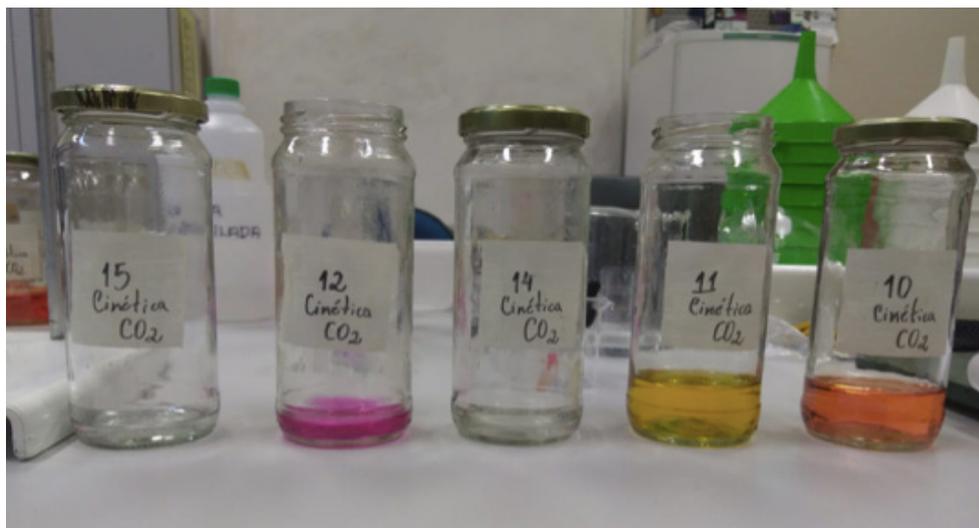


Figura 8 - Coloração das fases da solução de KOH 0,5N no processo de titulação.

Fonte: Arquivo pessoal



Figuras 9, 10 e 11 - Coloração das fases da solução de KOH 0,5N com o indicador fenolftaleína (1ª viragem).

Fonte: Arquivo pessoal



Figuras 12, 13 e 14 - Coloração das fases da solução de KOH 0,5N com o indicador alaranjado de metila (2ª viragem).

Fonte: Arquivo pessoal

A determinação do CO₂ por unidade de área e tempo (mg/m².h), foi calculada através das fórmulas 1 e 2.

$$ACO_2 = (A-B) \times 2 \times 2,2 \text{ (mg)}$$

$$A'CO_2 = ACO_2 \times (4/3 \times 10.000/h + S) \text{ em mg/m}^2.h$$

Onde:

A'CO₂ – Absorção de CO₂

A = Diferença entre a 1° e 2° viragem de coloração da amostra (ml)

B = Diferença entre a 1° e 2° viragem da coloração da testemunha (ml)

x 2 = HCl 0,1 N adicionado, titulou apenas metade do carbonato da amostra

x 2,2 = equivalente-grama do CO₂ = 44/2 = 22 e como foi utilizado HCl a 0,1 N (decinormal), esse equivalente tornou-se então 22/10 = 2,2;

h = Período de permanência da amostra no solo (horas)

S = Área de abrangência do balde.

Em campo, também foram coletadas amostras (Figura 14), nas profundidades 0 a 5 cm e 5 a 10 cm, para quantificação do teor de umidade do solo, para avaliação da relação deste fator, assim como a temperatura do mesmo, com a emissão do CO₂. Esta coleta se deu através da inserção de um anel metálico no solo, pressionado por um martelo, para alcance das profundidades necessárias das amostras, sendo armazenadas em recipientes (latas) metálicas. A umidade foi obtida através da subtração entre o peso úmido e o seco das amostras (peso líquido), onde anteriormente foram aferidos os pesos dos recipientes com tampa, da amostra úmida e da amostra seca em estufa por 24 horas.



Figura 15 - Amostra de solo coletada.

Fonte: Arquivo pessoal

4.6 Análise de dados

Os dados coletados foram submetidos à ensaios executados no Laboratório de Ecogeografia e Sustentabilidade Ambiental (LabESA), localizado na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió/AL, nos dias 18 e 22 de Agosto de 2018. Os resultados foram obtidos através da aplicação do método de Grisi (1978).

5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos valores expostos (Tabela 2), constatou-se que a taxa de CO₂ variou, independentemente dos horários avaliados e do tratamento.

Tempo	Pontos	1ª viragem	2ª viragem	Amostra (A)	Branco (B)	A-B	mgCO ₂ = (A-B)x2x2,2	mf= 4/3x10000/(12x697,46)xmgCO ₂	Média
APÓS 1H	1	42,30	46,40	4,10	0,95	3,15	13,86	22,080119290	10,86482
	7	43,40	45,70	2,30	0,95	1,35	5,94	9,462908267	
	13	44,90	46,00	1,10	0,95	0,15	0,66	1,051434252	
APÓS 2H	9	42,50	46,00	3,50	0,95	2,55	11,22	17,874382282	11,33212
	10	43,60	45,60	2,00	0,95	1,05	4,62	7,360039763	
	12	43,60	45,80	2,20	0,95	1,25	5,50	8,761952099	
APÓS 3H	3	39,70	45,30	5,60	0,95	4,65	20,46	32,594461809	17,17343
	6	43,90	46,20	2,30	0,95	1,35	5,94	9,462908267	
	11	43,70	46,00	2,30	0,95	1,35	5,94	9,462908267	
APÓS 4H	4	38,80	45,80	7,00	0,95	6,05	26,62	42,407848160	28,8560
	8	42,00	45,90	3,90	0,95	2,95	12,98	20,678206954	
	15	41,80	46,10	4,30	0,95	3,35	14,74	23,482031626	
APÓS 5H	2	41,60	46,20	4,60	0,95	3,65	16,06	25,584900130	29,44016
	5	40,55	45,70	5,15	0,95	4,2	18,48	29,440159053	
	14	39,50	45,20	5,70	0,95	4,75	20,90	33,295417977	

Tabela 2 – Dados e resultados da cinética de CO₂

Fonte: Arquivo pessoal

Pôde-se perceber que houve variações de massa de CO₂ liberado entre os pontos coletados no mesmo intervalo de tempo, tais variações podem ser resultado da influência do tipo de solo, incidência de luz solar, umidade do solo e característica da vegetação circundante a área coletada.

A oscilação observada entre a 3ª e a 4ª coleta, ocorre à influência direta da temperatura do solo e do ambiente, como exposto na tabela 1. Em média, constatou-se que o transcorrer das horas e maior radiação solar atrelado ao aumento da temperatura ambiente, obtivemos um aumento gradual nas emissões de CO₂, tendo 10,86mg de CO₂ coletado com uma hora e 29,44mg de CO₂ após as cinco horas.

Quanto ao conteúdo de água no solo (Tabelas 3 e 4), observou-se que os valores acima de 10% no Período de Agosto de 2018, foram registrados nos meses de julho aumento Precipitação Mensal – 2018, como informado pela conforme publicado na Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Nos meses de maiores precipitações, há aumento no conteúdo de água no solo. Observou-se que horas antes da coleta das amostras houve precipitação, fazendo com que em algumas áreas apresentasse maior teor de umidade no solo.

Conteúdo de Água do Solo (C.A.S): profundidade 0 a 5cm								
N° da Amostra	Lata + tampa		Massa da lata+Tampa +Solo Úmido	Massa Solo Úmido (M2)	Massa da lata+Tampa+Solo Seco (M3)	Massa Solo Seco (Ms)	Massa da água (Ma)= (M2-M3)	Umidade %=(Ma/Ms) *100
	N°	Massa (M1)						
P1	1	36,0651	133,8486	97,7835	124,5321	88,4670	9,3165	10,53
P2	2	36,8325	143,8695	107,0370	129,0621	92,2296	14,8074	16,05
P3	3	35,6425	144,3433	108,7008	130,1053	94,4628	14,2380	15,07
P4	4	36,1446	134,2052	98,0606	124,2401	88,0955	9,9651	11,31
P5	5	34,5821	133,8521	99,2700	113,9203	79,3382	19,9318	25,12
P6	6	35,4870	136,0658	100,5788	122,4427	86,9557	13,6231	15,67
P7	7	34,2424	99,7270	65,4846	82,1702	47,9278	17,5568	36,63
P8	8	34,5586	89,5413	54,9827	75,8202	41,2616	13,7211	33,25
P9	9	35,8842	152,8651	116,9809	126,4560	90,5718	26,4091	29,16
P10	10	35,4192	131,0515	95,6323	113,5991	78,1799	17,4524	22,32
								21,51

Conteúdo de Água do Solo (C.A.S): profundidade 5 a 10cm								
N° da Amostra	Lata+ tampa		Massa da lata+Tampa +Solo Úmido	Massa Solo Úmido (M2)	Massa da lata+Tampa+Solo Seco (M3)	Massa Solo Seco (Ms)	Massa da água (Ma)= (M2-M3)	Umidade %=(Ma/Ms) *100
	N°	Massa (M1)						
P1	11	35,7774	128,9822	93,2048	120,2061	84,4287	8,7761	10,39
P2	12	34,0097	107,2175	73,2078	99,1895	65,1798	8,0280	12,32
P3	13	34,5726	142,3978	107,8252	128,8977	94,3251	13,5001	14,31
P4	14	35,4258	72,8567	37,4309	69,1566	33,7308	3,7001	10,97
P5	15	34,6967	92,8447	58,1480	82,1991	47,5024	10,6456	22,41
P6	16	35,4170	95,7252	60,3082	87,5143	52,0973	8,2109	15,76
P7	17	34,4446	99,9675	65,5229	83,8816	49,4370	16,0859	32,54
P8	18	36,2390	99,6741	63,4351	84,4160	48,1770	15,2581	31,67
P9	19	34,3192	89,7363	55,4171	78,3466	44,0274	11,3897	25,87
P10	20	35,9214	106,6142	70,6928	94,8575	58,9361	11,7567	19,95
								19,62

Tabelas 3 e 4 – Dados e cálculo do teor de umidade do solo

Fonte: Arquivo pessoal

6 | CONCLUSÃO

A taxa de CO₂ varia ao longo do dia em função da incidência da radiação solar e das oscilações da temperatura do ar e do solo, no entanto, como o tempo de coleta de dados foi limitado, não ocorreram tantas variações entre as amostras coletadas, apenas pequenas oscilações que configuram características do terreno, sombreamento e densidade da mata.

Para melhor avaliação e quantificação é necessário maior tempo de coleta, podendo assim coletar e avaliar essas variações, assim como, utilizar outras técnicas complementares, como avaliação da composição da serapilheira, onde esses levantamentos possam nos relatar a real situação dos impactos com aquele meio ambiente, podendo chegarmos as medidas preventivas e corretivas necessárias.

7 | AGRADECIMENTOS

Esta atividade se deu com o auxílio de profissionais e acadêmicos atuantes na área, ajuda sem a qual não seria possível a realização desta atividade. Nossos agradecimentos a Dr^a Kallianna Dantas Araújo, pela recepção e disposição do laboratório e equipamentos; a equipe que nos auxiliou em campo e em laboratório: a doutoranda Danúbia Lins Gomes, a Msa. Élide Monique da Costa Santos, a Msa. Elba dos Santos Lira e a mestrande Ana Beatriz da Silva; e aos alunos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), colaboradores do campo: Renato Wiliam Santos de Lima, Delane dos Santos Dias e Carlos.

Um agradecimento especial aos nossos professores Dr^a. Mayara Sousa, Dr^a. Adriane Borges e Dr. João Gomes, por nos proporcionar esta experiência única e de grande enriquecimento intelectual.

REFERÊNCIAS

ACCIOLY, L. J. O. **Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil**. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 23-25, 2000.

ARAUJO, K. D. et al. **Cinética de evolução de dióxido de carbono em área de caatinga em São João do Cariri-PB**. *Revista Árvore*, [s.l.], v. 35, no 5, p. 1099–1106, 2011. ISSN: 0100-6762, DOI: 10.1590/S0100-67622011000600016.

GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C.M. & ELLERT, B.H. **Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils**. *Can. J. Soil Sci.*, 367-375, 1994.

GRISI, B. M. **Método químico de medição de respiração edáfica: alguns aspectos técnicos**. *Ciência e Cultura*, v.30, n.1, p.82-88, 1978.

MIELNICZUK, J. **Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas**. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. *Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.1-8.

PASSIANOTO, C. C. et al. **Atividade e biomassa microbiana no solo com a aplicação de dois diferentes lodos de curtume**. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.7, n 2,p.125-130, 2001.

REIS, T. C.; RODELLA, A. A. SEÇÃO III - **BIOLOGIA DO SOLO CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA E VARIAÇÃO DO pH DO SOLO**. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, [s.l.], v. 26, no 2, p. 619–626, 2002.

SNAKIN, V. V. et al. **The system of assessment of soil degradation**. *Soil Technology*, Amsterdam, v. 8, n. 4, p. 331-343, 1996.

SOUTO, P. C. et al. **Cinética da respiração edáfica em dois ambientes distintos no semi-árido da Paraíba**, Brasil. *Caatinga*, v.22, n3, p.52-58, 2009.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V. dos; ARAÚJO, G. T. de; MAIA, E. L. **Atividade microbiana em função da disposição de esterco no solo**. *Revista Científica Rural*, Bagé, v. 7, n. 2, p. 104-115, dez. 2002.

SOUZA, M. A. **Emissão de CO2 do solo**. Brasil, 2018.

VALENTINI, C. M.; G. ABREU, J.; P. G. FARIA, R. A. **Respiração Do Solo Como Bioindicador Em Áreas Degradadas**. Revista Internacional de Ciências, [s.l.], v. 5, no 2, 2015. ISSN: 2316-7041, DOI: 10.12957/ric.2015.19581.

MONITORAMENTO DA POPULAÇÃO DE CORAGYPS ATRATUS EM CENTRAL DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS E SEU ENTORNO

Data de aceite: 18/02/2020

Evandro Roberto Tagliaferro

Professor Titular, Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Brasil Fernandópolis - SP, Brasil

RESUMO: Centrais de Tratamento de Resíduos (CTR), em alguns casos, compõem um complexo integrado de empreendimentos ou atividades de tratamento e disposição final que se configuram como atratores de aves, caso não sejam tomadas medidas adequadas de prevenção, apresentem falhas de estrutura ou em suas operações. Implantar um plano de manejo de avifauna, com monitoramento populacional, objetivando determinar a abundância de aves em uma escala espaço-temporal, comparando-a com áreas dentro e fora do empreendimento, bem como relacionar os padrões de abundância dessas aves com as atividades praticadas, é uma forma eficaz de verificar a efetividades das ações de manejo e controle implementadas, buscando a melhoria contínua das condições estruturais e de operação dos empreendimentos. Obra extraída e adaptada da original publicada nos Anais do III CONCISUS - Congresso Cidades Sustentáveis do Noroeste Paulista.

PALAVRAS-CHAVE: Controle aviário.

Monitoramento. Controle populacional. Indicadores de gestão.

ABSTRACT: Waste treatment units (WTUs), in certain cases, are composed of an integrated complex of businesses or activities involving waste treatment and disposal, which attract birds when proper measures are not taken to prevent this or when they have structural or operational flaws. To put in place a plan for bird management involving population monitoring, in order to determine the amount of birds within a certain space and time interval, comparing it to areas inside and outside the complex, as well as to relate the patterns of amount of these birds to the activities practiced, is an efficient way of verifying the effectiveness of the implemented handling and control actions, aiming at the continuous improvement of the structural and operational conditions of the complexes. Work originally published in the Annals of the 3rd Congress Cidades Sustentáveis do Noroeste Paulista (“Sustainable cities of the northwestern region of São Paulo State”).

KEYWORDS: Bird control. Monitoring. Population control. Management indicators.

1 | INTRODUÇÃO

As aves urbanas desempenham funções ecológicas diversas nos ecossistemas. Dentre elas o importante papel na remoção de resíduos orgânicos, como é o caso de espécies como o urubu-de-cabeça-preta, uma das aves necrófagas mais abundantes e amplamente distribuída em regiões antropizadas (SICK, 1997).

Segundo Silva e Tereza (2010), a alta disponibilidade de recursos alimentares associado à disponibilidade de abrigo e sítio de nidificação pode favorecer o aumento populacional excessivo destas aves resultando em diversos efeitos negativos.

Pessoa Neto, Tschá e Pedrosa Filho (2006), dentre os problemas associados ao aumento populacional de urubus está o risco aviário; alterações das comunidades animais (relações interespecíficas - predador-presa e competição) (SOUTO, 2008); aumento do risco de transmissão de parasitas, por utilizarem tanto o ambiente natural quanto o antropizado, podendo agir como vetores em ambas as direções (PEREZ, 2008).

Os urubus são animais oportunistas e tendem a se alimentar nos locais onde encontram maior facilidade na obtenção de alimento. Por causa disso, sua presença é muito comum em depósitos de resíduos, aterros controlados, entre outros.

A alta disponibilidade de matéria orgânica presente nestes locais, principalmente nos depósitos de resíduos a céu aberto contribui para a concentração maciça de urubus no interior e entorno dessas áreas (TAGLIAFERRO, 2010).

Entretanto, os aterros sanitários e centrais de gerenciamento/tratamento de resíduos, quando adotados princípios de engenharia aplicados na sua construção e, sobretudo, na sua operação, podem apresentar menor poder atrativo de aves, desde que sejam inseridas diretrizes e procedimentos operacionais específicos no seu conjunto de atividades (TAGLIAFERRO, 2010; SILVA e TEREZA, 2010).

Nesse sentido uma Central de Tratamento de Resíduos (CTR) adotou medidas como parte de um plano de manejo apresentado aos órgãos ambientais, diante das características de suas atividades e por estar inserida em uma microrregião com elevado potencial atrativo, composto por: aterro sanitário municipal, antigo lixão, vegetação recomposta (APP), pequenas matas, paredões e rochedos, graxarias, curtumes, transbordo de resíduos, confinamento e abate de animais, que serviram, por décadas, como atratores de urubus, inclusive proporcionando habitat adequado a sua permanência e reprodução (TAGLIAFERRO, 2010; TAGLIAFERRO, 2018)

As ações resultaram na cobertura e enclausuramento de áreas específicas da CTR, buscando impedir o acesso das aves aos resíduos (alimento), reduzir odores, estímulos visuais, disponibilidade de água e locais de pouso e permanência.

O monitoramento da população de *Coragyps atratus* em toda aquela região deu continuidade as ações e obras implementadas. O objetivo foi avaliar, por meio do programa de monitoramento, a efetividade das medidas adotadas (cobertura e enclausuramento), assim como o uso do hábitat e flutuações da população.

2 | OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar, por meio do programa de monitoramento, a efetividade das medidas de cobertura e enclausuramento de áreas específicas da CTR – Central de Tratamento de Resíduos e seu entorno, assim como o uso do hábitat e as flutuações da população de *Coragyps atratus*.

2.2 Objetivos específicos

- Implementar o programa de monitoramento de avifauna;
- Monitorar o uso do hábitat e as flutuações da população de urubus;
- Avaliar a efetividade das medidas físicas e ambientais adotadas no controle e minimização da presença e proliferação das aves no local e entorno.

3 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo contou com doze campanhas de monitoramento da população de urubus realizadas em 2010 e teve por abrangência as áreas que compõem a CTR e seu entorno, localizadas no município de São José do Rio Preto - SP.

O local foi dividido em: (1) Área Interna (CTR) e (2) Área Externa (Entorno). A seleção das áreas focais internas baseou-se na constatação da ocorrência de urubus, assim como no potencial para sua atração.

O aspecto geral das áreas amostrais onde foram realizadas as contagens de urubus se verifica na Figura 1.

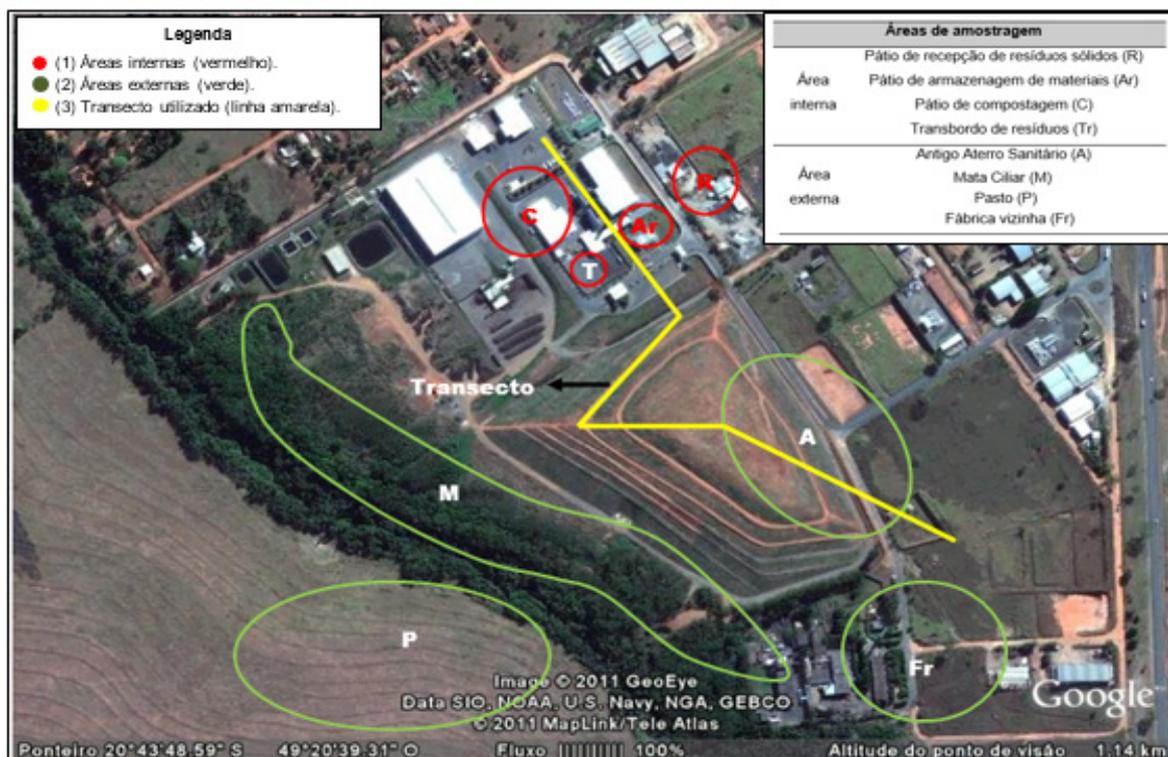


Figura 1 - Aspecto geral das áreas amostrais e Contagem de urubus.

Fonte: Adaptado de Silva e Tereza (2010).

O transecto de aproximadamente 1000 metros foi percorrido no período da manhã (9:00h a 11:00h) e no período da tarde (14:00h a 16:00h) uma vez em cada mês. As amostragens foram realizadas em dias com características similares (céu limpo, etc.).

Segundo Silva e Tereza (2010), as quantificações da abundância de urubus nas áreas foram divididas em duas etapas: (1) Contados os indivíduos em pouso em cada área analisada e (2) Registrados os indivíduos em vôo através de fotodocumentação.

As contagens foram efetuadas utilizando-se binóculos com medidor de distância a laser e máquina fotográfica com aproximação máxima de 24 vezes. O mesmo observador realizou a contagem dos indivíduos minimizando a subjetividade e padronizando o esforço de amostragem.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As campanhas mostraram uma variação na abundância de urubus entre as áreas (espacial) e ao longo dos meses (temporal) que podem ser resumidas em três fases:

(1) Redução acentuada na população coincidindo com as obras de cobertura e enclausuramento dos pátios de compostagem e recepção de resíduos da CTR no mês de fevereiro;

(2) Declínio contínuo da abundância nos meses de março a setembro;

(3) Estabilização com pequenas variações na abundância após o mês de setembro.

Monitoramento - Abundância													
Etapas de registros	Áreas de amostragem	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
		Me	Me	Me	Me	Me	Me						
Indivíduos em Pouso	Recepção de resíduos sólidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Armazenagem de materiais	6,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pátio de compostagem	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Transbordo de resíduos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Aterro Sanitário Municipal	39	1	0	3	1,5	4,5	1	0	0,5	0	0	0
	Mata Ciliar	6	2	3	1,5	2,5	3,5	1,5	0,5	3	0,5	1	2
	Pasto	119	25	14,5	3,5	35	14	4	2,5	6	0,5	16	14,5
	Fábrica vizinha	182	92	81,5	59	71	78	54	40	97	52	47,5	56,5
Total 1		372	121	99	67	110	100	61	43	106	53	64,5	73
Indivíduos em Vão	Central de Tratamento	20	2,5	1,5	7	1	0,5	2	0	0	0	0	0
	Aterro Sanitário Municipal	32,5	24	14	28,5	4	15	8	0	1,5	0	2	0
	Pasto	57,5	35	50,5	10	91,5	115	40	36	2,5	16	30	13,5
	Fábrica	50	70	43,5	21,5	23,5	27	9,5	4	6	7	23,5	0,5
Total 2		160	132	110	67	120	158	60	40	10	23	55,5	14
TOTAL GERAL		532	252	209	134	230	258	120	83	116	76	120	87

Quadro 1 - Abundância de *Coragyps atratus*.
Me (média aritmética dos períodos da manhã e da tarde).

Fonte: Adaptado de Silva e Tereza (2010).

5 | CONCLUSÃO

Os dados demonstraram a completa eliminação dos indivíduos (*Coragyps atratus*) na área da CTR, comprovando o sucesso das medidas do plano de manejo e controle da população executado (cobertura e enclausuramento).

Por outro lado, o registro recorrente dessas aves ao longo do ano, em especial nas áreas de pasto e na fábrica vizinha, demonstrou que ainda existiam fontes atradoras nas áreas externas à CTR, com possível oferta de alimento e presença de abrigos.

De qualquer forma, a redução na população de urubus foi significativa mesmo nessas áreas, o que se considera ser decorrente das ações gestão empregadas internamente na CTR.

REFERÊNCIAS

PEREZ, C. A. et al. Carrapatos do gênero *Amblyomma* (Acari: Ixodidae) e suas relações com os hospedeiros em área endêmica para Febre Maculosa no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 7(4): p. 210-217, 2008.

PESSOA NETO, J. A.; TSCHÁ, E. R.; PEDROSA FILHO, M. X. Controle do perigo aviário causado por aves com adoção de medidas mitigadoras. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XLIV., 2006, Anais [...]. Fortaleza: [s.n.], 2006. p. 1-17.

SICK, H. *Ornitologia Brasileira*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 912 p.

SILVA, B. L. R. ; TERESA, F. B. Monitoramento da População de Urubus, Central de Tratamento de Resíduos. São José do Rio Preto, 2010.

SOUTO, H.N. Ecologia de interações entre *Coragyps atratus* (Bechstein, 1793) e *Caracara plancus* (Miller, 1777) no município de Uberlândia, MG. 2008. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

TAGLIAFERRO, E. R.. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares e de Serviços de Saúde em São José do Rio Preto. In: DIA INTERNACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2010, CTR/CA - SJP. São José do Rio Preto. p. 66. Tema: Resíduos Sólidos. Monitoramento Avifauna. Apresentação.

TAGLIAFERRO, E. R.. Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domiciliares em São José do Rio Preto - Estudo de Caso. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 14., 2018. Anais.... Tupã: Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista - ANA, 2018. v. 14. p. 282-295.

CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM ÁREAS SUBMETIDAS A DIFERENTES USOS NO NORDESTE PARAENSE

Data de submissão: 24/01/2020

Data de aceite: 18/02/2020

Bárbara Maia Miranda

Universidade do Estado do Pará – UEPA, Centro de Ciências Naturais e Tecnologia - CCNT
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0348299988101527>

Arystides Resende Silva

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA Amazônia Oriental
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/1530381776730739>

Gustavo Schwartz

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA Amazônia Oriental
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0774787368316223>

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, EMBRAPA Amazônia Oriental
Belém – Pará
<http://lattes.cnpq.br/3218636712620472>

RESUMO: A caracterização dos atributos do solo é de extrema importância, por retratar o diagnóstico atual do solo e verificar se os métodos empregados estão adequados às condições específicas da atividade. O trabalho teve como objetivo caracterizar as propriedades

químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da região nordeste do estado do Pará submetida a diferentes usos, em uma área reflorestada com espécies nativas e exóticas, em uma área de floresta secundária e de uma área de floresta secundária enriquecida em suas clareiras com espécies potenciais. Foram analisados três sistemas de manejo do solo, sendo eles: área plantio, área controle e área manejo (clareira enriquecida). A amostragem do solo foi realizada em maio de 2018 de amostras compostas retiradas no centro de cada parcela nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Para a caracterização química foram determinados os seguintes parâmetros: pH em H₂O, MO, K, Al, H+Al e P. Com base nessas determinações, foram calculadas, a CTC, V% e m%. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa RStudio®. O resultados evidenciaram que os sistemas de manejo área controle e área manejo indicaram melhores valores dos atributos químicos do solo por maior presença material orgânico e menor tendência a perdas, promovendo maiores resultados de K e V% na camada superficial, além de reduzir o m%, pH e acidez potencial.

PALAVRAS-CHAVE: floresta secundária, enriquecimento de clareiras, solos.

CHARACTERIZATION OF CHEMICAL SOIL ATTRIBUTES IN AREAS SUBJECT TO DIFFERENT USES IN NORTHEAST PARAENSE

ABSTRACT: The characterization of soil attributes is extremely important because it portrays the current soil diagnosis and verifies that the methods employed are appropriate to the specific conditions of the activity. The objective of this work was to characterize the chemical properties of a yellow dystrophic Oxisol in the northeastern region of the state of Pará submitted to different uses, in a reforested area with native and exotic species, in an area of secondary forest and an area of secondary forest enriched in their clearings with potential species. Three soil management systems were analyzed: planting area, control area and management area (enriched clearing). Soil sampling was performed in May 2018 from composite samples taken from the center of each plot at depths of 0-10 and 10-20 cm. For the chemical characterization the following parameters were determined: pH in H₂O, MO, K, Al, H + Al and P. Based on these determinations, the CTC, V% and m% were calculated. Statistical analyzes were performed using the RStudio® program. The results showed that the management systems control area and management area indicated better values of the chemical attributes of the soil by greater organic material presence and less tendency to losses, promoting higher results of K and V% in the superficial layer, besides reducing the m%, pH and potential acidity.

KEYWORDS: secondary forest, enrichment of clearings, soils.

1 | INTRODUÇÃO

A intensidade das atividades antrópicas, principalmente, o avanço da implantação de atividades agropecuárias por meio de culturas anuais, pastagens e reflorestamentos, ao longo dos anos, removem a cobertura vegetal e isso vem provocando desequilíbrio no ecossistema, assim, ameaçando as oportunidades e flexibilidades de melhorar os serviços prestados pela natureza e levando às modificações na qualidade do solo (ARAÚJO et al., 2007; COSTA et al., 2008).

A capacidade do solo em desempenhar uma ou mais funções relacionadas à sustentabilidade da atividade agrícola, seja ela em ambientes naturais ou em ambiente com presença de atividades antrópicas, determina diretamente a qualidade do mesmo, para obter bons aspectos de produtividade, diversidade biológica, manutenção da qualidade do ambiente, promoção da saúde das plantas e animais e da sustentação de estruturas socioeconômicas (CASALINHO et al., 2007).

Logo, qualquer modificação no solo que altere sua estrutura, sua atividade biológica, sua fertilidade, resultando em benefícios ou prejuízos na qualidade do solo e na produtividade de culturas reflete diretamente no agroecossistema (BROOKES, 1995). Sendo assim, é de suma importância avaliar as características físicas, químicas e biológicas de um determinado sistema a fim de optar por melhores sistemas de manejos que promovam sua sustentabilidade.

Estudos têm demonstrado a importância de utilizar dos atributos de um solo para verificar alterações entre diferentes manejos e sistemas, bem como entre fragmentos florestais (MARTINS, et al., 2002; BERTOL, et al., 2004). A caracterização desses atributos é de extrema importância, por retratar o diagnóstico atual do solo e verificar se os métodos empregados estão adequados às condições específicas da atividade (AUDEH et al., 2011) e da região, tornando possível um melhor planejamento e execução de práticas de uso e ocupação, que visam minimizar os fatores que levam a degradação do ambiente.

Muitos autores evidenciam a importância da qualidade física pelo fato desta exercer influência sobre os aspectos químicos e biológicos de forma indireta (ARAÚJO et al., 2007), mas além desses, os atributos químicos atuam diretamente na fertilidade do solo, principalmente, devido aos teores de matéria orgânica, Ca²⁺, Mg²⁺, P disponível, K⁺ e pH sendo parâmetros de grande importância (FRAZÃO et al., 2008).

Por isso, é de crucial estudar as características de um solo em diferentes locais, pois a dinâmica da matéria orgânica e fertilidade do solo são influenciadas por fatores externos, sejam ambientais e por fatores bióticos (ENSINAS et al., 2014; ARAGÃO et al., 2012). São poucos os estudos que retratam a influência dos diferentes sistemas de uso do solo em sua composição química e sua posterior relação com a fertilidade dos solos locais, principalmente na região nordeste do estado do Pará.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo caracterizar as propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da região nordeste do estado do Pará submetida a diferentes usos, em uma área reflorestada com espécies nativas e exóticas, em uma área de floresta secundária e de uma área de floresta secundária enriquecida em suas clareiras com espécies potenciais

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi executado no município de Igarapé-Açu, estado do Pará na propriedade rural Fattoria Piave, de coordenadas 1° 6' 36,15"S e 47°34'28"W, a uma altitude de aproximadamente 50 m. Segundo Köppen, o clima enquadra-se no tipo Am, quente e úmido, com precipitação pluviométrica em torno de 2.500mm durante o ano e temperatura média anual de 26° C. O material de origem procede de sedimentos do pleistoceno, quaternário, de cujas deposições mineralógicas formam solos arenosos. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo Distrófico Coeso textura média (EMBRAPA, 2013).

Foram analisados três diferentes usos do solo (Tabela 1), sendo eles: área plantio, área controle e área manejo. Cada área foi demarcada em uma área de 1 hectare a qual foi subdividida em parcelas de 10 m x 10 m, totalizando 100 parcelas de 100 m². A amostragem do solo foi realizada em maio de 2018 no centro de cada parcela nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm, onde foi coletada uma amostra simples a cada

quatro parcelas centrais nas duas profundidades em estudo, perfazendo uma amostra compostas. Resultando no total para cada área de 25 amostras compostas para cada profundidade.

Sistema de manejo	Símbolo	Uso e manejo
Área Plantio	AP	Área onde foi realizado o plantio de 8 espécies florestais, entre nativas e exóticas.
Área Controle	AC	Área com capoeira de floresta secundária de 17 anos de idade.
Área Manejo	AM	Área com capoeira de floresta secundária onde foi realizada abertura de clareiras para enriquecimento com espécies potenciais.

Tabela 1. Uso de um Latossolo Amarelo Distrófico Coeso da região nordeste do estado do Pará, município de Igarapé-Açu, PA.

Para a caracterização química foram determinados os seguintes parâmetros: pH em H₂O, MO, Ca, K, Al, H+Al e P seguindo metodologia da Embrapa (2017). Com base nessas determinações, foram calculadas, a capacidade de troca de cátions a pH 7,0 (T), a percentagem de saturação por base (V) e a percentagem de saturação por alumínio (m).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, a 5 % de probabilidade. Quando estabelecidas diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, foi aplicado o teste Tukey em nível de 95% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas por meio dos softwares Microsoft Office Excel® 2013 e RStudio®.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os solos analisados expressaram elevada acidez, na faixa de $4 < \text{pH} < 5$. Constatase, que as profundidades não demonstraram diferenças significativas, entretanto, a área de plantio demonstrou leve aumento de acidez, paralelo ao maior nível de Al, em comparação aos demais sistemas de manejo (Tabela 2).

De acordo com afirmações de Costa et al. (2019) os resultados da elevada acidez podem ser influenciados pelas coberturas vegetais em cada manejo, por processos de incorporação da matéria orgânica e os exsudatos ácidos liberados pelas raízes dos vegetais de cobertura, tendo em vista que em nenhum dos sistemas foi realizado processo de calagem.

Os solos sob área de plantio (AP) apresentaram os maiores teores de Al, quando comparado a área controle (AC) e área manejo (AM), entretanto, os valores obtidos em todos os usos, de acordo com Sobral et al. (2015) são classificados como médios, com variação em 0,5-1,0 cmolc dm⁻³. Na superfície do solo os valores de Al foram menores em comparação aos valores obtidos na profundidade de 0,10-0,20 m.

Tratando-se da acidez potencial (H+Al) dentre os manejos, os menores valores

foram obtidos na AC e AP comparando ao outro sistema que expressou alta presença de acidez trocável e não trocável, sendo justificável por ser o sistema mais ácido e que expressou maior presença de alumínio, sem evidenciar diferenças significativas entre as profundidades.

Em relação a MO, as áreas AC e AM apresentaram maiores teores, quanto às profundidades a camada mais superficial apresentou altos valores, resultados compatíveis nos sistemas com maior presença de cobertura vegetal por isso maior deposição de serapilheira, principalmente na camada mais superficial do solo pela maior atividade biológica.

Os valores médios de P demonstraram que em todos os sistemas de manejo, os teores foram classificados em níveis baixos conforme Sobral et al. (2015) (Tabela 2), esses valores são característicos de solos da região em estudo. O valor de P foi maior no sistema AP em comparação aos demais (AC e AM), a presença de P neste sistema pode estar associada à deposição de fertilizantes na superfície do solo. Quanto à disponibilidade de P nos sistemas estudados, os maiores valores foram expressos na camada superior (0-0,10 m), haja vista que é um elemento que quando disponível é de rápida absorção pelas raízes. Tendo em consideração que o P é um elemento de baixa mobilidade no solo é com grande dificuldade que este elemento se move atingindo maiores profundidades no solo.

Os teores de CTC identificados como baixos, não tiveram correlação com os teores de MO nos sistemas estudados (Tabela 2), sendo influenciado diretamente pelo teor de H + Al resultando no aumento da CTC que, neste caso, favoreceram a camada mais superficial do solo (0-0,10) e não demonstraram diferenças significativas entre os sistemas. A acidez potencial foi exclusivamente dominada por íons H⁺, pois o nível de Al no solo foi insuficiente para resultar em alterações (Tabela 2). Resultados também confirmados em estudo de Santos et al. (2017) realizado em latossolo sob diferentes tipos de manejo, a capacidade de troca catiônica foi influenciado pelo presença de H + Al, principalmente por íons H⁺.

SM(1)	pH H ₂ O	P mg dm ⁻³	M.O g kg ⁻¹	Al -----cmolc dm ⁻³ -----	H+Al	CTC
AP	4.44B	3.90A	6.17B	0.90A	4.36A	4.79A
AC	4.73A	3.00B	8.26A	0.75B	3.90B	4.60A
AM	4.79A	2.62C	8.45A	0.66B	3.88B	4.53A
Profundidades						
0-0,10 m	4.65a	4.04a	10.51a	0.65b	4.15a	5.02a
0,10-0,20 m	4.66a	2.31b	4.74b	0.89a	3.95a	4.25b
CV (%)	4.5	24.95	48.36	25.78	18.08	17.48

Tabela 2. Médias de pH (H₂O), Fósforo (P), Matéria Orgânica (M.O); Alumínio (Al), Acidez efetiva (H+Al) e Capacidade de Troca Catiônica (CTC) de um Latossolo Amarelo Distrófico Coeso obtidos nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m em diferentes usos do solo, Igarapé-Açu (PA).

(1) Letras maiúsculas comparam Sistemas de manejo entre colunas. Letras minúsculas comparam profundidades nas colunas. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. AP: Área Plantio; AC: Área Controle e AM: Área Manejo.

Os resultados das médias de K na tabela 3 expressaram valores caracterizados como baixos de acordo com classificação para interpretação de resultado de solos de Sobral et al. (2015). Os maiores valores são identificados na camada mais superficial do solo em todos os sistemas de manejo. Valores médios que são justificados por esse elemento ser altamente móvel, característico de fertilizantes minerais, e está sujeito a lixiviação da precipitação do tipo de clima da área de estudo (RONQUIN, 2010).

Conforme relatam Costa et al. (2005), a ciclagem de nutrientes promovem aumento de K no solo, resultante da serrapilheira, sendo identificado neste estudo com maior presença do elemento na superfície do solo onde há maior acúmulo de material orgânico e nos sistemas com maiores valores de MO.

Solos ácidos e com baixa CTC resultam em maiores perdas de K, por meio da lixiviação, especialmente nas camadas mais subsuperficiais conforme afirmação de Lustosa Filho et al. (2017), em um estudo de nutrientes sob diferentes sistemas de uso e manejo do solo em latossolo do cerrado, afirmativa comprovada nos resultados deste trabalho com a menor presença de K no sistema AP, sendo o mais ácido dentre os demais sistemas de manejo analisados.

Propriedades	Profundidade (m)	Sistema de manejo do solo			
		AP	AC	AM	CV(%)
K (mg dm ⁻³)	0-0,10	15.18Ba	27.60Aa	26.32Aa	29.59
	0,10-0,20	10.54Bb	15.11Ab	11.59Bb	
V %	0-0,10	11.57Ba	20.83Aa	19.82Aa	32.47
	0,10-0,20	6.33Ab	8.37Ab	7.08Ab	
m %	0-0,10	58.17Ba	33.62Aa	39.76Aa	17.57
	0,10-0,20	77.06Bb	69.36Ab	76.71Bb	

Tabela 3. Médias de Potássio (K), Saturação por base (V) e Saturação por alumínio (m) de um Latossolo Amarelo Distrófico Coeso obtidos nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m em diferentes sistemas usos do solo, Igarapé-Açu (PA).

Medias seguida de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a de 5%.

A saturação por base (V%) não apresentou médias maiores que 50% (Tabela 3), caracterizando solos distróficos, deficientes em bases lixiviadas e ocupados por cargas negativas resultantes da presença de íons que geram acidez no solo (H e Al). Há maior redução das médias com aumento da profundidade do solo, simultâneo ao aumento de Al, o que torna o solo mais ácido e prejudicial ao desenvolvimento das raízes das plantas.

O uso AP revelou os menores valores em todas as profundidades quando comparados aos demais, sendo o de menor presença de MO, aumentando os impactos da precipitação ocasionando em maior lixiviação de bases e tornando o solo sob esse uso mais ácido.

As médias de saturação por alumínio estão entre valores altos (20,1 – 45) e muitos altos (>45) de acordo com classificação de Osaki (1991) (Tabela 3). Os valores classificados como altos, sendo menores em comparação aos demais, foram nos usos AC e AM na superfície do solo, o aumento da profundidade aumentou os valores de m%, expressando ambientes altamente prejudiciais ao desenvolvimento das raízes, podendo dificultar o alongamento e a divisão celular.

4 | CONCLUSÃO

Os usos do solo, área controle e área manejo indicou melhores resultados nos atributos químicos do solo por maior presença material orgânico e menor tendência a perdas, promovendo maiores resultados de K e V% na camada superficial, além de reduzir o m%, pH e acidez potencial.

O uso área de plantio evidenciou poucos benefícios aos atributos químicos estudados nesse trabalho, sendo favorável somente à presença de P na camada mais superficial.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, D. V.; CARVALHO, C. J. R. de; KATO, O. R.; ARAÚJO, C. M. de; SANTOS, M. T. P. dos; MOURÃO JUNIOR, M. Avaliação de indicadores de qualidade do solo sob alternativas de recuperação do solo no Nordeste Paraense. **Acta Amazônica**, v. 42, n. 1, p. 11-18, 2011.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v. 31, n.5, p. 1099-1108, 2007.
- AUDEH, S. J. S.; LIMA, A. C. R.; CARDOSO, I. M.; CASALINHO, H. D.; JUCKSCH, I. J.; Qualidade do solo: uma visão etnopedológica em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. **Rev. Bras. de Agroecologia**, p.34-48. 2011.
- BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 155-163, 2004.
- BROOKES, P. C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biology and Fertility of Soils**, v. 19, p. 269-279, 1995.
- CASALINHO, H. D.; MARTINS, S. R.; SILVA, J. B.; LOPES, A. S. Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas-RS, v. 13, n. 2, p. 95-203, 2007.
- COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 323-332, 2008.
- COSTA, G. S.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; CUNHA, G. M. Decomposição e liberação de nutrientes da serapilheira foliar em povoamento de *Eucalyptus grandis* no norte fluminense. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 4, p. 563-570, 2005.

COSTA, H. S.; SANTOS, T. S.; CÂNDIDO, J. S.; JESUS, L. M.; SOUZA, T. A. A.; MARTINS, J. C. Indicadores químicos de qualidade de solos em diferentes coberturas vegetais e sistemas de manejo. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, p. 42-48. 2019.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rer. e ampl. Brasília, Embrapa, 2017. 574p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

ENSINAS, S. C.; MARCHETTI, M. E.; SILVA, E. F.; POTRICH, D. C.; MARTINEZ, M. A. Atributos químicos, carbono e nitrogênio total em Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso do solo. **Global Science Technology**, Rio Verde -GO, v. 7, n. 2, p.24-36, 2014.

FRAZÃO, L. A.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. J.; CERRI, C.C.; CERRI, C. E. P. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 43, n. 5, p. 641-648, 2008.

LUSTOSA FILHO, J. F.; NÓBREGA, J. C. A.; FURTINI NETO, A. E.; SILVA, C. A.; NÓBREGA, R. S. A.; PRAGANA, R. B.; DIAS, B. O.; GMACH, M. R. Nutrient availability and organic matter content under different soil use and management. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.12, n.4, p.475-483, 2017.

MARTINS, S. G.; NAVES, M. L. S.; CURI, N.; MARTINS, M. F. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico sob diferentes povoamentos florestais. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 32-42, 2002.

OSAKI, F. **Calagem e adubação**. Campinas: Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola, 1991. 503 p.
SANTOS, O. F.; SOUZA, H. M.; OLIVEIRA, M. P.; CALDAS M. B.; ROQUE C. G. Propriedades químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 1, p. 36–42, 2017.

Santos, G. A.; Silva, L. S.; Canellas, L. P.; Camargo, F.O. **Fundamentos de matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª ed. 2008.

RONQUIM, C.C. 2010. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite. Embrapa Monitoramento por Satélite. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v.8, 26 p.

SOBRAL, L. F.; BARRETTO, M. C. de V.; SILVA, A. J. da; ANJOS, J. L. dos. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de Solos**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 13 p. (Documentos / Embrapa Tabuleiros Costeiros, ISSN 1678-1953; 206), 2015.

ATIVIDADE ALELOPÁTICA DE *NERIUM OLEANDER* L. E *DIEFFENBACHIA PICTA* SCHOTT EM SEMENTES DE *LACTUCA SATIVA* L. E *BIDENS PILOSA* L.

Data de aceite: 18/02/2020

Luiz Augusto Salles das Neves

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Departamento de Biologia, Santa Maria, Rio Grande do Sul

Raquel Stefanello

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Departamento de Biologia, Santa Maria, Rio Grande do Sul

Kelen Haygert Lencina

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento Fitotecnia, Santa Maria, Rio Grande do Sul

RESUMO: Extratos aquosos de folhas verdes de *Nerium oleander* L. *Dieffenbachia picta* Schott nas concentrações 0; 0,0625; 0,125 e 0,25 mg/mL foram preparados com o objetivo de se determinar a potencialidade alelopática dessas espécies largamente utilizadas como plantas ornamentais, sobre sementes de alface (planta-teste) e *Bidens pilosa* L. O experimento foi conduzido no Laboratório de Genética da Universidade Federal de Santa Maria, durante o mês de janeiro de 2007. Foram avaliados a primeira contagem da germinação (PCG), germinação (G), o índice de velocidade de germinação (IVG), os comprimentos das raízes e da parte aérea e a biomassa fresca (MF). Ambas as espécies mostraram tendência a

reduzirem os parâmetros fisiológicos analisados a partir da concentração de 0,125 mg/mL, sendo que as sementes de *Bidens pilosa* L. foram mais sensíveis que as de alface. O IVG foi o parâmetro que mostrou maior redução com o aumento da concentração dos extratos e a MF das plântulas de alface e *Bidens pilosa* L. foram reduzidas a partir da concentração de 0,0625 mg/mL. Ambos os extratos mostraram atividade potencialmente alelopática.

PALAVRAS-CHAVE: Alelopatia, extratos aquosos; germinação; IVG; biomassa fresca

ALLELOPATHIC ACTIVITY OF *NERIUM OLEANDER* L AND *DIEFFENBACHIA PICTA* SCHOTT IN SEEDS OF *LACTUCA SATIVA* L. AND *BIDENS PILOSA* L.

ABSTRACT: Aqueous extracts from green leaf of *Nerium oleander* L. and *Dieffenbachia picta* Schott in concentration 0; 0,0625; 0,125 and 0,25 mg/mL were prepared with the objective of studying the allelopathic potential of these species broadly used like ornamental plants, above lettuce seeds (test plant) and *Bidens pilosa* L. The experiments were carried out at the Genetic Laboratory of Santa Maria Federal University, in January, 2007. The first count of germination (PCG), germination (G), germination speed index (IVG), the length of the roots and the aerial parts and the biomass

fresh (MF) were evaluated. Both the species had shown trend to reduce the analyzed physiological parameters from the concentration of 0,125 mg/mL, being that the seeds of *Bidens pilosa* L. they had been more sensible than of lettuce. The IVG it was the parameter that showed a greater reduction with the increase of the concentration of extracts and the MF of plants of lettuce and *Bidens pilosa* L. had been reduced from the concentration of 0,0625 mg/mL. Both the extracts had shown potentially allelopathic activity.

KEYWORDS: Allelopathy, aqueous extracts, germination, IVG, biomass fresh

1 | INTRODUÇÃO

O termo alelopatia, criado por Molish em 1937, refere-se a qualquer ação de uma planta sobre outra, favorecendo ou prejudicando a segunda, por meio de componentes químicos produzidos pela própria planta (RICE, 1984). Essas substâncias químicas, denominadas aleloquímicos, são derivadas do metabolismo secundário das plantas (TAIZ e ZIEGER, 2002) e que, quando liberadas no ambiente, estimulam ou inibem a germinação de sementes e/ou o desenvolvimento das demais plantas do seu entorno (RIZVI et al., 1992; RODRIGUES e LOPES, 2001).

Atualmente são conhecidos cerca de 10 mil produtos fitoquímicos com potencial alelopático pertencentes aos mais variados grupos químicos. Dentre eles estão os ácidos fenólicos, as cumarinas, os terpenóides, flavonóides, alcalóides, glicosídeos cianogênicos (MEDEIROS, 1990).

Os efeitos desses compostos potencialmente alelopáticos são pesquisados por meio de extratos aquosos e/ou alcoólicos derivados tanto de plantas cultivadas quanto de medicinais. Trabalhos nesse sentido apontam que extratos aquosos das raízes, caules e folhas de arroz demonstram efeito alelopático potencial em *Lactuca sativa* L. e *Heteranthera limosa* Vahl (EBANA et al. 2001). Por sua vez, Souza et al. (2005 b) analisaram a atividade alelopática e citotóxica dos extratos aquoso de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss.) sobre sementes de alface. Já, Mazzafera (2003), utilizou extratos etanólicos de cravo da Índia sobre sementes de rabanete, tomate, trigo, alface, *Impatiens balsamina* e *Crotalaria spectabilis*, para analisar os efeitos alelopáticos desses extratos.

Diante do exposto percebe-se que há consideráveis estudos de efeitos alelopáticos de plantas cultivadas e medicinais. Entretanto, ao que se refere a estudos de efeitos alelopáticos de plantas tóxicas, pouco tem sido descrito.

Dentre as plantas consideradas tóxicas estão a comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia picta* Schott) e a espirradeira (*Nerium oleander* L.). A primeira pertence a família Araceae, é originária da América do Sul e Central, sendo usada no nosso meio como planta ornamental de interiores. Suas folhas, caules e raízes possuem células especializadas denominadas de idioblastos, que guardam grande quantidade de cristais de oxalato de cálcio, além disso, sua seiva apresenta saponinas, o que a

torna capaz de intoxicar pessoas e animais que a ingerirem (FLORES et al. 2001). A segunda pertence a família Apocynaceae e é originária do norte da África, Mediterrâneo e sul da Ásia. É usada como planta ornamental de jardins e é considerada tóxica por suas folhas possuírem glicosídeos cardiotoxícos denominados oleandrina e neriantina (BARG, 2004).

Os efeitos de produtos potencialmente aleloquímicos são basicamente testados em alface, considerada, atualmente, como planta-teste. Todavia poucas são as referências que citam a análise de aleloquímicos em sementes de plantas infestantes como picão preto (*Bidens pilosa* L.). O picão preto é originário da América tropical, com maior ocorrência na América do Sul. Atualmente é uma planta disseminada por quase todo território nacional sendo que a maior incidência está nas áreas agrícolas do centro-sul do Brasil, considerada, portanto, como uma das piores infestantes de culturas anuais (KISSMANN e GROTH, 1995).

Baseado no exposto, o objetivo do presente trabalho foi o de analisar o desempenho fisiológico de sementes de picão preto, especificamente, e alface como planta-teste, tratados com extratos aquosos de folhas verdes de comigo-ninguém-pode e de espirradeira, assim como verificar o efeito alelopático potencial dessas duas plantas tóxicas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Genética Vegetal, do Departamento de Biologia/CCNE/UFSM utilizando sementes de picão preto (*Bidens pilosa* L.) e alface (*Lactuca sativa* L.), os extratos aquosos de folhas verdes comigo-ninguém-pode (*Dieffenbachia picta* Schott) e espirradeira (*Nerium oleander* L.) foram obtidos de acordo com a metodologia de Goetze e Thomé (2004). Folhas jovens de cada uma das espécies, na quantidade de 25 gramas, foram maceradas no liquidificador com 100 mL de água destilada durante 2 minutos. O extrato obtido foi filtrado e imediatamente utilizado nos testes. As diferentes concentrações utilizadas foram obtidas pelas diluições desses extratos atingindo a concentração de 1:4 (0,25mg/mL); 1:8 (0,125 mg/mL) e 1:16 (0,0625 mg/mL), além da testemunha como controle negativo. Utilizou-se igualmente o controle positivo. Para tanto, semeou-se 1200 sementes em 4 repetições, em caixa de gerbox contendo 50 sementes, deixou-se germinar por 4 dias em câmara de crescimento do tipo Mangeldorf e após aplicou-se o herbicida Roundup (Glyphosate) na dosagem recomendada pelo fabricante, obtendo-se com isso um controle de 98%. Os testes de qualidade fisiológica das sementes foram realizados conforme metodologias abaixo descritas.

Teste de germinação (G) – foi conduzido com 1200 sementes divididas em 4 repetições de 300 sementes semeadas em 6 caixas gerbox, utilizando-se como substrato papel do tipo germitest previamente umedecido com os extratos aquosos. As caixas de gerbox foram colocadas em estufa do tipo Mangeldorf, na temperatura de 25°C. Os resultados foram determinados em porcentagem de sementes

germinadas aos 7 dias após sementeira (ADEGAS et al. 2003). **Primeira contagem da germinação (PCG)** – realizado conjuntamente com o teste de germinação aos 4 dias após sementeira (ADEGAS et al. 2003). Os resultados foram determinados em porcentagem de sementes germinadas. **Índice de velocidade de germinação (IVG)** - determinado pela contagem diária das sementes germinadas sendo que os valores lidos foram colocados na seguinte fórmula: $IVG = (G^1 - G^0)/N^1 + (G^2 - G^1)/N^2 + \dots + (G^n - G^{n-1})/N^n$; onde G^0 é a contagem no primeiro dia, G^1 no segundo dia, ..., G^n no enésimo dia, N^1 é o primeiro dia após sementeira, N^2 o segundo dia, ..., N^n o enésimo dia, segundo Vieira e Carvalho (1994); **comprimento da parte aérea e das raízes das plântulas** – obtido no final do teste de germinação das sementes (POPINIGIS, 1985) e os resultados expressos em mm; **peso da matéria fresca das plântulas** – as plântulas foram retiradas das caixas de gerbox determinando-se a matéria fresca gravimetricamente e os resultados expressos em gramas (POPINIGIS, 1985).

Os testes foram realizados no delineamento totalmente casualizados, as médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% e submetidas a análise de regressão.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 A observa-se que a PCG de ambas as espécies, alface e picão preto, foram reduzidas a partir da concentração de 0,125 mg/mL pelos extratos aquosos de espirradeira. Enquanto que, na figura 1 B, sob ação de extratos aquosos de comigo-ninguém-pode, as sementes de picão preto mostraram redução significativa a partir da concentração de 0,0625 mg/mL.

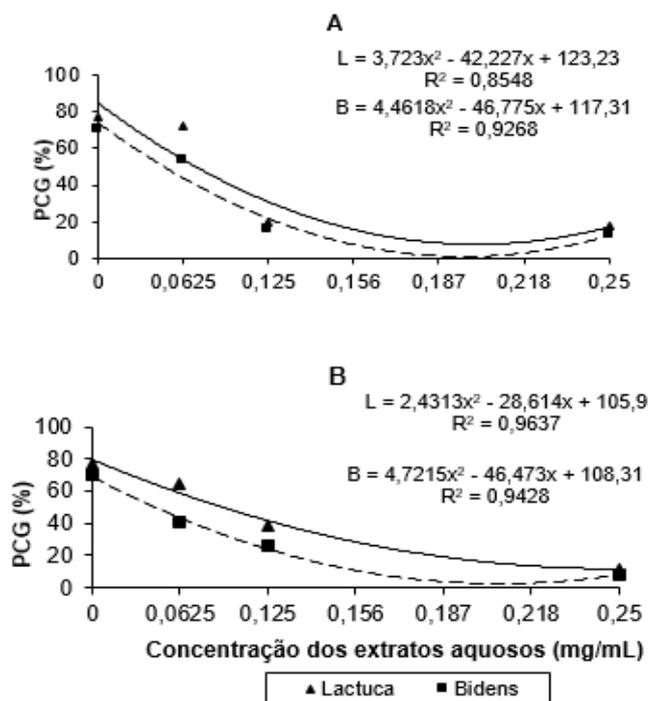


Figura 1 – Efeitos dos extratos aquosos de espirradeira (A) e comigo-ninguém-pode (B) nas concentrações de 0; 0,0625; 0,125 e 0,25 mg/mL sobre a primeira contagem da germinação (PCG) de sementes de alface (L) e picão preto (B). Santa Maria, RS, 2007.

Reduções da PCG em sementes de alface foram observadas por Souza et al. (2005 a) quando trataram as sementes com extratos aquosos de *Mikania glomerata* Spring (guaco) *Casearia sylvestris* Sw e *Luhea divaricata* Mart. et Zuce (açoita cavalo).

Na figura 2 estão representados os efeitos dos extratos aquosos de espirradeira e comigo-ninguém-pode sobre a germinação de sementes de alface e picão preto. Em ambas as figuras (A e B) nota-se que as sementes de alface tiveram estímulo na concentração mais baixa e inibição a partir da concentração de 0,125 mg/mL, apesar da ação do extrato aquosos de espirradeira ter sido mais fitotóxico na concentração de 0,25 mg/mL. Isso demonstra que as menores concentrações não têm efeito fitotóxico para essa espécie e que o efeito somente aparece nas concentrações mais altas. Entretanto, percebe-se que para picão preto o efeito mais drástico foi devido aos extratos aquosos de comigo-ninguém-pode, pois a redução da germinação ocorreu na concentração mais baixa (0,0625 mg/mL), embora essa não tenha diferido das demais concentrações. Por outro lado, percebe-se que há tendência de maior fitotoxicidade na concentração de 0,187 mg/mL.

Nesse caso, pode-se atribuir a redução da germinação de sementes de picão preto a ação fitotóxica dos oxalatos de cálcio presentes nas soluções aquosas de folhas de comigo-ninguém-pode, associados a saponinas presente no látex da planta.

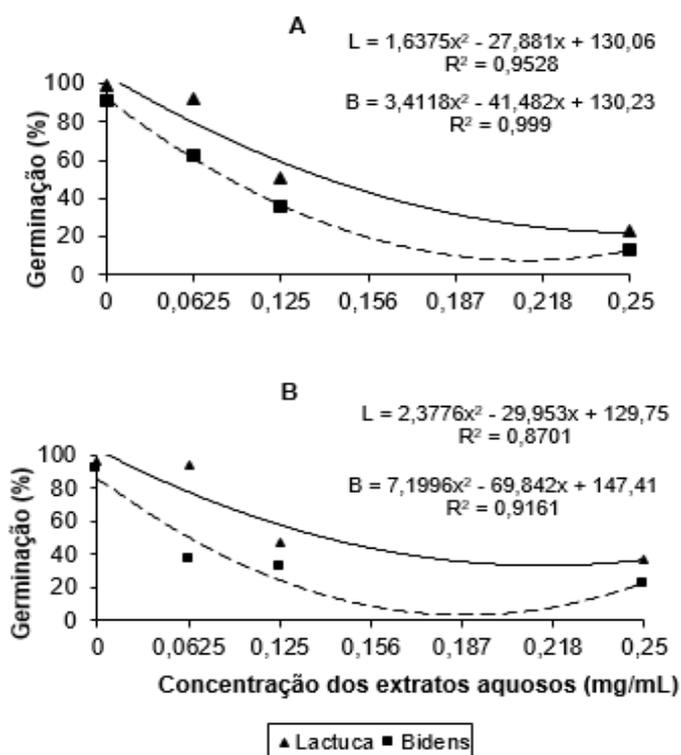


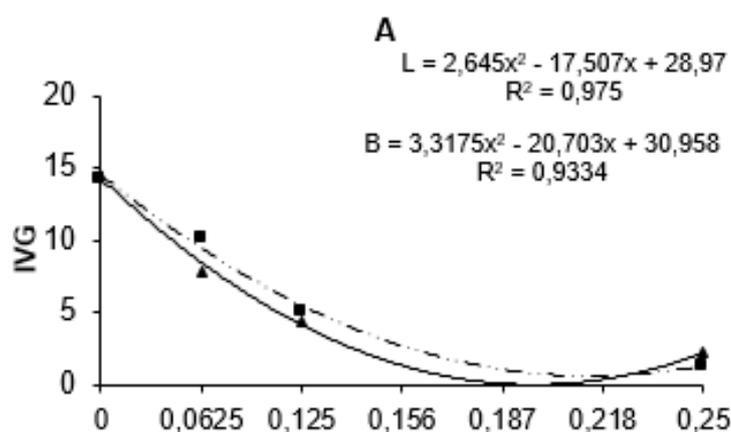
Figura 2 - Efeitos dos extratos aquosos de espirradeira (A) e comigo-ninguém-pode (B) nas concentrações de 0; 0,0625; 0,125 e 0,25 mg/mL sobre a germinação (G) de sementes de alface (L) e picão preto (B). Santa Maria, RS, 2007.

Reduções da germinação de picão preto foram observados por Cruz et al. (2002) quando aplicaram extratos brutos aquosos de *Tetradimia riparia*, *Artemísia*

camphorata, *Ruta graveolens*, *Romarinus officinalis* e *Cymbopogon witerianus*. Em sementes de alface a germinação foi reduzida com o aumento das concentrações de *Mikania glomerata* e *Casearia sylvestris* (Souza et al. 2005 a), entretanto, extratos aquosos de *M. ilicifolia* provocaram estímulo na germinação de sementes de alface nas concentrações baixas (≤ 10 mg/mL) e inibição nas altas (≥ 40 mg/mL) (Souza et al. 2005 b) quando submetem essas sementes a extratos aquosos de parte aérea de *Crotalaria juncea* L.

A redução da PCG e G por efeito dos extratos aquosos de espirradeira e comigo-ninguém-pode, de ambas as espécies de sementes aqui estudadas evidenciam que a mobilização de reservas nutritivas tenham sido, provavelmente, afetadas, influenciando diretamente a emissão do eixo radícula-hipocótilo. Esses resultados são corroborados por Pires et al. (2001) onde o aumento das concentrações de extratos aquosos de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Witt) reduziram a PCG e a G de picão preto e caruru por ação inibitória dos componentes nutritivos das sementes.

A figura 3 representa o índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de alface e picão preto sob ação dos extratos aquosos de espirradeira e comigo-ninguém-pode. Em ambas figuras (A e B) verifica-se a redução do IVG com o aumento da concentração dos extratos aquosos, embora as concentrações de 0,125 e 0,25 mg/mL não tenham diferido entre si, para ambos os extratos utilizados e para ambas as sementes testadas, o que permitiu um ajuste numa curva de regressão polinomial. Percebe-se ainda que o efeito dos extratos aquosos de comigo-ninguém-pode foi mais fitotóxico que o de espirradeira na concentração de 0,125 mg/mL, pois observa-se maior tendência a redução do IVG.



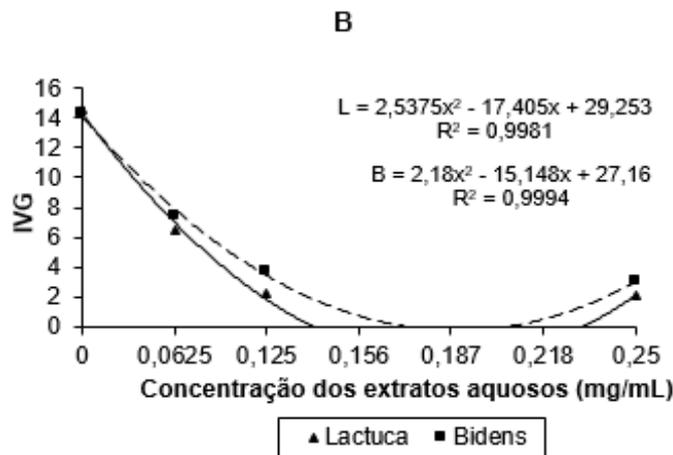


Figura 3 - Efeitos dos extratos aquosos de espirradeira (A) e comigo-ninguém-pode (B) nas concentrações de 0; 0,0625; 0,125 e 0,25 mg/mL sobre o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de alface (L) e picão preto (B). Santa Maria, RS, 2007.

Esses resultados evidenciam que os extratos aquosos de espirradeira e de comigo-ninguém-pode diminuíram a velocidade de desdobramento e translocação dos componentes nutritivos para a radícula e hipocótilo. Presume-se, nesse caso, que o oxalato de cálcio presentes nas folhas de comigo-ninguém-pode e as saponinas e os glicosídeos cianogênicos das folhas de espirradeira (oleandrina e neriantina) tenham desempenhado o papel de inibidores de reações enzimáticas no interior das sementes.

Reduções significativas na germinação e no IVG de sementes de picão preto foram verificadas por Teixeira *et al.* (2004) quando usaram extratos aquosos de *Crotalaria juncea* L., mucuna preta, mucuna rajada e guandu comum, sendo que a primeira espécie atingiu 35,5% de redução da germinação.

O comprimento da parte aérea e das raízes foram verificados após o teste de germinação e as figuras 4 e 5 mostram os resultados obtidos em 7 dias após a semeadura.

Na figura 4 A percebe-se que ocorre redução das raízes com o aumento na concentração dos extratos aquosos. Tanto as raízes de picão preto como as de alface, pela ação dos extratos aquosos de folhas de espirradeira, mostraram reduções significativas nas concentrações acima de 0,125 mg/mL, sendo que a concentração de 0,0625 mg/mL não diferiu do controle, principalmente para picão preto.

Na figura 4 B o comprimento das raízes, submetidas aos extratos aquosos de comigo-ninguém-pode, foi afetado de forma diferente do anterior, pois em ambas as espécies, houve estímulo na concentração de 0,0625 mg/mL, e inibição nas demais concentrações. A concentração de 0,125 mg/mL mostrou maior efeito fitotóxico, apesar de não ter diferido da concentração de 0,25 mg/mL.

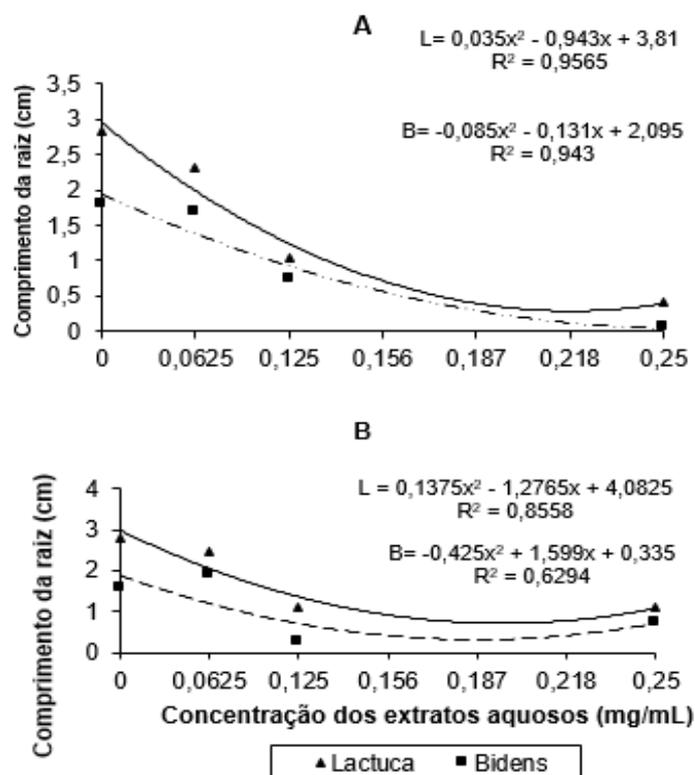


Figura 4 - Efeitos dos extratos aquosos de espirradeira (A) e comigo-ninguém-pode (B) nas concentrações de 0; 0,0625; 0,125 e 0,25 mg/mL sobre o comprimento da raiz das plântulas de alface (L) e picão preto (B). Santa Maria, RS, 2007.

O sistema radicular das plantas é o mais sensível a ação de aleloquímicos, porque o seu alongamento depende das divisões celulares, que, se inibidas, comprometem o seu desenvolvimento normal. Além disso, as sementes que levam mais tempo para germinar, medido pelo IVG (Figura 3) possuem maior dificuldade para alongar o sistema radicular, pois ficam mais tempo em contato com os aleloquímicos presentes nos extratos aquosos. E ainda, apesar das folhas de comigo-ninguém-pode ter grande quantidade de cristais de oxalato de cálcio, sua seiva possui saponinas que, segundo Silva (2004), são terpenóides glicosados que estão diretamente ligados aos efeitos alelopáticos. No caso em estudo percebe-se que nas concentrações maiores ($\geq 0,125$ mg/mL) o IVG foi reduzido e o alongamento das raízes também.

O número de trabalhos que associam efeito alelopático a citogenética são raros, entretanto Pires *et al.* (2001) verificaram que extratos aquosos de leucena reduziram o índice mitótico nas raízes de milho, comprometendo o seu alongamento normal. Por sua vez, Souza *et al.* (2005 b) verificaram a existência de distúrbios celulares (pontes anafásicas) em células de raízes de alface cujas sementes foram submetidas a extratos aquosos de espinheira-santa.

Efeitos alelopáticos de plantas ornamentais tóxicas foram analisados por Machado *et al.* (2003), utilizando sementes de alface. Esses autores verificaram que extratos hidoalcóolicos (5%) de *Allamanda cathartica* L., *Ruta graveolens* L., *Zantedeschia aethiopica* e *Ricinus communis* L. inibiram o comprimento da radícula em torno de 75%.

Os extratos aquosos de espirradeira e de comigo-ninguém-pode reduziram acentuadamente a parte aérea a partir da concentração de 0,125 mg/mL (Figura 5 A e B). A concentração de 0,0625 mg/mL, para os dois extratos e para ambas as espécies estudadas, não diferiu do controle. Entretanto, observou-se na figura 5B que a ação dos extratos aquosos de comigo-ninguém-pode tendeu a reduzir o comprimento da parte aérea a partir da concentração de 0,218 mg/mL.

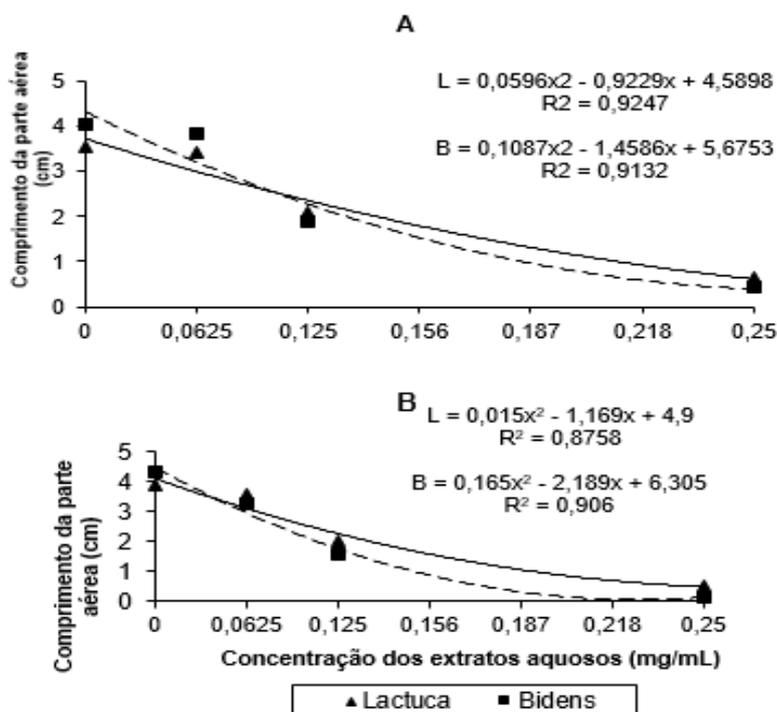


Figura 5 - Efeitos dos extratos aquosos de espirradeira (A) e comigo-ninguém-pode (B) nas concentrações de 0; 0,0625; 0,125 e 0,25 mg/mL sobre o comprimento da parte aérea das plântulas de alface (L) e picão preto (B). Santa Maria, RS, 2007.

O alongamento da parte aérea, assim como das raízes, é dependente das divisões celulares, da formação do câmbio e dos vasos xilemáticos e essas estruturas são dependentes da partição de nutrientes pela plântula. Se, no caso em estudo, os extratos aquosos reduziram a parte aérea, pressupõe-se que afetaram diretamente algumas dessas estruturas citadas, haja vista que o citrionelol, derivado da casca de citrus, demonstrou potencial lesivo, alterando as estruturas ontogenéticas das plântulas de amendoim bravo, reduzindo drasticamente a largura do câmbio vascular e o diâmetro do xilema, o que se refletiu na redução da parte aérea (GUSMAN et al. 1994). Além disso, observa-se que nesses experimentos também houve redução do IVG cujas causas poderão estar no particionamento de substâncias nutritivas derivadas do endosperma das sementes.

Reduções no hipocótilo de plântulas de alface foram observados por Machado et al. (2003) quando submeteram as sementes a extratos hidroalcoólicos de *Zantedeschia aethiopica*, *Ruta graveolens*, *Sansevieria trifasciata* e *Allamanda cathartica*. Esses autores verificaram que a redução do hipocótilo atingiu 70% na concentração de 5% do extrato vegetal, apontando para um efeito alelopático dessas espécies.

Na figura 6 estão representados os efeitos dos extratos aquosos de espirradeira e de comigo-ninguém-pode sobre a massa fresca (MF) das plântulas de alface e picão preto obtida após o teste de germinação. Observa-se que houve redução significativa com o crescimento das concentrações de ambos extratos aquosos, entretanto verifica-se que os extratos aquosos de comigo-ninguém-pode demonstraram maior efeito fitotóxico, pois na concentração de 0,187 mg/mL houve tendência a zero na produção da MF (Figura 6B), representado pela curva de regressão polinomial.

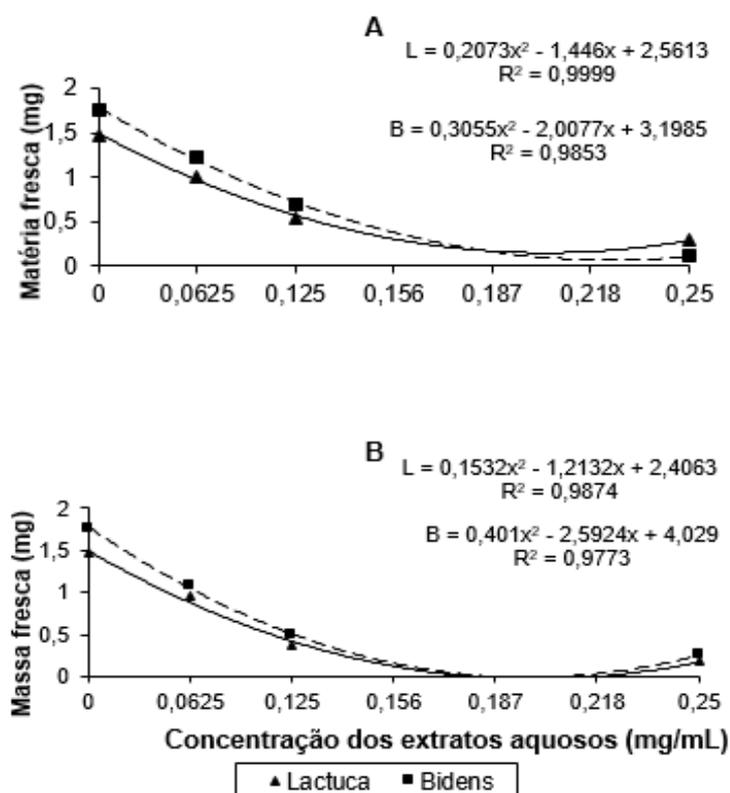


Figura 6 - Efeitos dos extratos aquosos de espirradeira (A) e comigo-ninguém-pode (B) nas concentrações de 0; 0,0625; 0,125 e 0,25 mg/mL sobre a massa fresca (MF) de plântulas de alface (L) e picão preto (B). Santa Maria, RS, 2007.

Redução da MF é um reflexo da redução da parte aérea e das raízes. Observa-se que a partir da concentração de 0,125 mg/mL houve redução da MF por ter sido reduzidos os comprimento da parte aérea e das raízes (Figuras 4 e 5).

A MF é dependente da translocação de nutrientes pela plântula. Foi verificado que a biomassa fresca de plântulas de arroz, aos 14 dias, foi reduzida com o aumento da concentração de ácido acético e propiônico, devido a ação desses ácidos sobre a enzima α -amilase que, por sua vez, teve sua atividade inibida com o crescimento nas concentrações de ambos os ácidos (NEVES, 2005).

Redução da biomassa seca também foi verificada por Turk *et al* (2003) quando aplicaram extratos aquosos de folhas, caules, flores, raízes e mistura de todas as partes de plantas de mostarda negra (*Bassica nigra* L.) sobre sementes de alface. Os autores verificaram que todos os tipos de extratos provocaram redução com o aumento da concentração, sendo que o extrato aquoso de flores provocou redução

mais acentuada, evidenciando maior efeito alelopático.

Analisando os possíveis efeitos alelopáticos de frutos de erva mate sobre o desenvolvimento de plântulas de milho, em caixas de gerbox, Miró *et al.* (1998) observaram que o peso seco da parte aérea decresceu significativamente com o aumento da concentração dos extratos aquosos, evidenciando efeitos fitotóxicos nas concentrações de 1:16 e 1:8.

4 | CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento pode-se concluir que os extratos aquosos de espirradeira e comigo-ninguém-pode reduzem a PCG, a G e o comprimento da raiz e da parte aérea a partir da concentração de 0,125 mg/mL, sendo que as sementes de picão preto foram mais sensíveis que as de alface.

O IVG foi o parâmetro mais influenciado negativamente pelos extratos aquosos de ambas espécies.

Ambos os extratos reduzem a MF das plântulas de alface e picão preto a partir da concentração de 0,0625 mg/mL.

Tanto os extratos aquosos de espirradeira como os de comigo-ninguém-pode possui atividade potencial alelopática.

REFERÊNCIAS

- ADEGAS, F. S.; VOLL, E.; PRETE, C. E. C. Embebição e germinação de sementes de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). **Planta Daninha**. Viçosa, v. 21, p. 21-25, 2003.
- BARG, D. G. Plantas tóxicas. 2004. 24p. **Monografia**. Faculdade de Ciências da Saúde – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- CRUZ, M. E. S.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; NOZAKI, M. H.; STANGARLIN, J. R. Efeito alelopático de *Cymbopogon citratus* e *Artemisia absinthium* sobre sementes de *Bidens pilosa*. **Acta Horticulturae**. Hague, n. 569, p.229-233, 2002.
- EBANA, K.; YAN, W.; DILDAY, R. H. Variation in the allelopathic effect do rice with water soluble extracts. **Agronomy Journal**. Madison, v. 93, p.12-16, 2001.
- FLORES, J. S.; CANTO-AVILES, G. C. O.; FLORES-SERRANO, A. G. Plantas de la flora yucatanense que provocan alguna toxicidad en el humano. **Revista Biomédica**. Mérida, v. 12, p.86-96, 2001.
- GOETZE, M.; THOMÉ, G. C. H. Efeito alelopático de extratos de *Nicotina tabacum* e *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de três espécies de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociências**. Pelotas, v. 10, p. 43-50, 2004.
- GUSSMAN, A. B.; PITELLI, R. A.; DIAS, S. M. Efeito do citronelol sobre a germinação e desenvolvimento do amendoim bravo (*Euphorbia heterophila* L.) II. **Semina: Ciências Agrícola**. Londrina, v. 15, n.1, p. 14-22, 1994.
- MAZZAFERA, P. Efeito alelopático do extrato aquoso de cravo-da-índia e eugenol. **Revista Brasileira**

de Botânica. São Paulo, v. 26, p. 231-238, 2003.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas: plantas superiores – Tomo III**. São Paulo: BASF brasileira, 1995. 683 p.

MACHADO, K. Z.; PIZZOLATI, M. G.; BRIGHENTE, I. M. C. Efeito alelopático de plantas ornamentais tóxicas. In: ENCONTRO DE QUÍMICA DA REGIÃO SUL, 11, 2003, Pelotas. **Resumos** Pelotas: UFPEL, 2003. P.115.

MEDEIROS, A. R. M. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Hort Sul**. Pelotas, v.1, p.27-32, 1990.

MIRÓ, C. P.; FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. alelopatia de frutos de erva mate (*Ilex paraguariensis*) no desenvolvimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.38, n.1, p.9-14, 1993.

NEVES, L. A. S. Efeito dos ácidos acético e propiônico sobre a qualidade de sementes e o crescimento de plântulas de arroz (cv BR IRGA – 409). 2005. 56 p. **Tese (Doutorado em Agronomia)** – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

PIRES, N. M.; PRATES, H. T.; PEREIRA FILHO, I. A. et al. Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Scientia Agrícola**. Piracicaba, v.58, n.1, p.61-65, 2001.

POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: AGIPLAN. 1985. p. 115-131.

RICE, E. L. **Allelopathy**. Orlando:Academic Press, 1984. 422p.

RIZVI, S. J. H.; RIZVI, V. Exploitation of allelochemicals in improving crop productivity. In: RIZVI, S. J. H.; RIZVI, V. **Allelopathy**: basic and applied aspects. London: Chapman & Hall, 1992. p. 443-472.

RODRIGUES, F. C. M. P.; LOPES, B. M. Potencial alelopático de Mimosa caesalpinaefolia Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente**. Rio de Janeiro, v.8, p. 130-136, 2001.

SOUZA, S. A. M.; CATTELAN, L. V.; VARGAS, D. P. et al. Efeito de extratos aquosos de plantas medicinais nativas do Rio Grande do Sul sobre a germinação de sementes de alface. **UEPG – Ciências Biológicas e da Saúde**. Ponta Grossa, v. 11, p. 298-38, 2005a.

SOUZA, S. A. M.; CATTELAN, L. V.; VARGAS, D. P. et al. Atividade alelopática e citotóxica do extrato aquoso de espinheira-santa (Maytenus ilicifolia Mart. Ex Reiss.) **UEPG – Ciências Biológicas e da Saúde**. Ponta Grossa, v. 11, p. 7-14, 2005b.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Plant physiology**. 3ed. Massachusetts: Sinauer Associates, 2002. Cap. 13, p. 283-308.

TEIXEIRA, C. M.; ARAÚJO, J. B. S.; CARVALHO, G. J. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciência Agrotécnica**. Lavras, v.28, n.3, p.691-695, 2004.

TURK, M. A.; SHATNAWI, M. K.; TAWAHA, A. M. Inhibitory effects of aqueous extracts of black mustard on germination and growth of alfafa. **Weed Biology and Management**, v.3, p. 37-40, 2003.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP. 1994. 164 p.

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS NA ESTIMAÇÃO DE DIÂMETROS DE *Tectona grandis* L.f.

Data de submissão: 04/02/2020

Data de aceite: 18/02/2020

Izabel Passos Bonete

Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati,
Paraná, Brasil – ipbonete@unicentro.br*

Luciano Rodrigo Lansanova

Instituto Federal do Mato Grosso, Juína, Mato
Grosso, Brasil - luciano.lansanova@jna.ifmt.edu.
br

RESUMO: Este estudo buscou comparar Redes Neurais Artificiais (RNAs) e funções de afilamento na descrição do perfil do fuste de *Tectona grandis*, utilizando-se de dados amostrais de 246 árvores. Primeiramente, foram ajustadas quatro funções de afilamento, de diferentes classes: não segmentada (NS), segmentada (S) e forma variável (FV). Para o ajuste dos modelos, foi utilizada a técnica de regressão linear (*lm*) e a técnica de regressão não linear (*nls*) implantadas no *software* R. As equações ajustadas foram comparadas com RNAs, geradas no *software* Neuro 4.0. Os modelos foram classificados conforme critérios estatísticos e análise gráfica de resíduos. As metodologias testadas mostraram-se eficientes para atingir os objetivos propostos. A equação de afilamento de FV de Kozak (2004) foi

mais acurada que as equações do tipo NS e S, apresentando melhor desempenho para estimativas de diâmetros sem estratificação do fuste. As RNAs apresentaram resultados satisfatórios, indicando serem adequadas e acuradas para a estimativa proposta e, dentre as redes, a RNA 4 foi a que apresentou melhores resultados. Embora tenha-se observado similaridade da RNA4, com os resultados obtidos com a função de afilamento de Kozak (2004), na análise gráfica de resíduos, a RNA 4, mostrou-se menos tendenciosa à superestimação e a subestimação dos diâmetros na porção superior do fuste, estimando os diâmetros nesta porção, com maior acuracidade.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo Florestal; afilamento; diâmetros ao longo do fuste.

ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS IN ESTIMATING DIAMETERS OF *Tectona grandis* L.f.

ABSTRACT: This study sought to compare Artificial Neural Networks (ANNs) and tapering functions in the description of the *Tectona grandis* stem profile, using sample data from 246 trees. First, four taper functions of different classes were adjusted: non-segmented (NS), segmented (S) and variable shape (FV). For the adjustment of the models, the linear regression technique (*lm*) and the nonlinear regression

technique (nls) implemented in software R were used. The adjusted equations were compared with ANNs, generated in the Neuro 4.0 software. The models were classified according to statistical criteria and graphical analysis of residues. The tested methodologies proved to be efficient to achieve the proposed objectives. Kozak's FV tapering equation (2004) was more accurate than the NS and S type equations, presenting better performance for diameter estimates without stratification of the shaft. The ANNs presented satisfactory results, indicating that they were adequate and accurate for the proposed estimate and, among the networks, the ANN 4 was the one that presented the best results. Although similarity of RNA 4 was observed, with the results obtained with the tapering function of Kozak (2004), in the graphical analysis of residues, RNA 4 was less prone to overestimation and underestimation of diameters in the upper portion the shaft, estimating the diameters in this portion, with greater accuracy.

KEYWORDS: Forest Management; tapering; diameters along the shaft.

INTRODUÇÃO

Estudos sobre técnicas de manejo florestal que garantam o máximo retorno financeiro dos multiprodutos advindos da madeira são fundamentais para as empresas do setor florestal. Nesta perspectiva, o conhecimento do ritmo de crescimento e da forma das árvores, bem como dos fatores que afetam essas variáveis, estimularam o surgimento de diversos modelos matemáticos capazes de representar com acuracidade os perfis dos fustes, tornando-se uma ferramenta fundamental para os gestores florestais.

Na literatura são encontradas uma ampla gama de funções de afilamento, apresentando formas distintas e complexidades diversas, sendo classificadas, conforme se apresentam, geralmente em, não segmentadas, que descrevem a mudança de diâmetro do solo ao topo da árvore com uma única função (CAMPOS e LEITE, 2009); segmentadas, que dividem a árvore em dois ou mais segmentos com auxílio de pontos de inflexão (MÔRA, 2015) e, as de forma variável ou expoente variável, que descrevem o afilamento das árvores com uma função contínua, utilizando um expoente que varia para compensar as mudanças na forma do tronco nas diferentes seções da árvore (YANG *et al.*, 2009).

Contudo, a proposta de inclusão de novas metodologias ou modelos que estimem o perfil do fuste da árvore e, conseqüentemente, o estoque volumétrico, ainda se faz necessária, pois apesar de alguns modelos terem sua eficácia consagrada, nenhum apresenta melhor desempenho para todas as espécies e condições a que estão sujeitos os plantios.

Nessa expectativa, Schikowski *et al.* (2015) mencionam que os métodos indiretos para estimativas de variáveis, são modelos rígidos e sem flexibilidade e, com o avanço da ciência da computação, vem ganhando espaço no campo da estimação o uso de

Redes Neurais Artificiais (RNAs) ou simplesmente redes neurais, definidos como sistemas computacionais que geram estimativas por meio de técnicas não paramétricas

Haykin (2001) define rede neural artificial como uma máquina constituída de unidades de processamento simples (neurônios artificiais), interligados maciçamente e distribuídos em uma ou mais camadas paralelas, projetada para realizar uma tarefa de forma idêntica ao cérebro humano.

De acordo com Vendrusculo *et al.* (2015), até há cerca de três décadas atrás, a expressão 'redes neurais artificiais' era considerada rara na literatura científica. Atualmente, representam uma próspera área de pesquisa multidisciplinar, constituindo-se numa hipótese para o estudo de diversos fenômenos, inclusive em manejo e mensuração florestal.

Como método estimativo na ciência florestal brasileira, o uso das RNAs ainda é recente, porém diferentes tópicos vêm sendo investigados, testando a eficiência das RNAs. Entre outros, em estimativas do volume individual (BINOTI *et al.*, 2014; RIBEIRO *et al.*, 2016, LACERDA *et al.*, 2017), de altura (BINOTI *et al.*, 2013; VENDRUSCOLO *et al.*, 2015, LEITE *et al.* 2016), do diâmetro relativo e estudo da forma (SOARES *et al.*, 2013; MENDONÇA *et al.*, 2015; SCHIKOWSKI *et al.*, 2015; VENDRUSCOLO *et al.*, 2016; MARTINS *et al.*, 2016; SILVA *et al.*, 2016; CAMPOS *et al.*, 2017; MARTINS *et al.*, 2017), do diâmetro e altura (VIEIRA *et al.*, 2018), em crescimento e produção (CASTRO *et al.*, 2013; BINOTI *et al.*, 2015).

Modelos de RNAs tem se apresentado superiores aos modelos de regressão linear ou não linear, devido à sua capacidade para superar problemas em dados da floresta, como relações não lineares, distribuição não Gaussiana, multicolinearidade, *outliers* e ruídos nos dados, problemas esses que a rigidez dos modelos convencionais não consegue abranger e modelar adequadamente, além da possibilidade e facilidade de inclusão de variáveis categóricas no modelo (DIAMANTOPOULOU, 2005; SCHIKOWSKI *et al.*, 2015).

Uma das grandes vantagens do uso de RNA para a ciência florestal, é que elas possibilitam a utilização de variáveis que podem ser valores numéricos como idade, área basal, *dap*, altura total, volume e variáveis categóricas que podem ser transformadas em números, como classe de solo, tipos de espaçamento, entre outras (VENDRUSCULO *et al.*, 2015).

Nessa perspectiva, avaliar diferentes metodologias na descrição do perfil de fustes de espécies como a teca (*Tectona grandis* L.f.), uma espécie originária da Ásia que devido ao seu rápido crescimento inicial em altura e formação de fuste retilíneo, tem ganhado destaque mundial devido as suas características para a construção civil, naval e fabricação de móveis de luxo (LEITE *et al.*, 2011), garante a maximização do valor financeiro dos multiprodutos advindos da sua madeira.

Assim, esse estudo tem por objetivo utilizar redes neurais artificiais na estimação de diâmetros de fustes de *Tectona grandis* e comparar o desempenho dessa ferramenta em relação a funções de afilamento convencionais utilizadas na literatura.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados são provenientes de um plantio de teca (*Tectona grandis*), de propriedade da empresa Berneck, localizada no município de Brasnorte-MT. A região possui clima Equatorial quente e úmido, com temperatura entre 4°C a 40°C, dependendo da época do ano, chuvas entre os meses de novembro a março e precipitação média anual de 2.250 mm.

Foram utilizados dados resultantes da cubagem de 246 indivíduos de *Tectona grandis* com idades entre 5 a 24 anos. A cubagem das árvores foi feita pelo método da altura relativa, tomando-se as medidas dos diâmetros a 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 15%, 25%, 35%, 45%, 55%, 65%, 75%, 85% e 95%, da altura total do fuste.

A análise estatística descritiva das variáveis é apresentada na Tabela 1.

Estatísticas	Mínimo	Média	Máximo	DP	CV%
<i>d</i>	13,37	24,75	42,05	5,15	20,81
<i>h</i>	9,80	15,63	25,00	3,01	19,27

Tabela 1. Análise estatística descritiva do diâmetro a 1,3 m do solo (*d*) e da altura total (*h*) para os 246 indivíduos mensurados.

Em que: DP= desvio padrão; CV% = coeficiente de variação; *d* = Diâmetro a 1,3 m do solo (cm); *h* = Altura total (m)

Na sequência, foi realizado o ajuste de quatro modelos de afilamento para estimar os diâmetros ao longo do fuste para o conjunto total de dados, sendo os modelos não segmentados de Schöepfer (1966) e de Hradetzsky (1976), o modelo segmentado de Max e Burkhardt (1976) e o modelo de forma variável de Kozak (2004) (Tabela 2).

Funções não segmentadas	
Autor (ano de publicação)	Modelo
Schöepfer (1966) Polinômio do 5º grau	$\frac{d_i}{d} = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3 + \beta_4 X^4 + \beta_5 X^5 + \varepsilon$
Hradetzsky (1976) Hradetzsky	$\frac{d_i}{DAP} = \beta_0 + \beta_1 (X_{ij})^{\beta_1} + \beta_2 X_{ij}^{\beta_2} + \beta_3 X_{ij}^{\beta_3} + \dots + \beta_n X_{ij}^{\beta_n} + \varepsilon_i$
Max e Burkhardt (1976) Max-Burkhardt	$d_i = d \cdot (\beta_1 (X - 1) + \beta_2 (X^2 - 1) + \beta_3 (\alpha_1 - X)^2 I_1 + \beta_4 (\alpha_2 - X)^2 I_2)^{0.5} + \varepsilon$ $I_1 = \begin{cases} 1 & \text{se } X \leq \alpha_1 \\ 0 & \text{se } X > \alpha_1 \end{cases} \quad I_2 = \begin{cases} 1 & \text{se } X \leq \alpha_2 \\ 0 & \text{se } X > \alpha_2 \end{cases}$
Kozak (2004) Kozak.04	$d_i = \beta_0 d^{\beta_1} h^{\beta_2} \left(\frac{1 - X^{1/3}}{1 - \left(\frac{1.3}{h}\right)^{1/3}} \right)^{\left[\beta_3 X^{\beta_4} + \beta_4 \left(\frac{d_i}{h} \right)^{\beta_5} \left(\frac{1 - X^{1/3}}{1 - \left(\frac{1.3}{h}\right)^{1/3}} \right) + \beta_6 (1/d) + \beta_7 h^{1 - X^{1/3}} + \beta_8 \left(\frac{1 - X^{1/3}}{1 - \left(\frac{1.3}{h}\right)^{1/3}} \right) \right]} + \varepsilon$

Tabela 2: Funções de afilamento selecionadas para o estudo

Em que: *d* = DAP = diâmetro à altura do peito com casca (cm); *h* = altura total (m); *h_i* = altura (m) da base do fuste até o diâmetro *d_i*; *d_i* = diâmetro (cm) com casca a uma altura *h_i*; *X* = *h_i*/*h*; β_i = coeficientes dos modelos

Os modelos de Schöepfer, Max e Burkhart e Kozak foram ajustados em função da variável dependente diâmetro (d_i), por meio da técnica de ajuste não linear que utiliza o método dos mínimos quadrados (*nls* ou *non-linear least square*), cujos parâmetros são estimados por aproximação linear. Tal técnica obtém os coeficientes médios (coeficientes fixos) dos modelos por processo iterativo, utilizando a função *nls*, implementada na base do software R por meio do algoritmo de Gauss-Newton.

O modelo de Hradetzky foi ajustado na sua forma original por regressão linear múltipla. Para a seleção das potências do modelo de Hradetzky foi utilizado o processo de regressão “passo-a-passo” (“stepwise”), utilizando o Critério de Informação de Akaike (AIC) para inserir e eliminar variáveis. As potências utilizadas foram: 0,005; 0,09; 0,08; 0,07; 0,06; 0,05; 0,04; 0,03; 0,02; 0,01; 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5; 0,4; 0,3; 0,2; 0,1; 1; 2; 3, 4, 5; 10; 15; 20 e 25.

A significância dos coeficientes das equações foi avaliada utilizando-se o teste t, a um nível de significância de 5%.

Para as estimativas de diâmetros por redes neurais artificiais (RNAs) foi utilizado o *software* Neuro 4.0 com configurações de redes do tipo *Perceptron de Múltiplas Camadas* (MLP), tendo como arquitetura genérica uma camada de entrada com tantos neurônios quanto foram o número de variáveis consideradas; uma camada oculta com n neurônios e uma camada de saída com apenas um neurônio, estimando os diâmetros com casca (dcc) nas estimativas de diâmetros.

No ajuste das redes, os dados foram divididos, aleatoriamente, em duas partes: 70% para treinamento das redes e 30% para validação. Para Binoti et al. (2015), o procedimento de validação verifica a capacidade de uma rede neural produzir saídas adequadas para entradas que não estavam presentes durante o treinamento. O *software* Neuro 4.0, foi desenvolvido pelo projeto *Neuro Dap*, cuja finalidade é treinar e aplicar Redes Neurais Artificiais.

A variação na arquitetura da rede foi realizada testando-se diferentes números de neurônios na camada oculta, com variação entre 1 e 15 neurônios. Para a definição do número ideal de neurônios da camada oculta, observou-se a ineficiência ou a não capacidade de ajuste da rede quando na presença de poucos neurônios na camada intermediária, bem como valores baixos da raiz quadrada do erro médio (RQEM) no treinamento e valor crescente da RQEM na validação, quando na presença de muitos neurônios na camada oculta.

O tipo de treinamento nas RNAs foi o *Resilient Propagation*, na variação RPROP+, por ser um algoritmo eficiente para aplicações de taper (BINOTI *et al.*, 2014; SCHIKOWSKI *et al.*, 2015; MARTINS *et al.*, 2016). Foi avaliada a função de ativação sigmoidal na camada oculta e na camada de saída.

Os dados foram normalizados pela função ‘normalização’ do *software* Neuro

4.0, de tal forma que os valores de todas as variáveis fiquem contidas no intervalo [0,1]. De modo a selecionar a melhor rede gerada em cada configuração, resultante da combinação de variáveis de entrada, estas foram avaliadas pelo coeficiente de correlação entre os valores observados e estimados ($r_{y\hat{y}}$) e pela raiz quadrada do erro médio (RQEM) obtidos no treinamento por meio do *software* Neuro 4.0.

Como critério de parada do treinamento das redes foi adotada a formatação padrão do programa *Neuro* 4.0, em que a RNA interrompe o ajuste dos pesos ao atingir o erro médio de 0,0001 ou 3.000 ciclos de treinamento.

A qualidade dos ajustes dos modelos e das redes foi avaliada utilizando indicadores de ajuste como a correlação de Pearson ($r_{y\hat{y}}$) entre os valores observados e preditos (1), juntamente com a raiz quadrada do erro médio (RQEM%) (2), bem como a análise gráfica dos resíduos.

$$r_{Y\hat{Y}} = \frac{n \left(\sum_{i=1}^n y_i \hat{y}_i - \sum_{i=1}^n y_i \cdot \sum_{i=1}^n \hat{y}_i \right)}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n \hat{y}_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n \hat{y}_i \right)^2}} \quad (1)$$

$$RQEM\% = \frac{100}{\bar{y}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \quad (2)$$

Em que: y_i = valores observados; \hat{y}_i = valores estimados; \bar{y}_i = média dos valores da variável dependente e n é o total de observações.

Para a construção os gráficos de resíduos, os resíduos percentuais (Res%) plotados em função do DAP, foram calculados pela relação:

$$Res\% = \frac{(Y_i - \hat{Y}_i)}{Y_i} \cdot 100 \quad (3)$$

em que: Y_i = valor observado; \hat{Y}_i = valor estimado.

Binoti (2010) menciona que a correlação entre valores observados e estimados ($r_{y\hat{y}}$) indica o grau de associação entre as duas variáveis e, juntamente com a análise de resíduos permite inferir sobre a qualidade da estimação, sendo maior a correlação quanto mais próximo $r_{y\hat{y}}$ estiver de 1. Já a raiz quadrada do erro médio (RQEM) avalia a diferença quadrática média entre os valores observados e os valores estimados. A RQEM% é utilizada para medir o desempenho global do ajuste e segundo Campos e Leite (2009), quanto menor o valor de RQEM%, mais confiável é o modelo ajustado.

A análise gráfica dos resíduos consiste na dispersão dos erros percentuais em

relação aos valores observados permitindo visualizar os erros de tendência, que não foram encontrados com a utilização de estatísticas de precisão.

Critérios estatísticos obtidos a partir dos resíduos também foram calculados, como o desvio ou viés (D); o desvio padrão das diferenças (SD), a soma do quadrado do resíduo relativo (SQRR) e porcentagem dos resíduos (RP), obtidas por meio das equações (4), (5), (6) e (7):

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)}{n} \quad (4)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)\right)^2}{n}}{n-1}} \quad (5)$$

$$SQRR = \sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right)^2 \quad (6)$$

$$RP = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{y_i - \hat{y}_i}{y_i} \right)}{n} * 100 \quad (7)$$

Em que: y_i = valores observados; \hat{y}_i = valores estimados; n é o total de observações.

Schikowski *et al.* (2015) referem que essas estatísticas são complementares e esclarecem que esse procedimento deve ser adotado, pois os indicadores de ajustamento avaliam se os ajustes das funções de afilamento são satisfatórios, ao passo que as estatísticas adicionais são calculadas para os resíduos de todas as seções relativas da cubagem.

Os modelos e as redes foram ordenados em relação às estatísticas citadas, a fim de definir qual obteve o melhor desempenho em média na avaliação proposta. Esta análise foi realizada por atribuição de notas, sendo a menor nota dada ao melhor modelo da referida estatística. Portanto, o que apresentou o menor somatório foi considerado o de melhor desempenho.

A análise gráfica dos resíduos teve por objetivo ratificar a decisão do ranqueamento, bem como identificar possíveis tendências ao longo da linha estimativa.

RESULTADOS E DISCUSSAO

Na Tabela 3 são apresentados os coeficientes dos modelos propostos, bem como as potências selecionadas pelo método *stepwise* para o modelo de Hradetzsky e, a arquitetura das redes neurais testadas, juntamente com as variáveis de entrada

no modelo.

Em relação à significância dos coeficientes estimados no ajuste dos modelos, apenas o modelo de forma variável de Kozak (2004), não apresentou todos os coeficientes significativos pelo teste t ($\alpha = 5\%$).

Em relação as RNAs para estimativas de diâmetros ao longo do fuste, foram geradas 600 redes neurais (4 configurações x 15 arquiteturas em cada configuração x 10 redes para cada arquitetura). No conjunto total das redes geradas, foram observadas redes ineficientes quando na presença de poucos neurônios na camada intermediária, bem como redes com baixos valores da raiz quadrada do erro médio percentual (RMSE%) no treinamento, porém valor crescente da RMSE% na generalização, quando na presença de muitos neurônios na camada oculta.

Modelos									
Modelo 1: Shöepfer (1966)									
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5			
C	1,245	-4,812	22,684	-51,165	51,361	-19,151			
Modelo 2: Hradetzky (1976)									
PS	-	0,005	0,01	0,6	2	5			
C	-868,20	1801,66	-933,30	0,756	-0,628	-0,053			
Modelo 3: Max-Burkhart (1976)									
	α_1	α_2	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4		
C	0,037	0,238		-0,478	-0,379	297,326	7,413		
Modelo 4: Kozak (2004)									
	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6	β_7	β_8
C	1,021	0,957	0,044	0,119	0,122	0,337	-0,440n.s.	0,016	-0,002n.s.
RNAs									
		RNA 1	RNA 2	RNA3	RNA4				
Variáveis de entrada		dap; hi/ht	dap;ht; hi	dap; hi/ht; (hi/ht) ₂	dap; hi; ht; hi/ht;				
Arquitetura		2.9.1	3.9.1	3.8.1	4.10.1				

Tabela 3. Coeficientes estimados no ajuste das funções de afilamento e redes neurais treinadas para *Tectona grandis* L.f.

Em que: C = coeficientes; PS = potências selecionadas; β_i = coeficientes estimados; α_i = pontos de inflexão do modelo segmentado.

Com base no coeficiente de correlação entre os diâmetros observados e estimados ($r_{yy'}$), bem como na raiz quadrada do erro médio percentual (RMSE%) obtidos no treino e na generalização e, na análise gráfica dos resíduos percentuais, disponibilizados pelo *software* Neuro 4.0, foi eleita a melhor rede de cada arquitetura e, posteriormente, a melhor rede de cada configuração, reduzindo para quatro, o número de redes com características adequadas para estimativas de diâmetros.

Utilizando as equações ajustadas e as redes treinadas, foram estimados os diâmetros d_i , com casca, nas alturas h_i dos fustes, para o conjunto total de dados. Os resultados apresentados foram satisfatórios, indicando que, tanto as equações, quanto

as redes são eficientes para explicar, adequadamente, as estimativas de diâmetro ao longo do fuste de *Tectona grandis* (Tabela 4).

Tipo		ry \hat{y}	RQEM%	D	SD	SQRR	RP	C	CG
Modelos	1	0,9782(4)	8,38(4)	0,062(2)	1,763(4)	52,370(4)	-0,518(2)	3	5
	2	0,9803(2)	7,99(2)	-0,071(3)	1,681(2)	53,320(3)	-1,233(4)	2	4
	3	0,9798(3)	8,14(3)	0,107(4)	1,711(3)	51,183(2)	0,372(1)	2	4
	4	0,9807(1)	7,84(1)	0,005(1)	1,651(1)	50,800(1)	-1,015(3)	1	1
Redes	1	0,9810(3)	7,81(3)	0,019(3)	1,643(3)	50,285(2)	-1,054(1)	3	3
	2	0,9815(2)	7,69(2)	-0,006(1)	1,619(2)	50,780(3))	-1,293(4)	2	2
	3	0,9805(4)	7,90(4)	0,020(4)	1,662(4)	51,641(4)	-1,175(3)	4	6
	4	0,9816(1)	7,66(1)	0,014(2)	1,612(1)	48,221(1)	-1,067(2)	1	1

Tabela 2. Estatísticas das equações ajustadas e das redes treinadas para avaliar as estimativas de diâmetros ao longo do fuste para *Tectona grandis* L.f.

Em que: ry \hat{y} = Coeficiente de Correlação entre diâmetros observados e estimados; RMSE% = Raiz Quadrada do Erro Médio Percentual; D = desvio; SD = desvio padrão das diferenças; SQRR = soma do quadrado do resíduo relativo; RP = porcentagem dos resíduos; C = classificação por tipo; CG = classificação geral.

O polinômio do quinto grau (Modelo 1), apesar de apresentar valores do coeficiente de correlação entre os diâmetros observados e estimados (r_{yy}) superior a 0,95 e, raiz quadrada do erro médio (RQEM%) abaixo de 10%, resultados estes, considerados aceitáveis, conforme Figueiredo et al. (2006), foi o modelo que apresentou os piores resultados em relação aos demais, ocupando assim, a quarta posição no *ranking*. Esse resultado corroborou com os estudos sobre perfil de fustes para *Tectona grandis* de Favalessa et al. (2012), Figueiredo et al. (2006) e Lansanova et al. (2019).

Assim como em Figueiredo et al. (2006), o modelo de Hradetzsky (1976) apresentou resultados estatísticos intermediários. Apesar de apresentar estatísticas mal pontuadas, os valores das estatísticas que receberam notas 2 e 3 permitiram constatar que o modelo foi superior ao modelo Schöepfer (1966) e, embora tenha se classificado na mesma posição com o modelo de Max-Burkhart na classificação geral, em termos de coeficiente de correlação e raiz quadrada do erro médio, o modelo de Hradetzsky apresentou melhor pontuação.

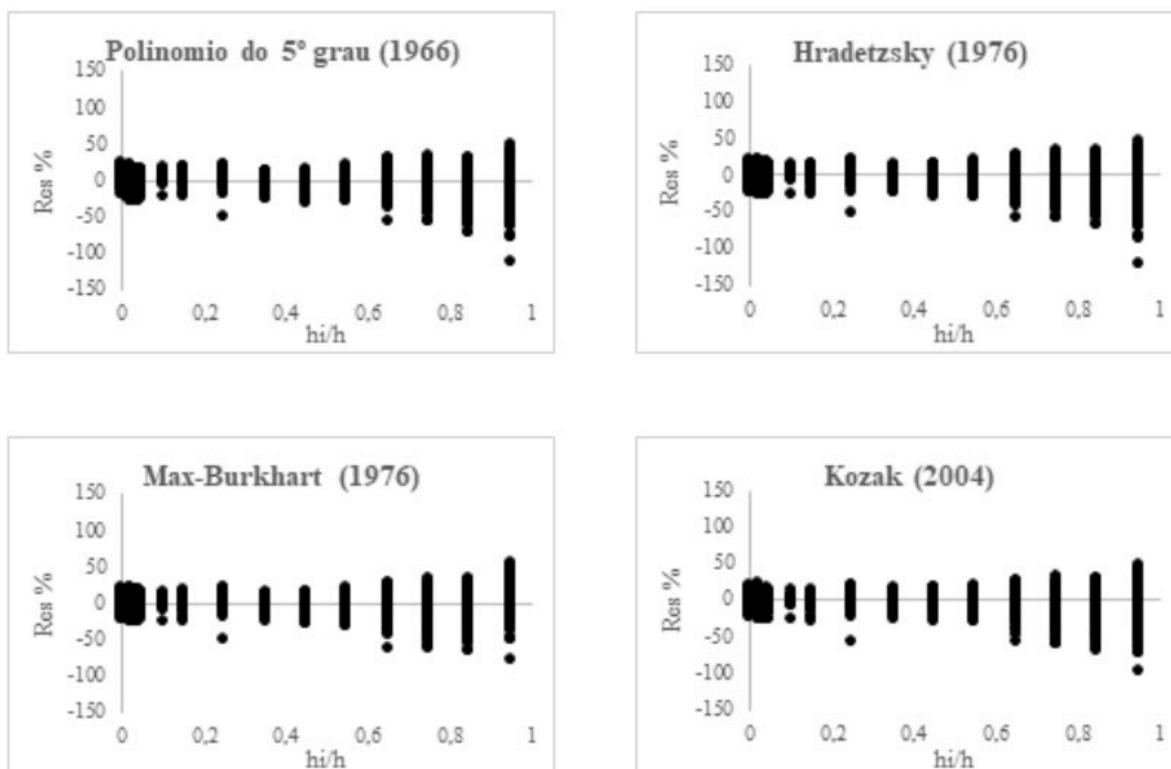
As estimativas obtidas com a equação FV de Kozak (2004) foram superiores aos demais modelos, em relação aos parâmetros estatísticos testados, indicando ser mais eficiente para descrever o afilamento dos fustes de *Tectona grandis*. Vieira Terra e Andrade (2019) avaliaram cinco modelos estatísticos, entre eles, Kozak (2004) para descrever o perfil do tronco do clone de eucalipto GG100 no Tocantins, Brasil e concluíram que o modelo de forma variável de Kozak (2004) foi o que apresentou melhor ajuste para descrever o perfil do tronco com e sem casca de árvores individuais do referido clone. Rojo et al. (2005), testando trinta e um modelos de afilamento para *Pinus pinaster* Ait., no Norte Ocidental da Espanha, verificaram que o modelo de Kozak (2004), também forneceu estimativas acuradas para os diâmetros ao longo do fuste da espécie estudada.

Em relação as RNAs, constatou-se desempenho semelhante ao obtido com as funções de afilamento para estimativas de diâmetros ao longo do fuste para *Tectona grandis*. Apenas a RNA 3 apresentou resultados inferiores as demais redes e as funções de afilamento propostas, ocupando a última posição no *ranking*. A RNA 4 e o modelo de Kozak (2004), embora tenham ocupado a primeira posição na classificação final, observou-se que a RNA 4 apresentou melhores resultados nas estatísticas r_{yy} , RQEM%, SD e SQRR. Na estatística RQEM%, essa diferença indica uma melhora de 2,3%, o que equivale a uma redução de pequena magnitude no valor da referida estatística (0,18 pontos percentuais).

Os gráficos de resíduos das equações de afilamento e das redes neurais ajustadas (Figura 1), demonstraram homogeneidade dos resíduos na porção basal e intermediária do fuste, característica esta, desejável para estimativas de sortimentos florestais.

Constatou-se grande semelhança nos gráficos, inclusive com maiores amplitudes dos erros, à medida que os diâmetros se aproximam do ápice, onde ocorrem os menores diâmetros. Kohler *et al.* (2013) esclareceram que, na medida em que esses diâmetros têm pouca influência na estimativa do volume comercial, tendências à subestimação ou superestimação desses diâmetros podem ser consideradas irrelevantes.

A equação de forma variável de Kozak (2004) e a RNA 4, classificadas no *ranking* como os de melhores desempenhos, apresentaram variação residual de -99% a +47% e -90% a +44%, respectivamente, indicando que a RNA 4 foi menos tendenciosa à superestimação e a subestimação dos diâmetros na porção superior do fuste, que a equação de Kozak (2004), estimando os diâmetros nesta porção, com maior acuracidade.



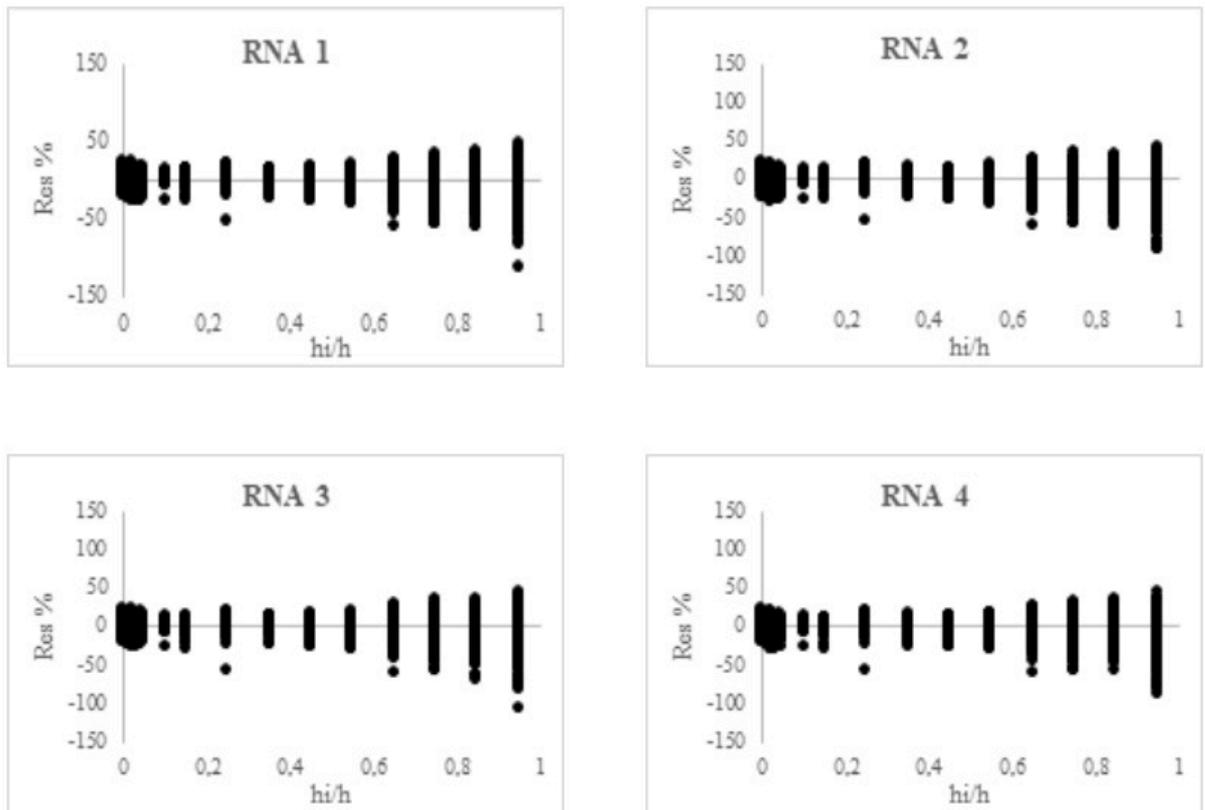


Figura 1. Resíduos (%) em função de hi/h para estimativas de diâmetros ao longo do fuste para *Tectona grandis*.

Com o avanço da tecnologia, a descrição do perfil dos fustes utilizando essas técnicas inovadoras, não é mais uma dificuldade, entretanto, sua aplicação ainda é muito incipiente, exigindo mais estudos para torná-las usuais.

Desse modo, as funções de afilamento de forma variável e as RNAs podem ser consideradas ferramentas úteis para a estimativa do diâmetro ao longo do fuste de árvores para *Tectona grandis*, desempenhando, assim, suporte para a tomada de decisão no manejo da espécie.

CONCLUSÕES

- A função de afilamento de forma variável de Kozak (2004) foi mais acurada nas estimativas dos diâmetros ao longo do fuste para *Tectona grandis*, em relação ao ajuste realizado pelas funções segmentadas e não segmentadas.
- A RNA 4 apresentou desempenho semelhante à equação de Kozak (2004), indicando que as RNAs também são eficientes para descrever o perfil de fustes de árvores de *Tectona grandis* para a área de estudo.

REFERÊNCIAS

- BINOTI, M. L. M. S.; LEITE, H. G.; BINOTI, D. H. B.; GLERIANI, J. M. Prognose em nível de povoamento de clones de eucalipto empregando redes neurais artificiais. **Cerne**, v. 21, n. 1, p. 97-105, 2015.
- BINOTI, D. H. B.; BINOTI, M. L. M. S.; LEITE, H. G. Configuração de redes neurais artificiais para estimação do volume de árvores. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 5, n. 1, p. 58-67, 2014.
- BINOTI, M.L.M.S.; BINOTI, D. H. B.; LEITE, H. G. L. Aplicação de redes neurais artificiais para estimação da altura de povoamentos equiâneos de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37, n.4, p.639-645, 2013.
- BINOTI, M. L. M. S. **Redes Neurais artificiais para prognose da produção de povoamentos não desbastados de eucalipto**. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2010.
- CAMPOS, B. P. F.; SILVA, G. F.; BINOTI, D. H. B.; MENDONÇA, A. R.; LEITE, H. G. Descrição do perfil do tronco de árvores em plantios de diferentes espécies por meio de Redes Neurais Artificiais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 37, n. 90, p. 99-107, 2017.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 3.ed., Viçosa: Editora UFV, 2009. 548p.
- CASTRO, R. V. O.; SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; SOUZA, A. L. de; NOGUEIRA, G. S.; MARTINS, F. B. Individual Growth Model for Eucalyptus Stands in Brazil Using Artificial Neural Network. **ISRN Forestry**. V. 2013, Article ID 196832, 12 pages.
- DIAMANTOPOULOU, M. J. Artificial neural networks as an alternative tool in pine bark volume estimation. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 48, n. 3, p. 235-244. 2005.
- FAVALESSA, C. M.; UBIALLI, J. A.; CALDEIRA, S. F. DRESCHER, R. **Funções de afilamento não segmentadas e segmentadas para *Tectona grandis* na região centro-sul mato-grossense**. *Pesq. flor. bras.*, Colombo, v. 32, n. 72, p. 373-387, 2012.
- FIGUEIREDO, E. O.; SCOLFORO, J. R. S; OLIVEIRA, A. D. Seleção de modelos polinomiais para representar o perfil e volume do fuste de *Tectona grandis* L. **Acta Amazônica**. Manaus. v. 36, n. 4, 2006.
- HAYKIN, S. S. **Redes neurais: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 900 p.
- HRADETZKY, J. **Analyse und interpretation statistischer abränger Keiten (Biometrische Beiträge zu aktuellen forschungs projekten)**. Baden: Württemberg Mitteilungen der FVA, 1976. (Abt. Biometric und Informatik, 21).
- KOHLER, S. V. **Evolução do afilamento do tronco e do sortimento em plantios de Pinus taeda nos estados do Paraná e Santa Catarina**. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2013.
- KOZAK, A. My last words on taper equations. **Forestry Chronicle**, Mattawa, v. 80, n. 4, p. 507-515, 2004.
- LACERDA, T. H. S.; CABACINHA, C. D.; ARAÚJO JÚNIOR, C. A. A.; MAIA, R. D.; LACERDA, K. W. S. Artificial neural networks for estimating tree volume in the Brazilian savana. **Cerne**, v. 23, n. 4, p. 483-491, 2017.
- LANSSANOVA, L. R.; MACHADO, S. do A.; GARRET, A. T. de A.; BONETE, I. P.; PELISSARI, A.

L.; Figueiredo Filho, A.; SILVA, F. A. da; CIARNOSCHI, L. D. Mixed-effect non-linear modelling for diameter estimation along the stem of *Tectona grandis* in mid-western Brazil. **Southern Forests**, v. 81, n. 2, p. 167–173, 2019.

LEITE, M. V. S.; SILVA, J. P. M.; CABACINHA, C. D.; ASSIS, A. L. Redes neurais artificiais para estimativa de altura dominantes em povoamentos de Eucalipto. **Anais... IV SEEFLO-BA**, Vitória da Conquista-Bahia, 2016.

LEITE, H. G.; OLIVEIRA NETO, R. R.; MONTE, M. A.; FARDIN, L.; ALCÂNTARA, A. M.; BINOTI, M. L. M. S.; CASTRO, R. V. O. Modelo de afilamento de cerne de *Tectona grandis* L.f. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 89, p. 053-059, 2011.

MARTINS, A. P. M.; DEBASTIANI, A. B.; PELISSARI, A. L.; MACHADO, S. A.; SANQUETTA, C. R. Estimativa do afilamento do fuste de *Araucaria* utilizando técnicas de Inteligência Artificial. **Floresta e Ambiente**, n. 24, 2017.

MARTINS, E. R.; BINOTI, M. L. M. S.; LEITE, H. G.; BINOTI, D. H. B.; DUTRA, G. C. Configuração de redes neurais artificiais para estimação do afilamento do fuste de árvores de eucalipto. **Agrária**, Recife, v.11, n.1, p.33-38, 2016.

MAX, T. A.; BURKHART, H. E. Segmented polynomial regression applied to taper equations. **Forest Science**, v. 22, n. 3, p. 283 - 289, 1976.

MENDONÇA, N. P.; CARVALHO, M. C.; GOMIDE, L. R.; FERRAZ FILHO, A. C.; FERREIRA, M. A. Previsão de diâmetros ao longo do fuste de eucalipto via Redes Neurais Artificiais. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.11 n.22; p. 2419 - 2429, 2015.

MÔRA, R. **Funções de afilamento de forma variável e modelagem de efeitos mistos em fustes de *Pinus taeda* e *Eucalyptus saligna***. 277f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

RIBEIRO, R. B. S.; GAMA, J. R. V.; SOUZA, A. L.; LEITE, H. G.; SOARES, C. P. B.; SILVA, G. F. Métodos para estimar o volume de fustes e galhos na Floresta Nacional do Tapajós. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.40, n.1, p.81-88, 2016.

ROJO, A.; PERALES, X.; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, F.; GONZÁLEZ ALVAREZ J. G.; GADOW, K. V. Stem taper functions for maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Galicia (Northwestern Spain). **European Journal of Forest Research**, Dordrecht, v.124, n.3, p.177-186, 2005.

SCHIKOWSKI, A. B.; DALLA CORTE, A. P.; SANQUETA, C. R. Estudo da forma do fuste utilizando redes neurais artificiais e funções de afilamento. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo. v. 35, n. 82, p. 119-127, 2015.

SCHÖEPFER, W. Automatisierung des Massen, Sorten und Wertberechnung stehender Waldbestände. Schriftenreihe. **Bad. Wurt-Forstl.**, v. 21, 1966.

SILVA, S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; LEITE, H. G.; OBOLARI, A. M. M.; SCHETTINI, B. L. S. Avaliação do uso de regressão e rede neural artificial para modelagem do afilamento do fuste de eucalipto em sistema silvipastoril. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23; p.189-199, 2016.

SOARES, F. A. A. M. N.; FLÔRES, E. L.; CABACINHA, C. D.; CARRIJO, G. A.; VEIGA, A. C. P. Recursive diameter prediction for calculating merchantable volume of eucalyptus clones using Multilayer Perceptron. **Neural Comput & Applic**, v.22, p.1407–1418, 2013.

VENDRUSCOLO, D. G. S.; DRESCHER, R.; CARVALHO, S. P. C.; SOUZA, H. S. SILVA, R. S. S.; CHAVES, A. G. S. Forma do fuste de árvores de *Tectona grandis* em diferentes espaçamentos.

Advances in Forestry Science, Cuiabá, v.3, n.3, p.51-54, 2016.

VENDRUSCOLO, D. G. S.; DRESCHER, R.; SOUZA, H.S.; MOURA, J. P. V. M.; MAMORÉ, F. M. D.; SIQUEIRA, T. A. S. Estimativa da altura de eucalipto por meio de regressão não linear e redes neurais artificiais. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v.33, n.4, p.556-569, 2015.

VIEIRA, G. C.; MENDONÇA, A. R.; SILVA, G. F.; ZANETTI, S. S.; SILVA, M. M.; SANTOS, A. R. Prognoses of diameter and height of trees of eucalyptus using artificial intelligence. **Science of the Total Environment**, v. 619–620, p. 1473-1481, 2018.

VIEIRA TERRA, D. L. C.; ANDRADE, V. C. L. de. Modelos estatísticos para descrever o perfil do tronco do clone GG100 no Tocantins, Brasil. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18; n. 4, 2019.

YANG, Y.; HUANG, S.; TRINCADO, G.; MENG, S. X. Nonlinear mixed-effects modeling of variable-exponent taper equations for *Lodgepole pine* in Alberta, Canada. **European Journal of Forest Research**, Georgetown, v. 128, n. 4, p. 415-429, 2009.

ANÁLISE QUANTITATIVA BIOMÉTRICA E HÍDRICA DOS FRUTOS E SEMENTES DA ESPÉCIE *Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf.

Data de submissão: 09/12/2019

Data de aceite: 19/02/2020

Juliana Fonseca Cardoso

Universidade do Estado do Pará, Campus VI,
Paragominas, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/391522592394718>

Gesivaldo Ribeiro Silva

Universidade do Estado do Pará, Campus VI,
Paragominas, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/0867377824342539>

Eliane Francisca Almeida

Universidade do Estado do Pará, Campus VI,
Paragominas, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/9110187847588003>

Antônio Pereira Júnior

Universidade do Estado do Pará, Campus VI,
Paragominas, Brasil.

<http://lattes.cnpq.br/3239362677711162>

RESUMO: A *Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf, da família Fabaceae é uma espécie bastante utilizada na arborização das cidades. Esta pesquisa objetivou avaliar quantitativamente, a biometria, teor de umidade e a embebição. Coletaram-se, manualmente, 23 indivíduos para análise, dia 23 de junho de 2017, período vespertino (14h00 as 16h00). Os métodos utilizados para análises biométricas e teores de umidade foram os preconizados por Brasil

e Oliveira. Os dados obtidos foram tratados estatisticamente (Estatística Descritiva: média, moda, mediana, desvio padrão, assimetria, máxima e mínima) e construção do Histograma de Frequência foi efetuada com planilhas eletrônicas contidas no *software Excel* versão 2013. A análise dos dados obtidos para os valores da média quanto a biometria dos frutos, indicou que eles são classificados como grandes e com ligeira assimetria; já as sementes apresentaram comprimento médio (2,3 cm) e similar aos referido na literaturas. Largura igual a 0,71cm e a espessura equivalente a 0,48 cm. Quanto ao teor de umidade, os dados indicaram que o valor da média (10,3%) foi considerado baixo devido a impermeabilidade do tegumento, porém acima do exibido como padrão (5,2%). Outra indicação foi quanto a pós embebição onde houve tendência no crescimento da massa (+ 7,27) e isso pode ser relacionado com a imaturidade de 40% das sementes existentes em cada lote e, finalmente, a tendência da curva de embebição foi para diminuição no nível de absorção em relação ao tempo de imersão máximo (120 h), fato relacionado à barreira física (rigidez e hidrofobicidade do tegumento) característica dessa espécie.

PALAVRAS-CHAVE: Dormência. Flamboyant. Umidade.

QUANTITATIVE BIOMETRIC AND WATER ANALYSIS OF FRUITS AND SEEDS OF THE SPECIES *Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf.

ABSTRACT: *Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf, from the Fabaceae family, is a species widely used in the afforestation of cities. This research aimed to evaluate quantitatively, biometry, moisture content and soaking. Twenty-three individuals were manually collected for analysis on June 23, 2017, afternoon period (14:00 to 16:00). The methods used for biometric analysis and moisture content were those recommended by Brazil and Oliveira. The data obtained were statistically treated (Descriptive Statistics: mean, mode, median, standard deviation, asymmetry, maximum and minimum) and the construction of the Histogram of Frequency was performed with electronic spreadsheets contained in Excel software version 2013. The analysis of the data obtained for the mean values regarding the biometry of the fruits indicated that they are classified as large and with slight asymmetry; the seeds presented average length (2.3 cm) and similar to those referred to in literature. Width equal to 0.71 cm and thickness equivalent to 0.48 cm. Regarding the moisture content, the data indicated that the mean value (10.3%) was considered low due to the impermeability of the integument, but above the standard value (5.2%). Another indication was regarding post-soaking where there was a tendency in mass growth (+ 7.27) and this can be related to the immaturity of 40% of the existing seeds in each lot and, finally, the tendency of the soaking curve was to reduce the absorption level in relation to the maximum immersion time (120 h), a fact related to the physical barrier (rigidity and hydrophobicity of the integument) characteristic of this species.

KEYWORDS: Dormancy. Flamboyant. Moisture.

1 | INTRODUÇÃO

Em uma percepção ambiental sobre arborização urbana das cidades brasileiras, encontra-se uma pontualidade na utilização de espécies arbóreas exóticas do que ao uso espécies nativas, afeta ainda mais os resquícios florestais em ambiente urbano. Dissocia-o desta percepção ambiental, umas das espécies comumente usada é a *Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf (CÂMARA, 2015).

No estudo de Cânovas (2013), esse autor afirma que o *D. regia* pertence à família Fabaceae (leguminosas), é nativa da ilha de Madagascar e cultivada em regiões tropicais e subtropicais; destaca-se pela copa ampla para a formação de sombras; crescimento rápido e exuberância. Quanto à reprodução, Varela et al. (1991) escreveram que ela possui reprodução sexuada, cujas sementes apresentam problemas de germinação, o que dificulta a disseminação e perpetuação da espécie na natureza.

Para Nunes (2016), quando essas limitações estão ausentes nelas, tem-se o chamado grau ou padrão de excelência. Tais padrões podem ser mensurados via parâmetros físicos associados a biometria, teor de umidade no momento da colheita e o potencial de absorção de água quando induzidas a embebição.

Nesse contexto, Sarmiento et al. (2015), afirma que o teor de água nas sementes influencia diretamente na qualidade física, por isso a determinação é fundamental em testes oficiais de qualidade de lotes selecionados, o que possibilita a adoção de medidas adequadas para a solução de eventuais disfunções.

Outra consequência do alto teor de água foi objeto de estudo por Carvalho e Nakagawa (2000). Nele, os pesquisadores afirmaram que ela afeta a qualidade física das sementes não só no período de armazenamento, como também o beneficiamento porque impede o manejo e restringe a ação de máquinas usadas nesses processos, pois o menor teor de umidade nos lotes, provoca maior longevidade no armazenamento de semente.

Nesse cenário, é de grande relevância saber sobre embebição da semente, principalmente em espécies arbóreas florestais em literaturas pretéritas (DENG; CHENG; SONG, 2010), especialmente em sementes de *Cotinus coggygria* var. *Cinerea* Engl.; *Adenantha pavonina* L.(MANTOAN et al., 2012) e *Erythrina velutina* Willd. (SILVA JUNIOR et al., 2012).

Mas, para que todos esses fatos sejam realizados, deve ocorrer a absorção de água via permeabilidade tegumentar para que haja aumento do volume interno, em seguida, a ruptura dele. Essa sequência de fatos permite um incremento nas atividades bioquímicas e, conseqüentemente, o crescimento do embrião e a germinação (SANTOS; POMPELLI, 2013).

Processo enquadrado em três fases de ocorrência: (I), rápida entrada de água, causada pela alteração da permeabilidade da membrana; (II) estabilização da entrada de água e ativação dos processos metabólicos; (III) início do crescimento do embrião e a retomada da absorção de água (OLIVEIRA, 2013).

Logo, *D. regia* é uma espécie bastante utilizada na arborização das cidades. Para tal, esta pesquisa tem como objetivo avaliar quantitativamente, a biometria, o teor de umidade e embebição da semente dessa espécie, para gerar informações acerca desses aspectos dela.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados um método para análise da biometria, teor de umidade e embebição (Quadro 1).

Análise	Preconizadores	Ano
Biométrica	Ministério da Agricultura	2009
Teor de Umidade	Ministério da Agricultura	1992
Curva de Embebição	Oliveira	2013

Quadro 1 – Análises, preconizadores e instrumentos utilizados para as mensurações da biometria, teor de umidade e embebição.

Fonte: autores (2019)

Quanto à coleta das amostras, utilizou-se o método da catação manual, realizado na Av. Teresina, bairro Cidade Nova do município de Paragominas (PA), período vespertino (14:00 as 16:00), em uma única vez (Figura 1)



Figure 1. Local de colheita de frutos de *D. regia*. Paragominas – PA

Fonte: autores (2019)

A escolha desse local foi em função da frequência da espécie arbórea *D. regia*, o que permitiu um acumulado igual a 23 indivíduos amostrados (frutos), cuja deiscência estivesse conservada (Tabela 1).

Parte coletada	Ferramentas utilizadas	Número de		
		Indivíduos	Sementes	Lotes formados (Quantidade de semente em cada um deles)
Frutos	Podão	23	21 a 40	4 (100)

Tabela 1 – Ferramentas empregadas para as coletas de frutos e sementes. Paragominas – PA.

Fonte: autores (2019)

O transporte dos objetos coletados foi efetuado em uma sacola de poliestireno. Em relação as sementes, verificaram-se três aspectos externos: aparência, cor, tamanho e sanidade. A análise biométrica de frutos e sementes (comprimento, largura e espessura), foram utilizados: paquímetro digital e fita centimétrica de um metro 1 m. Para a análise laboratorial dos indivíduos coletados, foram empregadas etapas referentes ao processo submetidos (Figura 2).

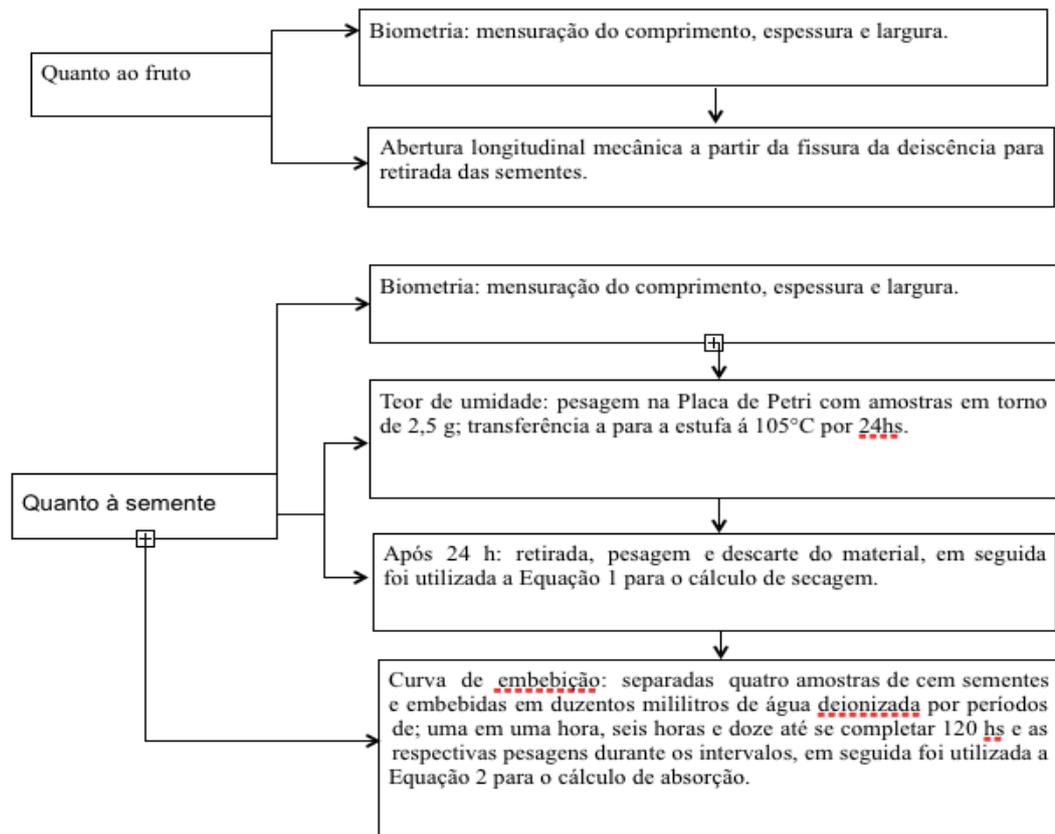


Figura 2. Fluxograma das etapas de tratamento físico os frutos e sementes. Paragominas – PA

Fonte: Autores (2019)

$$U (\%) = \left(\frac{P_f - P_i}{P_i} \right) \times 100 \quad (1)$$

Onde: U = Teor de Umidade; Pf – peso final; Pi – peso inicial.

$$Q = P_1 - P_2 \quad (2)$$

Onde: Q = Quantidade de água absorvida; P₁ – peso inicial; P₂ – peso final.

Quanto à remoção do teor de umidade, ela foi efetuada com o uso de estufa elétrica a 105°C, e as amostras foram depositadas em Placas de Petri e pesadas com auxílio da balança analítica de quatro dígitos após a virgula e que marca com precisão até 220 gramas.

Finalmente, para a curva de embebição das sementes, o experimento foi conduzido com quatro repetições de 100 sementes todas escarificadas, imersas em água deionizada. A curva de embebição foi determinada pelo ganho de peso com o aumento no teor de água, delimitando-se as fases de absorção de água.

Tratamento estatístico dos dados

Os dados obtidos foram tratados estatisticamente com o uso do *software Excel*

versão 2013 (MICROSOFT CORPORATION, 1997), com a aplicação da Estatística Descritiva (média, moda, mediana, desvio padrão, assimetria, máxima e mínima) e construção do Histograma de Frequência. Os dados obtidos foram alocados em gráficos e tabelas de acordo com a normativa estabelecida pelo Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (IBGE, 1993).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto a biometria de frutos e sementes

Os dados obtidos para a biometria dos frutos indicaram que, a medida do comprimento foi superior a largura, e esta, a espessura (Figura 3)

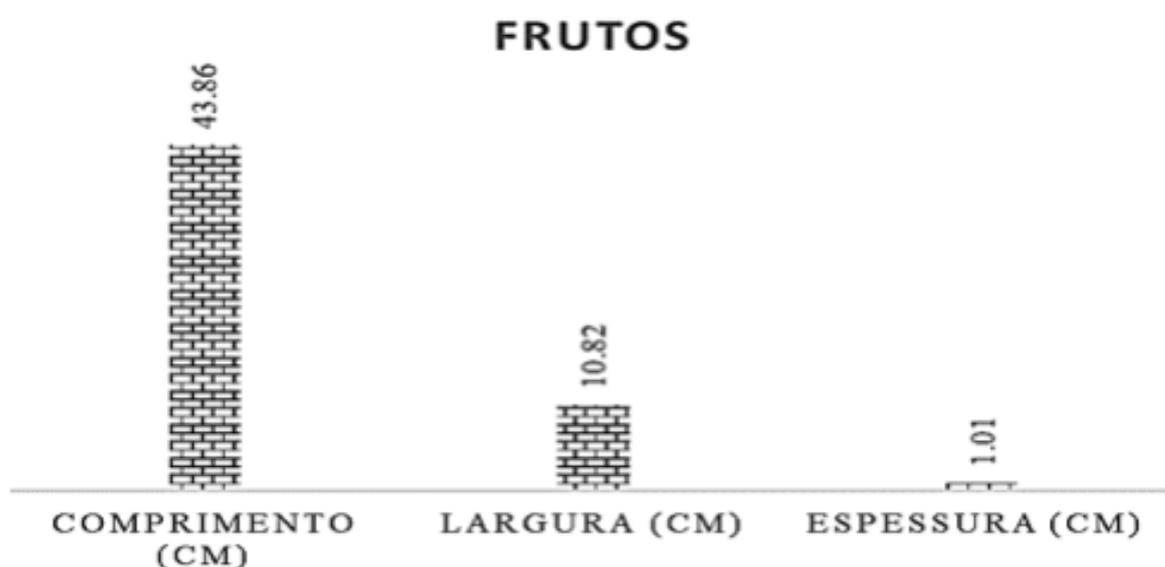


Figura 3 – Biometria para as três variáveis mensuradas nos frutos analisados. Paragominas – PA.

Fonte: autores (2019)

Acerca da biometria do fruto, Dutra et al. (2017), efetuaram estudo em Vitória da Conquista (BA), e concluíram que os frutos de D. regia, foram classificados como grandes, devido às medidas de comprimento (27,2 a 43,3 cm), largura (4,3 a 5,0 cm) e espessura (0,9 a 1,0 cm), contendo média de 2 a 38,6 sementes cada. Em Paragominas, os valores médios obtidos referente a biometria do fruto foram superiores aquelas encontradas em Vitória da Conquista, e isso permitiu a classificação dos frutos como “grandes”.

A análise dos dados quanto as médias, moda, mediana indicou valores similares. Em relação aos demais dados estatísticos (Figura 4).

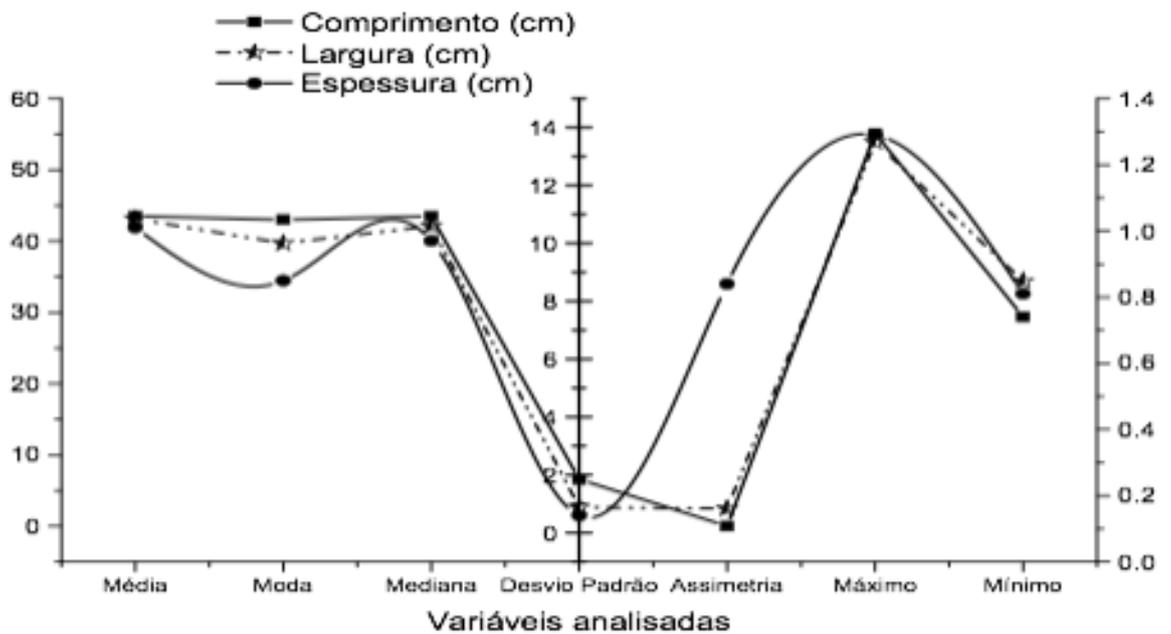


Figura 4 - Valores para média, moda, mediana do comprimento, largura e espessura dos frutos e sementes de *D. regia*. Paragominas – PA.

Fonte: autores (2019).

Após a plotagem de dados em histogramas de frequências, a análise deles indicou que houve uma simetria quanto ao comprimento (Figura 5a) largura (Figura 5b) e uma assimetria quanto a espessura (Figura 5c).

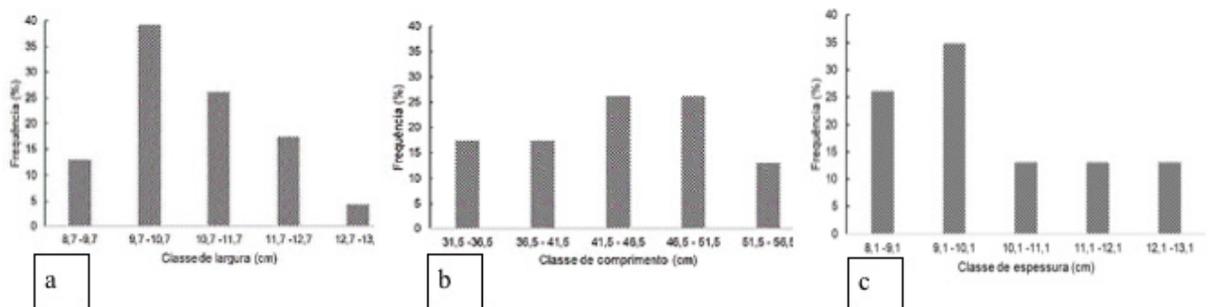


Figura 5 - Histograma da biometria dos frutos onde a) comprimento das sementes; b) largura dos frutos; c) espessura dos frutos em centímetros.

Fonte: autores (2019).

Para as sementes analisadas, os valores para as médias do comprimento (2,28 cm), largura (0,71 cm), e espessura (0,48 cm). Sobre essas medidas, Singh e Kumar (2014), realizou um artigo de revisão sobre as sementes de *D. regia*, e concluiu que elas devem apresentar 2 cm de comprimento, Na análise realizada em Paragominas, as sementes foram superiores em 0,28 cm o que, estatisticamente não é considerado como uma diferença aceitável, logo, afirma-se que há similaridade nos dados obtidos naquele município.

Quanto ao tratamento estatístico, a análise dos dados obtidos indicou que há variações correlatas aos padrões analisados, podendo ser explicada por pouca

variabilidade, devido condições genéticas e variações ambientais locais, apresentados (Tabela 2).

Parâmetro	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)
Média	22,84	7,10	4,89
Moda	23,3	6,9	5
Mediana	23,15	7	5
Desvio padrão	22,63	7,04	4,84
Assimetria	-0,04	0,04	-0,07
Máximo	324,6	7,9	5,4
Mínimo	18,70	6,1	4

Tabela 2. Biometria das sementes de *D. regia* coletadas em Paragominas, PA.

Fonte: autores (2019).

Nos histogramas de frequência foi observado comportamento simétrico para o comprimento das sementes e verificou-se comportamento assimétrico para largura e espessura (Figura 6).

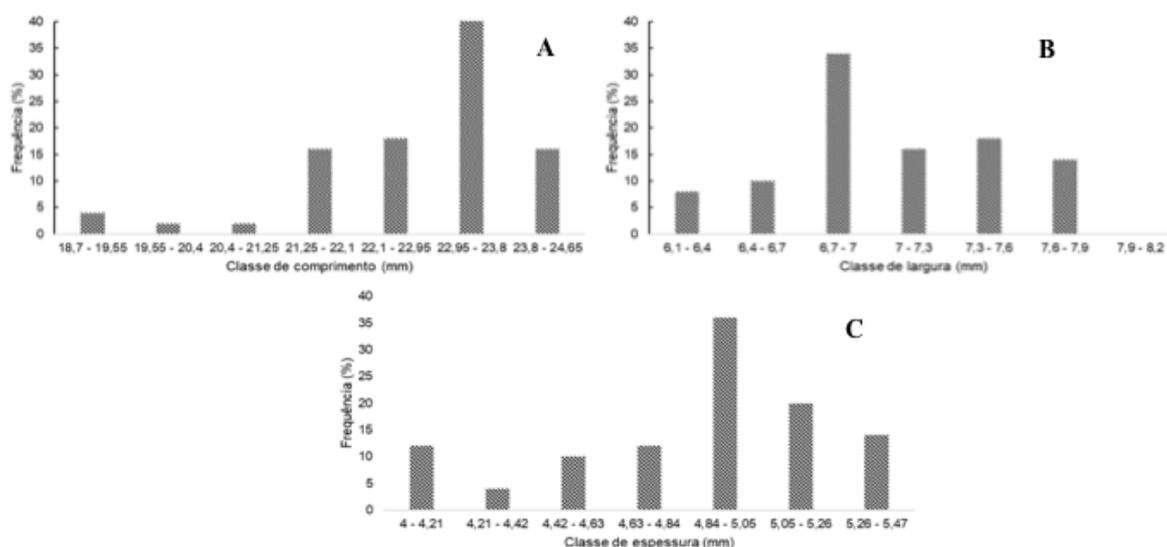


Figura 6. Histograma da biometria das sementes; (A) Comprimento das sementes em milímetros; (B) Largura das sementes em milímetros e (C) Espessura das sementes em milímetros.

Fonte: autores (2019).

3.1 Quanto ao teor de umidade

As sementes de *D. regia* apresentaram grau de umidade média de 10,3 % no início dos testes. Esse baixo valor de umidade pode estar relacionado a idiosincrasia da espécie, em que suas sementes tem dormência tegumentar, assim o tegumento cria uma característica rígida e hidrofóbica, enquanto está características pode se potencializar quanto menor o grau de umidade estiver (BEWLEY; BLACK, 1982).

Pereira et al., (2016), estudando com sementes de *D. regia* demonstrou que estas apresentaram grau de umidade igual a 5,6 %, diferença explicada por Ataíde et al. (2013) identificaram que o teor de umidade em sementes de *D. regia*, esta correlacionado com a imaturidade das mesmas, tornando-as estas suscetíveis a ganho de umidade.

3.2 Quanto a curva de embebição

Os valores de ganho de massa por embebição de sementes, apresentam um padrão trifásico segundo experimentos descrito por Bewley; Black (1994) (Fase I – reativação, Fase II – indução do crescimento e Fase III – inicia-se o crescimento da plântula), referente ao aumento do teor de água na semente.

Na análise de dados em relação à absorção de água em sementes de *D. regia*, nota-se que a partir do peso inicial até peso final (Figura 7), houve aumento significativo (7,27%) na massa, pelo incremento de água após um período de 120 horas.

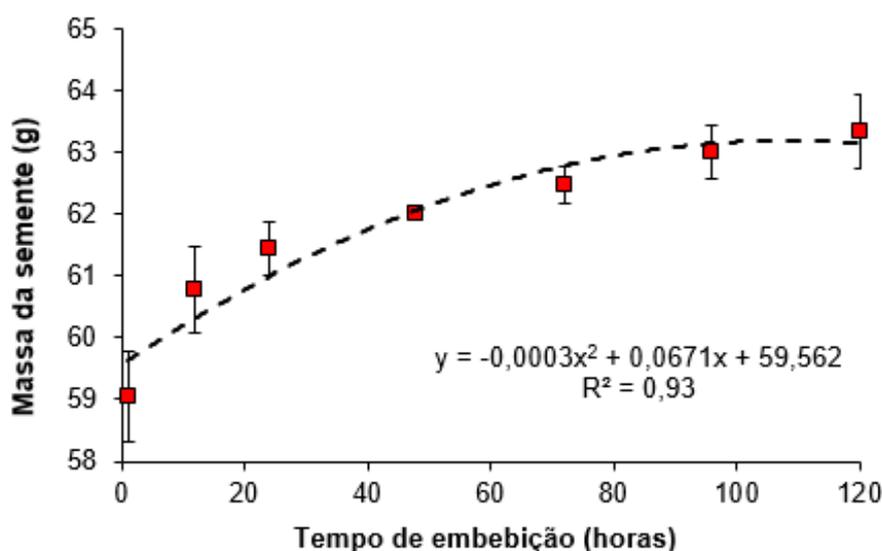


Figura 7. Curva de embebição de água das sementes de *D. regia*, Paragominas, PA.

Fonte: autores (2019).

Diante dos dados gerados, observou-se que, nas primeiras horas de embebecimento a taxa de aumento de massa foi superior quando comparadas com as pesagens dos períodos finais. Este aspecto de elevado ganho iniciais enquadra-se na Fase I, em função da diferença entre os potenciais hídricos, exibidas no intervalo de 0 a 48 horas, dados semelhantes foram relatados por Guollo et al., (2016) em sementes de *Mimosa scabrella* Benth na mesma condição de abertura tegumentar, o mesmo ocorreu para Araújo et al., (2014) com a espécie de *Macroptilium martii* Benth., ambas também da família das Fabaceae.

Posterior a esse tempo observou-se que a inclinação da curva diminui com o ganho de água, configurando a Fase II. Acréscimo considerado relativamente baixo, explicado pelo aumento na atividade fisiológica do embrião e a degradação das

substâncias de reserva para a retomada do seu crescimento (GUOLLO et al., 2016). Resultados semelhantes foram encontrados por Mantoan et al., (2012) em estudos com sementes de *Adenantha pavonina* L., e por Dantas (2015), trabalhando com *Libidibia férrea* Martius, ambas pertencente as Leguminosas. Nota-se também que o ponto de máxima eficiência na assimilação de água pela semente encontrasse no período de 112 horas aproximadamente.

Não foi identificado o ponto de início da Fase III na espécie, como identificado por Albuquerque et al., (2009), em semente de sucupira-preta, no entanto o mesmo aconteceu com sementes das espécie *Enterolobium maximum* Ducke (FARIAS et al., 2019) sendo que a mesma é da família da Fabaceae, pertencente a mesma família da espécie do presente estudo.

Não houve literatura suficiente para a comparação dos resultados sobre curva de embebição de sementes de *D. regia* com outros autores.

4 | CONCLUSÃO

Por conseguinte, mediante a caracterização biométrica dos frutos identificou a presença de variação no seu comprimento a largura, considerado como um fruto grande e uma quantidade razoável de sementes. O resultado da biometria das sementes expressou as mesmas logo fora dos padrões, ou seja, sementes muito pequenas, fato relacionado a fatores ambientais e condições genéticas. O teor de umidade apresentou média de 10,3%, valor pouco superior ao encontrado na literatura, associado a imaturidade destas. A variação de massa pós embebição das sementes, foi considerada baixa, os quais já eram esperados, devido a dormência da espécie.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, K. S. et al. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Rev. bras. sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 249-258, 2009 .

ARAÚJO, A. M. S.; TORRES, S. B.; NOGUEIRA, N. W.; FREITAS, R. M. O.; CARVALHO, S. M. C. Caracterização morfométrica e germinação de sementes de *Macroptilium martii* Benth. (FABACEAE). **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 124-131, 2014.

ATAÍDE, G. M. et al. Superação da dormência das sementes de *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. **Revista Árvore, Viçosa-MG**, v.37, n.6, p.1145-1152, 2013.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2nd ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** /

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília - DF: MAPA/ACS, 2009. 399p.

CÂMARA, F. M. M. et al. Métodos alternativos na Superação de dormência em sementes de *D. regia*. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 3, p. 76-83, 2016.

CÂNOVAS, R; THAME, N. Quando floresce o *D. regia*. Jardim cor paisagismo e jardinagem. Disponível em <<http://www.jardimcor.com/catalogo-de-especies/quando-floresce-o-D-regia/comment-page-1/>>. Acesso em 27 jun. 2017.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2000.

DANTAS, J. M. Resposta germinativa de sementes de *Libidibia férrea* Martius, submetidas a fatores abióticos. 2015. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Faculdade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, p. 56.

DENG, Z. J.; CHENG, H. Y.; SONG, S. Q. Effects of temperature, scarification, dry storage, stratification, phytohormone and light on dormancy-breaking and germination of *Cotinus coggygia* var. *Cinerea* (Anacardiaceae) seeds. *Seed Science and Technology*, Zurich, v. 38, n. 3, p. 572-584, 2010.

DUTRA, F. V. et al. Características biométricas de frutos e sementes de *D. regia*. *Scientia Agraria Paranaensis – Sci. Agrar. Parana.* v. 16, n. 1, p. 127-132, jan./mar, 2017.

FARIAS, Carla Caroline Magalhães et al. Biometria, características físicas e absorção de água de sementes de *Enterolobium maximum* Ducke. **Ciência Florestal**, [S.l.], v. 29, n. 3, p. 1241-1253, set. 2019. ISSN 1980-5098. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/14887>. Acesso em: 25 out. 2019. doi:<http://dx.doi.org/10.5902/1980509814887>.

GUOLLO, K.; MENEGATTI, R. D.; DEBASTIANI, A. B.; POSSENTI, J.; NAVROSKI, M. C. Biometria de frutos e sementes e determinação da curva de embebição em sementes de *Mimosa scabrella* Benth. **Rer. Cultivando o Saber**. v. 9, n. 1, p. 1 – 10, 2016.

MANTOAN, P. et al. Escarificação mecânica e química na superação de *Adenanthera pavonina* L. (Fabaceae: Mimosoideae). **Scientia Plena**, Aracajú, v. 8, n. 5, p. 1-8, 2012.

MANTOAN, P; SOUZA-LEAL, T; PESSA, H; MARTELINE, M. A; PEDROSO-DE-MORAES, C. Escarificação mecânica e química na superação de dormência de *Adenanthera pavonina* L. (Fabaceae: Mimosoideae). **SCIENTIA PLENA**, v. 8, n. 5, 2012.

NUNES, L. S. **Tecnologia de sementes- Qualidade**. Disponível em< https://www.agrolink.com.br/sementes/tecnologia-sementes/qualidade_361339.html>. Acesso em 27 de Out. 2019.

OLIVEIRA, A. B.; BOSCO, M. R. O. Biometria, determinação da curva de absorção de água em sementes e emergência inicial de plântulas de *Copernicia hospita* Martius. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Fortaleza, v. 8, n. 1, p. 66-74, 2013.

SANTOS, N. C. N.; POMPELLI, M. F. **importância dos processos de embebição e condutividade elétrica para germinação de sementes das espécies *Cucúrbita máxima* e *Annona squamosa***. Disponível em: < <http://www.sbcnet.org.br/livro/65ra/resumos/resumos/6844.htm>>. Acesso em 29 de jun. 2017.

SARMENTO, H. G. S. et al. Determinação do teor de água em sementes de milho, feijão e pinhão-manso por métodos alternativos. **Energia na Agricultura**. Botucatu, v. 30, n. 3, p. 249-256, 2015.

SILVA JUNIOR, V. T. et al. *Erythrina velutina* Willd. (Leguminosae - Papilionoideae) ocorrente em caatinga e brejo de altitude de Pernambuco: biometria, embebição e germinação. *Revista Árvore*,

Viçosa, MG, v. 36, n. 2, p. 247-257, 2012.

SINGH, S.; KUMAR, S.N. Introduction to genus Delonix. **Review Article**, v.3, n.6, p.2042-2055, 2014.

VARELA, V.P.; BROCKI, E. & SÁ, S.T.V. Tratamentos pré- germinativos de espécies da Amazônica IV. Faveira camuzê - *Stryphnodendron pulcherimum* (Willd.) Hochr - Leguminosae. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília. v.13, n.2, p.87-89. 1991.

VEASEY, D. P. Effect of ambient conditions on oven methods of moisture measurement. **Milling**. London, v. 153, n. 1, p. 17-18, 1971.

ENRIQUECIMENTO DO BANCO DE SEMENTES DO SOLO COM SEMENTES FLORESTAIS PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM HORTA AGROECOLÓGICA URBANA, PELOTAS, RS

Data de submissão: 31/01/2020

Data de aceite: 19/02/2020

Tiago Schuch Lemos Venzke

Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), Centro das Engenharias (CENG), Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Professor Substituto Adjunto, Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7812696820304266>

RESUMO: Foi avaliada a técnica de restauração ecológica do enriquecimento do banco de sementes do solo com a transposição de serrapilheira e solo florestal enriquecido com sementes florestais para uma horta agroecológica urbana. Terra vegetal e serrapilheira de mata ciliar degradada foi misturada ao substrato da adubação de cobertura. Também, entre as hortaliças cultivadas foram semeadas espécies florestais por uma muvuca de sementes e pela semeadura direta. Em três contagens (DAS 41, DAS 152 e DAS 241) foi avaliado o estabelecimento de espécies lenhosas na horta agroecológica em terraço urbano. Foi contabilizado 29 espécies de árvores, arbustos e trepadeiras de origem geográfica nativa e exótica. Ocorreram espécies de diferentes categorias sucessionais: como pioneiras nativas: aroeira-vermelha, aroeira-braba, araçá, maricá e vassoura-vermelha; e secundárias

iniciais: guajuvira, pitanga, guamirim-do-brejo, chá-de-bugre, jerivá, capororocão e camboatá. O enriquecimento do banco de sementes do solo em consórcio com cultivo de hortas agroecológicas parece ser técnica agroflorestal adequada para a fase inicial do reflorestamento de florestas tropicais.

PALAVRAS-CHAVE: sementes florestais; restauração ecológica; hortaliças; regeneração florestal; muvuca de sementes

ENRICHMENT OF THE SOIL SEED BANK WITH FOREST SEEDS FOR ECOLOGICAL RESTORATION IN AGROECOLOGICAL URBAN GARDEN, PELOTAS, RS

ABSTRACT: The ecological restoration technique of soil seed bank enrichment with the transposition of litter and forest soil enriched with forest seeds to an urban agroecological garden was evaluated. Samples of soil and litter in degraded riparian forest were collected and mixed with the substrate of the top dressing of the agroecological garden. Also, among the cultivated vegetables, forest species were seeding by a seed and by direct sowing. Three counts (DAS 41, DAS 152 and DAS 241) evaluated the establishment of woody species in the urban terrace garden. There were 29 species of trees, shrubs and vines of native and exotic geographical origin. It occurred species

of different successional categories: as native pioneers: aroeira-vermelha, aroeira-braba, araçá, maricá e vassoura-vermelha; e secundárias iniciais: guajuvira, pitanga, guamirim-do-brejo, chá-de-bugre, jerivá, capororocão e camboatá. Enrichment of soil seed bank in intercrop with cultivation of agroecological gardens seems to be an appropriate agroforestry technique for the initial phase of reforestation of tropical forests.

KEYWORDS: forest seeds; ecological restoration; vegetables; forest regeneration; seed muvuca

1 | INTRODUÇÃO

As hortas caseiras são fontes de alimentação saudável e barata e quando realizadas de maneira agroecológica promovem a proteção do meio ambiente. Ainda ocorre o aproveitamento de resíduos vegetais através da compostagem do lixo residencial. As hortas urbanas são uma iniciativa que tem crescido em muitas cidades do mundo, podendo ser uma estratégia eficaz para auxiliar no combate a miséria, melhorando a segurança alimentar e nutricional de comunidades urbanas e criar um habitat urbano melhorado (CRIBB e CRIBB, 2009).

As experiências com agricultura urbana no Brasil foram consultadas. Estes estudos foram realizados nos Município de Cáceres-MT, Capão do Leão-RS, Curitiba-PR, Dionísio Cerqueira-SC, Ilha Solteira-SP, Pombal-PB, Porto Alegre-RS, Parnaíba-PI, Presidente Prudente-SP, Santa Maria-RS, Teresina-PI e Uberlândia-MG (MONTEIRO e MONTEIRO, 2006; PESSOA et al., 2006; RESENDE e CLEPS, 2006; TONINI e TECCHIO, 2006; ARZABE et al., 2007; BEZERRA et al., 2008; MARTINS et al., 2009; HIRATA et al., 2010; OTTMANN et al., 2010; SILVA et al., 2011; WANDSCHEER e MEDEIROS, 2015; SANCHES et al., 2018). Uma interessante revisão da literatura sobre hortas urbanas no Brasil reuniu dificuldades encontradas por agricultores urbanos e periurbanos (BRANCO e ALCANTARA, 2011). Em 191 trabalhos publicados no período 1996-2010, as dificuldades mais comuns estavam ao acesso limitado à assistência técnica e capacitação, limitada articulação e compromisso, capital e apoio governamental, assim como baixa qualidade, falta ou acesso limitado à água para irrigação

Uma horta urbana propicia o cultivo de uma agrobiodiversidade de hortaliças para diferentes usos, como tempero, uso medicinal, de valor alimentício e ornamental. Nesse ambiente de horta urbana e localizada num terraço de prédio no centro da cidade, foi montada uma experiência com o enriquecimento do banco de sementes do solo com sementes florestais. O banco de sementes do solo é o estoque de sementes que estão viáveis no solo e na serrapilheira, desde a superfície até as camadas mais profundas em uma área num dado momento (KAGEYAMA e VIANA, 1991). Este banco de sementes constitui no principal mecanismo que controla a regeneração da vegetação tropical (UHL et al., 1981).

Uma das técnicas para promover a restauração ecológica é a transposição de porções de solo de áreas naturais preservadas para as áreas degradadas. Essa estratégia de recuperação de áreas degradadas utiliza sementes contidas nas camadas mais superficiais dos solos para iniciar a sucessão florestal. Além de conter as sementes florestais, as amostras de solos possuem também certa porção de nutrientes e matéria orgânica, assim como organismos edáficos importantes como: vírus, bactérias, protozoários, nematoides, rotíferos, oligocaetas e seus ovos, ácaros, colembolos, fungos decompositores e associações micorrízicas, essenciais para o estabelecimento das plântulas recrutadas do banco e posterior desenvolvimento da vegetação (MIRANDA-NETO et al., 2010). Estudos com banco de sementes vem mostrando que é viável como técnica de restauração ecológica (LONGHI et al. 2005; MARTINS et al. 2012; VENZKE et al. 2013). A transposição dos solos é uma alternativa para a restauração ecológica das florestas do Brasil, minimizando os custos de implantação e manutenção de projetos de reflorestamento de florestas nativas e pomares. Isso, pois, em programas de reflorestamento, os maiores custos econômicos são as mudas e a equipe de manutenção dos plantios florestais (JOLY et al 2000).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes técnicas para o enriquecimento do banco de sementes do solo com sementes florestais. Isso foi realizado em um ambiente experimental de uma horta agroecológica urbana, sendo avaliada a regeneração de espécies florestais nativas consorciadas com o cultivo das hortaliças.

2 | MATERIAL E MÉTODOS:

A área do experimento foi uma horta urbana agroecológica localizada em terraço no centro do município de Pelotas (31°46'02"S e 52°19'56") (Figura 1a). A horta é formada por recipientes de baldes e bandejas plásticas de pedreiro ou também denominadas de masseira plástica (53 x 34cm) com 3,4 m² de espaço cultivável. O sistema de irrigação é simples de gotejamento com água do sistema municipal de abastecimento (Figura 1b) (SANEP, 2019). Atualmente, é reciclado lixo doméstico orgânico e produzindo alimentos orgânicos e de baixo custo no centro urbano do município de Pelotas, RS, Brasil, observando as desvantagens e vantagens de cultivo neste tipo de espaço (VENZKE, 2016).

Para o enriquecimento do banco de sementes do solo foi usada diferentes estratégias de material vegetal como fonte de sementes: 1) varreção de bosque; 2) serrapilheira e solo florestal de mata ciliar degradada; 3) semeadura direta e 4) muvuca de sementes florestais e hortaliças. Para realizar a adubação de cobertura foram usados como fonte de matéria orgânica: adubo da compostagem da própria residência, serragem (predominância de serraria de espécies de *Eucalyptus*), serrapilheira e a camada de solo superficial de floresta nativa (5 cm de profundidade de terra vegetal

em área de mata ciliar degradada). O adubo da compostagem da residência foram restos da cozinha doméstica, sem adição de carnes, óleos e sal, sendo que, as sementes das frutas eram adicionadas também na composteira. A serragem era praticamente inerte em conter sementes de espécies florestais, pois o resíduo foi coletado diretamente no refugo da máquina de serra. A terra vegetal de floresta nativa com serrapilheira foi adquirida nas margens da Barragem da Santa Barbara, em área de trilhas de deslocamento de pescadores e turistas. A vegetação nas margens da barragem é uma Área de Preservação Permanente (APP de mata ciliar) em estágio inicial de regeneração natural com árvores adultas de acácia-negra (*Acacia mearnsii*), *Pinus cf. elliottii* maricá (*Mimosa bimucronata*), chá-de-bugre (*Casearia sylvestris*) e açoita-cavalo (*Luehea divadicata*).

A semeadura da muvuca de sementes florestais foi usada para promover o enriquecimento do banco de sementes do solo. Também foram misturados na muvuca, sementes das hortaliças pepino, espinafre, alface, rúcula, couve, agrião de seco e arroz de sequeiro. Essa muvuca de sementes é a prática de misturar sementes de diferentes espécies, como ilustrado na figura 1c. A muvuca de sementes foi então distribuída a lanço sobre o solo desnudo e entre as hortaliças em final de ciclo. No dia 06 de outubro de 2016, zero Dias Após a Semeadura (DAS 0), uma semana após a colocação da adubação de cobertura, foram semeados os lotes de muvucas de sementes florestais descritos na Tabela 1.

Após, foi colocado fina camada do composto de adubação de cobertura com serrapilheira e posteriormente a cobertura morta *mulching*, formando uma camada de palha sobre o solo (Figura 1d). O material vegetal usado como cobertura morta nos cultivos (o *mulching*) foi capina de roçada da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel da Universidade Federal de Pelotas (FAEM-UFPEL), formada por folhas de gramíneas (sem estolões) e com alguns galhos finos e folhas das árvores do estacionamento arborizado com tipuana (*Tipuana tipu*).

Na semana subsequente foi realizada a semeadura direta de sementes florestais, manualmente nos espaços existentes entre as plantas cultivadas. As espécies da semeadura direta foram guabiju (*Myrcianthes pungens*), batinga/guamirim-do-brejo (*Eugenia uruguayensis*), fisales (*Physalis peruviana*) e aroeira-braba (*Lithraea brasiliensis*). No período da experiência, o manejo da horta foi sempre leve, evitando o revolvimento do substrato quando da colheita das hortaliças.

Para avaliar a regeneração das espécies florestais no ambiente da horta foi realizada a marcação e a contagem das plântulas germinadas (Figura 1e). A DAS 0 (dias após a semeadura) foi em 06 de outubro de 2016 e as datas de amostragem foram 16 de novembro (DAS de 41), 07 de março de 2017 (DAS de 152) e 03 de junho de 2017 (DAS de 241). Como a horta é um experimento em bandejas plásticas, as plântulas das espécies lenhosas depois de marcadas, contadas e manejadas, foram repicadas quando estavam entre 5-25 cm de altura (Figura 1f). Algumas mudas foram deixadas nas bandejas para adquirir maior tamanho.



Figura 1. Em a= bandeja com morango, pepino e milho, e mudas de vassoura vermelha (*Dodonea viscosa*); b= sistema de irrigação e mudas de batinga (*Eugenia uruguayensis*) e guabiju (*Myrcianthes pungens*) repicadas para vasos; c= muvuca de sementes formada por sementes florestais e de hortaliças usada na sementeira a lanço na horta; d= Bandejas com detalhe da cobertura do solo *mulching* de palha com plantas de morango em produção e um milho da sementeira pela muvuca de sementes; e= três plântulas germinadas de aroeira braba (*Lithraea brasiliensis*); f= Bandeja com mudas florestais repicadas do ambiente da horta.

As espécies germinadas foram identificadas e classificadas conforme porte do vegetal (árvore, arbusto e trepadeira), classe sucessional, origem geográfica e meios de reprodução. A classificação das espécies em classes sucessionais de pioneira, secundária inicial e secundária tardia foi baseada em BUDOWSKI (1965). Observações realizadas nas expedições de campo auxiliam na definição da categoria sucessional das espécies na região do estudo (Município de Pelotas e arredores no Extremo-sul da Mata Atlântica (VENZKE, 2012). Ainda, observou meio de estabelecimento das plântulas das árvores no ambiente da horta, via muvuca de sementes, sementeira direta ou pelo banco de sementes do solo de mata ciliar degradada.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados estabelecidas no ambiente da horta urbana 354 indivíduos de 29 espécies entre árvores, arbustos e trepadeiras (Tabela 1). Quanto a classe sucessional das espécies identificadas, ocorreram árvores de grupos ecológicos importantes para a sucessão ecológica da floresta. Foram observadas 14 espécies de plantas pioneiras, adaptadas aos ambientes abertos nas florestas. Outras sete espécies são da classe sucessional das secundárias iniciais, que toleram certo sombreamento e crescem ao pleno sol quando adultas. Da categoria das secundárias tardias, plantas indicadoras de áreas preservadas das florestas nativas, foram contabilizadas três espécies: guabiju (*Myrcianthes pungens*) que chegou ao banco de sementes do solo pelo método da semeadura direta; e psicotria (*Psychotria carthagenensis*) e cereja-do-rio-grande (*Eugenia involucreta*), que provavelmente tiveram a dispersão para o ambiente da horta, pela transposição da terra vegetal e serrapilheira de mata ciliar.

Quanto à origem geográfica das espécies florestais, ocorreram 20 nativas, seis exóticas e três indeterminadas. As espécies nativas que produziram número significativo de plântulas ao longo das três amostragens foram: aroeira-vermelha (79 ind.), vassoura-vermelha (34), araçá (20), guabiju (32), maricá (19), guamirim-dobrejo (11) e aroeira-braba (8). Todas essas plantas foram semeadas pela muvuca de sementes ou semeadura direta no solo, mostrando que a experiência do enriquecimento do banco de sementes do solo, é uma técnica plausível para a restauração ecológica de florestas naturais. Já, as espécies exóticas a flora nativa que se estabeleceram foram citrus (9 ind.), mamão (26), fisais (13), milho (12), acácia-negra (1) e maçã (1).

As sementes que germinaram na horta foram dispersas até o banco de sementes do solo por quatro principais mecanismos como meios de dispersão das sementes (Tabela 1). O primeiro foi através a muvuca de sementes florestais, objetivo alcançado com sucesso pelo número considerável de mudas florestais produzidas. O segundo através de semeadura direta entre as hortaliças cultivadas. A terceira foi sementes contidas na terra vegetal de floresta ciliar usada na adubação de cobertura. A quarta sementes que passaram pela compostagem da residência.

A única espécie da muvuca de sementes que não foi contabilizada o estabelecimento de plântula foi murta (*Blepharocalyx salicifolius*). Em estudo anterior da germinação de sementes de arbóreas nessa mesma horta, outra espécie da família de Myrtaceae, (cereja-do-rio-grande – *Eugenia involucreta*), também não produziu mudas no ambiente da horta urbana agroecológica (VENZKE et al., 2016). Provavelmente, por serem espécies da família Myrtaceae, que possui tendência em apresentar comportamento recalcitrante (SANTOS et al., 2004; GOMES, 2011). Plantas com sementes recalcitrantes não são tolerantes ao dessecação das sementes (CASTRO et al., 2004).

Contudo, uma importante fonte para o enriquecimento do banco de sementes do solo foi à terra vegetal da floresta nativa, importante para a produção de diversidade

de espécies nativas (16 espécies) (Tabela 1). Na primeira contagem (16 de novembro de 2016 - DAS 41), as espécies provenientes da transposição do solo florestal foram: piper, capororocão, capororoca e chá-de-bugre (Tabela 2). Na segunda amostragem (07 de março de 2017) foram ocorrentes: piper, pitanga, cereja-do-rio-grande, psicotria, capororocão, camboatã, guajuvira e trepadeiras. E, na terceira data de contagem (03 de junho de 2017), ocorreu guajuvira, camboatã e uma vassoura (*Baccharis dracunculifolia*).

A única espécie exótica observada foi acácia-negra. Ocorrência esperada, pois ocorriam indivíduos adultos de acácia-negra na área de coleta da terra vegetal da mata ciliar na Barragem do Santa Bárbara. Contudo, entre as espécies provenientes do banco de sementes da mata ciliar, estavam plantas de diferentes categorias sucessionais que são importantes para a restauração ecológica da vegetação nativa (Tabela 1).

Nome Popular	Espécies	N	Porte	CS	Sin	Origem	Semeadura
aroeira-vermelha	<i>Schinus terebinthifolius</i>	79	Ar	P	Zoo	N	Muv
-	ni 3	34	-	ni	Ind	ind	SN
vassoura-vermelha	<i>Dodonea viscosa</i>	37	Ar	P	Ane	N	Muv
araçá	<i>Psidium cattleianum</i>	20	Ar	SI	Zoo	N	Muv
mamão	<i>Carica papaya</i>	26	Ab	P	Zoo	E	Muv
guabiju	<i>Myrcianthes pungens</i>	32	Ar	ST	Zoo	N	SD
batinga, guamirim-do-brejo	<i>Eugenia uruguayensis</i>	11	Ar	SI	Zoo	N	SD
maricá	<i>Mimosa bimucronata</i>	19	Ar	P	Ane	N	Muv
fisales	<i>Physalis peruviana</i>	13	Ab	P	Zoo	E	SD
amora	<i>Rubus fruticosus</i>	20	T	P	Zoo	N	SN
citrus	<i>Citrus spp.</i>	9	Ab	P	Zoo	E	Muv
milho “cateto roxo”	<i>Zea mays</i>	12	Her	P	Ant	E	Muv
aroeira-braba	<i>Lithraea brasiliensis</i>	8	Ar	P	Zoo	N	SD
coqueiro, jervá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	5	Ar	SI	Zoo	N	Muv
guajuvira	<i>Cordia americana</i>	6	Ar	SI	Ane	N	SN
-	<i>Convolvulaceae</i>	4	T	ni	Ind	N	SN
camboatã	<i>Cupania vernalis</i>	3	Ar	SI	Zoo	N	SN
capororocão	<i>Myrsine umbellata</i>	3	Ar	P	Zoo	N	SN
-	ni 1	2	-	ni	Ind	Ind	SN
piper	<i>Piper gaudichanum</i>	2	Ab	SI	Ind	N	SN
acácia-negra	<i>Acacia mearnsii</i>	1	Ar	P	Ane	E	SN
capororoca	<i>Myrsine sp.</i>	1	Ar	ni	Zoo	N	SN
cereja-do-rio-grande	<i>Eugenia involucrata</i>	1	Ar	ST	Zoo	N	SN
chá-de-bugre, cavalinha	<i>Casearia sylvestris</i>	1	Ar	SI	Zoo	N	SN
maçã	<i>Malus domestica</i>	1	Ar	P	Ant	E	Com
-	ni 2	1	-	ni	Ind	ind	SN
psicotria	<i>Psychotria carthagenensis</i>	1	Ab	ST	Zoo	N	SN
pitanga	<i>Eugenia uniflora</i>	1	Ar	P	Zoo	N	SN
vassoura, alecrim	<i>Baccharis sp.</i>	1	Ab	P	Ane	N	SN

354

Tabela 1. Lista das espécies florestais germinadas no ambiente de horta urbana agroecológica

em Pelotas, RS, Brasil. N=número de mudas; Meio de reprodução (Muv: muvuca de sementes, SD: semeadura direta e SN: semeadura natural=banco de sementes do solo de floresta ciliar degradada); Porte (Ar: árvore, ab: arbusto, Her: herbácea, T: trepadeira); Classe sucessional (P: pioneira, SI: secundária inicial, ST: secundária tardia, Ind: indeterminada,); Síndrome de dispersão das sementes (Zoo: zoocórica, Ane: anemocórica, Ant: humanos) e origem geográfica (E=exótica, N=nativa).

A germinação das sementes ocorreu em períodos variados conforme as espécies (Tabela 2). Contudo, esse tempo é relativo e fornece uma ideia da germinação das espécies ao longo do tempo. Pois as sementes no ambiente da horta, não estão nas condições ideais de germinação como nos viveiros florestais. Ainda, no ambiente consorciado na horta, as plântulas das árvores competem com as plantas cultivadas. Outro fator importante na germinação de sementes florestais no sistema de horticultura, são as constantes práticas de manejo da horta, como repicagem, raleio, poda e colheita das hortaliças. Essas práticas promovem abertura de espaço e algum revolvimento do solo, que estimula e trás para a camada superficial as sementes enterradas, determinantes para o recrutamento de maior densidade de plântulas e maior riqueza de espécies florestais (AMADOR e VIAVA, 2000).

1º contagem (Dias de DAS=41)				2º contagem (Dias de DAS=152)				3º contagem (Dias de DAS=241)			
Nome Popular	N	DR	FA	Nome Popular	N	DR	FA	Nome Popular	N	DR	FA
aroeira-vermelha	43	39,8	11	aroeira-vermelha	36	21,8	14	ni 3	30	37	12
mamão	20	18,5	8	guabiju	32	19,4	7	guamirim-do-brejo	11	13,6	6
vassoura-vermelha	13	12,0	7	vassoura-vermelha	21	12,7	9	phisales	13	16,1	1
milho-cateto-roxo	12	11,1	7	maricá	14	8,5	7	araçá	6	7,41	4
amora-do-mato	5	4,6	4	amora-do-mato	15	9,1	4	aroeira-braba	4	4,94	3
maricá	3	2,8	3	araçá	11	6,7	6	vassoura-vermelha	3	3,7	2
araçá	3	2,8	2	mamão	6	3,6	5	citrus	2	2,47	2
guajuvira	2	1,9	1	citrus	6	3,6	4	jerivá	2	2,47	2
ni 3	1	0,9	1	jerivá	3	1,8	2	maricá	2	2,47	1
piper	1	0,9	1	ni 3	3	1,8	2	ni 1	2	2,47	1
capororocão	1	0,9	1	guajuvira	3	1,8	2	maricá	2	2,47	1
capororoca	1	0,9	1	aroeira-braba	4	2,4	1	ni 2	1	1,23	1
Convolvulaceae	1	0,9	1	camboatã	2	1,2	2	camboatã	1	1,23	1
cha-de-bugre	1	0,9	1	capororocão	2	1,2	1	guajuvira	1	1,23	1
citrus	1	0,9	1	psicotria	1	0,6	1	vassoura, alecrim	1	1,23	1
Total de plântulas	108			cereja-do-rio-grande	1	0,6	1	Total de plântulas	81		
				pitanga	1	0,6	1				
				acácia-negra	1	0,6	1				
				piper	1	0,6	1				
				Convolvulaceae	1	0,6	1				
				maçã	1	0,6	1				
				Total de plântulas	165						

Tabela 2. Emergência das espécies florestais no total das três contagens no ambiente de horta urbana agroecológica (semeadura=6 de outubro de 2016), (1º contagem=16 de novembro de 2016), (2º contagem=07 de março de 2017) e (3º contagem=03 de junho de 2017). Onde: N=número de plântulas, DR= densidade relativa da espécie e FA=frequência absolutas da ocorrência das plântulas nas bandejas.

Contudo, a técnica do enriquecimento do banco de sementes do solo parece ser viável para a restauração ecológica de áreas degradadas, principalmente para espécies pioneiras, com frutos e sementes pequenas, abundantes e fácil de serem coletados. Com estas características, germinaram na horta, as espécies pioneiras nativas: aroeira-vermelha, maricá, vassoura-vermelha, araçá e aroeira-braba.

A vantagem na produção de mudas das pioneiras nos projetos de reflorestamento é o baixo custo das etapas de coleta e beneficiamento das sementes. Isso é um importante avanço para usar alta proporção de espécies pioneiras para a restauração das áreas degradadas (SOUZA e BATISTA, 2004). Contudo, esses autores encontraram descontinuidade na regeneração da floresta restaurada com muitas pioneiras no estado de São Paulo, Brasil. Após 10 anos de restauração, a sucessão florestal estava praticamente estabilizada, pela falta de dispersão de sementes florestais de outras categorias sucessionais. Isso ocorreu por causa da elevada degradação da paisagem ao redor de uma barragem, com reduzida fonte de sementes de outras categorias sucessionais. Desde modo, além dos muitos indivíduos de plantas pioneiras estabelecidas na horta, a técnica testada foi capaz de ser uma fonte de espécies de outras categorias sucessionais, como as secundárias iniciais (guajuvira, guamirim-do-brejo, chá-de-bugre, jerivá e camboatá) e de secundárias tardias (guabiju e cereja-do-rio-grande).

Nos projetos de restauração ecológica, a presença de plantas de diferentes categorias sucessionais, como pioneiras e secundárias iniciais, é essencial para iniciar o processo de sucessão ecológica no ambiente (BUDOWSKI, 1965; UHL et al., 1981; GANDOLFI, 1995). Principalmente, as espécies pioneiras ruderais, que propiciam a formação do dossel florestal em tempo menor (DURIGAN, 1990; EMBRAPA, 1998; AMADOR e VIANA, 2000; BARBOSA et al., 2003; SOUZA e BATISTA, 2004). Uma limitação para implementação de projetos de recuperação ambiental é o custo do trabalho, como financeiros, tempo investido e nível de qualificação do pessoal envolvido (OLIVEIRA-FILHO, 1994). O balanço entre estes fatores resultará na escolha ou não de utilizar proporções elevadas de pioneiras nos modelos de reflorestamentos de florestas nativas.

Um problema silvicultural observado no consórcio das espécies florestais com as hortaliças foi o estiolamento das plântulas. Esse processo de alongamento do caule da planta ocorreu principalmente nas espécies pioneiras: aroeira-vermelha, maricá e vassoura-vermelha e na espécie exótica mamão. Porém, o grande benefício do consórcio das hortaliças com as árvores é conciliar as práticas de manejo da horta para a condução e a manutenção das plântulas florestais em um sistema agroflorestal.

4 | CONCLUSÃO

O enriquecimento do banco de sementes do solo da horta foi realizado por meio das sementes provenientes da 1) serrapilheira e solo florestal; 2) da semeadura direta e 3) da muvuca de sementes. Assim, a muvuca de sementes de árvores como técnica de reflorestamento em consórcio com horta agroecológica forneceu indícios da possibilidade que as hortas sejam a primeira fase da sucessão ecológica das florestas nativas. A colocação de serrapilheira florestal enriquecida com sementes florestais, além de promover a proteção e a conservação do solo e da água para as hortaliças, é fonte de diversidade de sementes para a recuperação de áreas degradadas.

O consórcio das hortaliças com as sementes e as mudas das árvores, além de gerar uma alimentação saudável e baixo custo, proporciona menores custos econômicos na manutenção de projetos de reflorestamento. Dessa forma, são necessários mais estudos em maior escala sobre o cultivo consorciado de hortas e produção de mudas florestais nas primeiras fases dos projetos de restauração ecológica das florestas tropicais no território Brasileiro.

REFERÊNCIAS

AMADOR, D.B.; VIANA, V.M. **Low forests. dynamics in a Forest remnant restoration.** SCIENTIA FORESTALIS, n. 57, p. 69-85, jun. 2000.

ARZABE, C. et al. **Inimigos naturais em horta agroecológica no município de Parnaíba, Piauí, Brasil.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 2, n. 2, p. 1303-1306, 2007.

BARBOSA, L.M. et al. 2003. **Recuperação florestal com espécies nativas no estado de São Paulo: pesquisas apontam mudanças necessárias.** Florestar Estatístico, V. 6, n.14, p. 28-34.

BEZERRA K. C.; JUNIOR, S. S.; SOUZA, E. A.; SANTOS, W. M. **Horta Doméstica com famílias do Programa de Saúde da Família Vitória Régia em Cáceres-MT.** Horticultura Brasileira, v. 26, n. 2, p. 2118-2122, 2008.

BRANCO, M. C.; ALCANTARA, F. A. **Hortas urbanas e periurbanas: o que nos diz a literatura brasileira?** Horticultura Brasileira, Brasília, v. 29, n. 3, p. 421-428, jul./set. 2011.

BUDOWSKI G. **Distribution of tropical american rain forest species in the light of successional processes.** Turrialba, v.15, n.1, p. 40-42, 1965.

CASTRO, R. D.; BRADFORD, K. J. & HILHORST, H. W. M. **Desenvolvimento de sementes e conteúdo de água.** In: FERREIRA, A. G. & BORGHETTI (Org.). *Germinação: do básico ao aplicado.* Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 51-67.

CRIBB, S. L. S. P.; CRIBB, A. Y. **Agricultura urbana: alternativa para aliviar a fome e para a educação ambiental.** Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Porto Alegre, 2009. 14p.

DURIGAN, G. **Taxa de sobrevivência e crescimento inicial das espécies em plantio de recomposição da mata ciliar.** Acta bot. bras. 4(2), p 35-40, 1990.

EMBRAPA. 1998. **Manejo florestal em regime de rendimento sustentado aplicado à floresta do**

Campo Experimental da Embrapa-CPAF/AC. Oliveira, M.V.N. d’; BRAZ, E.M. Rio Branco: Embrapa CPAF/AC. Boletim de Pesquisa, n 21. 47 pag.

GANDOLFI S., LEITÃO FILHO H. F., BEZERRA C. L. E. **Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo arbóreas de uma Floresta Mesófila Semidecídua no município de Guarulhos, SP.** Revista Brasileira de Biologia, v.55, n.4, p. 753-767, 1995.

GOMES, J. P. **Germinação e armazenamento de sementes de Myrtaceae.** 2011. 91f. Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias/UDESC.

HIRATA, A. C. S.; GOLLA, A. R.; HESPANHOL, R. A. M. **Caracterização da horticultura como uma estratégia de agricultura urbana em Presidente Prudente, estado de São Paulo.** Informações Econômicas, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 01-10, 2010.

JOLY, C. A. et al. Projeto Jacaré-Pepira – **O desenvolvimento de um modelo de recomposição de mata ciliar com base na florística regional.** In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. Matas ciliares: Conservação e Recuperação. São Paulo: Editora da USP/Fapesp, 2000. p.271-287.

KAGEYAMA, P. Y.; VIANA, V. M. **Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais.** In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Sementes Florestais, Atibaia: Anais... 1991. p.197-215.

LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; OLIVEIRA, D. M.; FIALHO, L. E. B. WOJCIECHOWSKI, J. C.; VACCARO, S. **Banco de sementes do solo em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual em Santa Tereza, RS.** Ciência Florestal, v.15, n.4, p. 359-370, 2005.

MARTINS, M. R.; SANT’ANA, A. L.; OLIVEIRA, L. R. M.; GONZAGA, D. A.; SILVA, F.C. **Práticas de adubação usadas pelos produtores da horta dos aposentados e possibilidades de torná-las agroecológicas.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 4, n. 2, p. 3163-3166, 2009.

MIRANDA-NETO, A.M.; KUNZ, S.H.; MARTINS, S.V.; SILVA, K.A; SILVA, D.A. **Transposição do banco de sementes do solo como metodologia de restauração florestal de pastagem abandonada em Viçosa, MG.** Revista Árvore, v.34, n.6, p.1035 -1043, 2010.

MARTINS, S. V.; LIMA e BORGES, E. E.; SILVA, K. A. O banco de sementes do solo e sua utilização como bioindicador de restauração ecológica. In: MARTINS, S. V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados.** Viçosa, MG: Editora da UFV, 2012. p.293-330.

MONTEIRO, J. P. R.; MONTEIRO, M. S. L. **Hortas comunitárias de Teresina: agricultura urbana e perspectiva de desenvolvimento local.** Revista Iberoamericana de Economia Ecológica, v. 5, p. 47-60, 2006.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. **Estudos ecológicos da vegetação como subsídeos para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica.** Cerne, v.1, n.1. p64-72, 1994.

OTTMANN, M.M.A.; BORCIONI, E.; MIELKE, E; CRUZ, M. R. da; FONTE, N. N. **Impactos ambientais e sócio-econômicos das hortas comunitárias sob linhas de transmissão no bairro Tatuquara, Curitiba, PR, Brasil.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 5, n. 1, p. 86-94, 2010.

PESSOA, C.C.; SOUZA. M.; SCHUCH, I. **Agricultura urbana e Segurança Alimentar: estudo no município de Santa Maria, RS.** Segurança Alimentar e Nutricional, v. 13, n. 1, p. 23-37, 2006.

RESENDE, S.; CLEPS, J. **Agricultura urbana em Uberlândia (MG).** Caminhos de Geografia, v. 6, n. 19, p. 191-199, 2006.

SANCHES, F. M. et al. **Juventude em luta: a experiência de ser e construir um grupo de agroecologia.** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 13, n. especial, p. 298-309, 2018.

SANEP. **Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas**. Disponível em: <https://portal.sanep.com.br/>. Acesso em 28 out. 2019.

SANTOS, C.M.R.; FERREIRA, A.G.; ÁQUILA, M.E.A. **Características de frutos e germinação de sementes de seis espécies de Myrtaceae nativas do Rio Grande do Sul**. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 13-20.

SILVA, D. S. O.; LEITE, D. T.; GARDINO, G. O.; COSTA, C.C. **Descrição das atividades desenvolvidas nas hortas urbanas no município de Pombal**. Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável, v. 6, n. 5, p. 6-16, 2011.

SOUZA F.M. DE, BATISTA, J.L.F. 2004. **Restoration of seasonal semideciduous forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure**. Forest Ecology and Management 191, 185–200.

TONINI, F.; TECCHIO, A. **Trabalhos com hortas escolares no município de Dionísio Cerqueira, SC**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 1, n. 1, p. 785-789, 2006.

UHL, C.; CLARK, K.; CLARK, K.; MURPHY, P. 1981. **Early plant succession after cutting and burning in the upper Rio Negro region of the Amazonian basin**. Journal of Ecology, v.69, n.2, p. 631-649, 1981.

VENZKE, T. S. L. *no prelo*. **Experiência de agroecologia em horta urbana: sucessos e desvantagens do cultivo de hortaliças em um terraço, Pelotas, RS**.

VENZKE, T. S. L., RAASCH, C. G., BUBOLZ, K., FERNANDES, F. F., MATTEI, V. L. **Banco de sementes do solo de quatro estágios da sucessão florestal em mata ciliar no extremo-sul da Mata Atlântica In: Encontro de Pós Graduação UFPEL, Pelotas: UFPEL, 2014. p.1-4.**

VENZKE, T.S.L.; CUNHA, J.F.; MEDEIROS, F. S.; OLLE, T. A. **Técnica de transposição de serrapilheira em horta agroecológica urbana, Pelotas, RS, Brasil**. In: III Simpósio sobre Restauração ecológica REFOREST, 2016, Viçosa. Anais do III REFOREST, 2016. v.1. p.1-5.

VENZKE, T. S. **Florística de comunidades arbóreas no Município de Pelotas, Rio Grande do Sul**. Rodriguésia. v. 63, p. 571 - 578, 2012.

VIANA, V.M. e AMADOR, D.B. 2000. **Dinâmica de “capoeiras baixas” na restauração de um fragmento florestal**. Scientia Forestalis. n. 57, p. 69-85, 2000.

WANDSCHEER, E. A. R.; MEDEIROS, R. M. V. **Agricultura urbana em Porto Alegre: dinâmicas socioeconômicas no espaço local**. Geosaberes, v. 6, n. 1, p. 298-312.

AVALIAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DOS METAIS PESADOS NA ÁGUA SUPERFICIAL DO RIO SANTO ANTONIO, BRASIL

Data de aceite: 19/02/2020

Neemias Muniz de Souza

Mestre em Meio Ambiente- Universidade Ceuma

Joveliane de Melo Monteiro

Mestranda em Biologia Microbiana - Universidade Ceuma

Wallace Ribeiro Nunes Neto

Mestre em Meio Ambiente- Universidade Ceuma

Erika Luana Lima Durans

Mestranda em Meio Ambiente- Universidade Ceuma

Leila Cristina Almeida Sousa

Universidade Ceuma

Luís Claudio Nascimento da Silva

Universidade Ceuma

Adriana Sousa Rêgo

Universidade Ceuma

Flor de Maria Araujo Mendonça Silva

Universidade Ceuma

Andrea de Souza Monteiro

Universidade Ceuma

Rita de Cassia Mendonça de Miranda

Universidade Ceuma

Darlan Ferreira da Silva

Universidade Ceuma

Maria Raimunda Chagas Silva

Universidade Ceuma

RESUMO: Na bacia hidrográfica do rio Santo Antônio a localização da sub bacia do rio Curuçá, as atividades antrópicas têm-se intensificado ao longo das duas últimas décadas, acarretando sérias consequências ambientais. Avaliação do índice de qualidade da água pode subsidiar a formulação de planos de manejo e gestão de sistemas aquáticos. O objetivo deste estudo foi determinar os parâmetros físico e químicos e as concentrações dos metais pesados na água superficial da bacia do rio Santo Antônio, localizada no Paço do Lumiar, Maranhão. A coleta da água foi realizada em seis pontos representativos em período, dos meses Junho e setembro. A presente pesquisa avaliou os parâmetros físicos e químicas e as concentrações dos metais pesados: Co, Cu, Mn, Pb e Zn pelo método da análise de espectro de absorção atômica. Os resultados mostraram que em somente os metais como Zn e Pb houve um aumento bem significativo, ultrapassando o limite estabelecido da CONAMA/357/05, entretanto pode causar problemas aos seres vivos relacionados ao sub bacia, e causar danos aos seres humanos, já que a população ribeirinha se utiliza deste rio para realizar atividades de recreação.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade da água, rio, metais pesados.

ASSESSMENT OF HEAVY METAL CONCENTRATIONS IN THE SURFACE WATER OF SANTO ANTÔNIO RIVER, BRAZIL

ABSTRACT: The hydrographic basin of the Santo Antônio River the location of the sub basin of the Curuçá River, the anthropic activities have intensified over the last two decades, with serious environmental consequences. Evaluation of the water quality index may support the formulation of management plans and management of aquatic systems. The objective of this study was to determine physical and chemical parameters and the concentrations of heavy metals in the surface water of the Curuçá river basin, Paço do Lumiar, Maranhão. The water collection was carried out in six representative points in the period, from June to September in dry and rainy season. The present study quantified the heavy metals: Co, Cu, Mn, Pb and Zn by the method of atomic absorption spectrum analysis. The results showed that in only metals such as Zn and Pb there was a very significant increase, exceeding the established limit of CONAMA / 357/05, however that may be or cause problems to the living beings related to the sub basin, and cause damages to the human beings, since the riverside population uses this river to carry out recreational activities.

KEYWORDS: quality of water, river antonio, heavy metals.

1 | INTRODUÇÃO

Os rios brasileiros vêm sendo depositários de uma diversidade de subprodutos provenientes da atividade antrópica. A presença de diversos elementos potencialmente tóxicos é responsável por efeitos adversos sobre o ambiente, repercutindo na economia e na saúde pública. (OLIVEIRA, 2019)

A introdução de metais pesados nos sistemas aquáticos ocorre naturalmente através de processos geoquímicos, como intemperismo de solos e rochas, por meio de fontes antropogênicas, a exemplo de efluentes domésticos e industriais - reflexos principalmente do crescimento desenfreado de polos urbanos. (OLIVEIRA, EBRAHIMPOUR & MUSHRIFAH, 2008).

A preocupação é com a degradação dos recursos hídricos e as perspectivas de escassez traz à tona a necessidade de uma interpretação eficaz da qualidade das águas. O monitoramento da qualidade da água é um dos principais instrumentos de sustentação de uma política de planejamento e gestão de recursos hídricos, visto que funciona como um sensor que possibilita o acompanhamento do processo de uso dos cursos hídricos, apresentando seus efeitos sobre as características qualitativas das águas, visando a subsidiar as ações de controle ambiente (FERNANDES *et al.*, 2017).

É fundamental que os recursos hídricos apresentem condições físico e - químicas adequadas para a utilização dos seres vivos, devendo conter substâncias essenciais à vida e estar isentos de outras substâncias que possam produzir efeitos prejudiciais aos organismos (CRUZ *et al.*, 2007).

Os rios são sistemas complexos caracterizados como escoadouros naturais

das áreas de drenagens adjacentes, que em princípio formam as bacias hídricas. A complexidade desses sistemas lóticos deve-se ao uso da terra, geologia, tamanho e formas das bacias de drenagem, além das condições climáticas locais (TOLEDO, 2002). Cada sistema lótico possui características próprias, o que torna difícil estabelecer uma única variável como um indicador padrão para qualquer sistema hídrico. Nesse sentido, a busca em trabalhos de campo é a obtenção de índices de qualidade de água que reflitam resumidamente e objetivamente as alterações, com ênfase para as intervenções humanas (CRUZ *et al.*, 2012).

Contudo, para verificar no sistema aquático, os altos índices de toxicidade dos metais pesados para os organismos, associados à sua relativa facilidade de entrarem e acumularem-se aos longos das cadeias tróficas por muito tempo, fundamenta a importância de estudos que determinem suas concentrações em ambientes aquáticos. Os elementos-traço, como também são conhecidos os metais pesados por serem encontrados em baixas concentrações (usualmente $<0,1\%$) nos solos e nos organismos vivos (VALLE, 2012), são introduzidos naturalmente nos sistemas aquáticos através de processos geoquímicos e intemperismo. Os ciclos biológicos e geológicos são responsáveis pela redistribuição desses metais no ambiente, transportando-os para os rios (FERNANDES *et al.*, 2017).

Os metais pesados têm sua origem nas águas de forma natural ou geológica, no entanto podem derivar das atividades antrópicas de forma pontual por meio das tubulações de descargas de esgotos doméstico e industrial ou de forma difusa, que são aquelas não localizadas através do escoamento superficial das áreas desmatadas, das águas de drenagem provenientes de irrigação e do lançamento aleatório de resíduos sólidos, além do uso e ocupação inadequada do solo (KABATA-PENDIAS, 2010; BARBOSA *et al.*, 2012).

Alguns metais são considerados essenciais do ponto de vista biológico, mas quando presentes em altos teores causam impactos negativos à saúde dos seres vivos, constituindo um problema ambiental ou de saúde pública. Entre os elementos que, sabidamente, são importantes para os organismos estão: cromo, ferro, níquel, selênio, zinco (VALLE, 2012).

Na área da bacia do rio Santo Antônio a localização da sub bacia do rio Curuçá, as atividades antrópicas têm-se intensificado ao longo das duas últimas décadas, acarretando sérias consequências ambientais, devido à construção de obras de engenharia com níveis diferenciado de interferência na organização do espaço. O leito do rio está sofrendo vários problemas ambientais, devido ao lançamento de efluentes domésticos provocando assoreamento, contaminação e poluição das águas, comprometendo o uso doméstico da água. A avaliação do índice de qualidade da água pode subsidiar a formulação de planos de manejo e gestão de sistemas aquáticos. Vale afirmar que moradores na região do município do Paço do Lumiar, onde fica a localidade do rio Curuçá, relata que rio é chamado de Rio Santo Antônio, porque o mesmo passa pelo bairro Santo Antônio, daí passou a ser chamado, entretanto neste

estudo chamaremos como do Rio Curuçá.

Bezerra (2001) e Ferreira (2003) relata que a hidrografia da ilha do Maranhão compreende um conjunto de pequenas bacias hidrográficas destacando-se as seguintes: Anil, Bacanga, Paciência, Tibiri, Cachorros, em São Luís, Antônio Esteves, e Santo Antônio em Paço do Lumiar e Jeniparana, em São José de Ribamar (MARANHÃO, 1998). Rio Santo Antônio nasce no bairro Cidade Operária, onde estão as maiores altitudes da sua bacia, atingindo cotas superiores a 60m o seu comprimento total chega a 25,3 km, e sua foz localiza-se na baía de Curupu, que possui outras denominações: Cururuca e São João. Analisando o curso do rio Santo Antônio, Feitosa (1996) entende que, por drenar áreas de menor densidade demográfica, onde as atividades antrópicas ainda se caracterizam por sua prática rural, têm suas margens relativamente conservadas, embora a qualidade da água esteja parcialmente comprometida pelos índices de coliformes fecais, além do assoreamento por erosão pluvial. O objetivo deste estudo foi determinar os parâmetros físico-química e as concentrações dos metais pesados na água superficial da sub bacia do Rio Santo Antônio do Paço do Lumiar, Maranhão.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Esta pesquisa foi realizada a sub bacia do rio Santo Antônio, Localiza-se na sub bacia do rio Curuçá, no Município do Paço do Lumiar. Possui cerca de 21,0 km, está localizado entre as coordenadas, latitude $3^{\circ}31'59.6''$ S $43^{\circ}55'55.7''$ W e longitude $3^{\circ}31'55.9''$ S $43^{\circ}56'03.6''$ W, conforme apresentado na Figura 1.

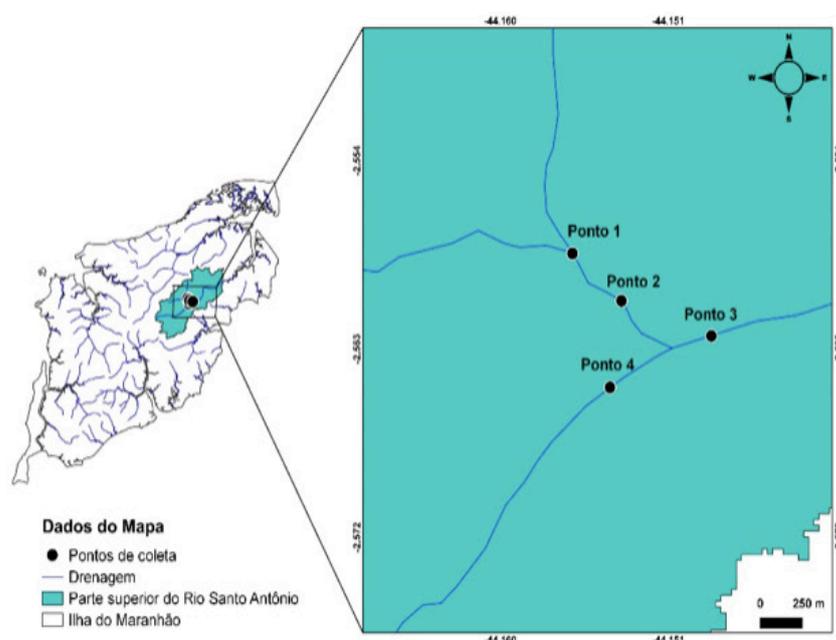


Figura 1: Localização do rio Santo Antônio, no município de Paço do Lumiar, Maranhão. Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

A coleta da água foi realizada em seis pontos representativos em área do Rio: P1, Entrada da ponte; P2, Depois da ponte; P3, Bar da ponte; P4, Meio do rio; P5, Juçaral e P6, Nascente do rio. Todas as coletas foram realizadas em períodos sazonais distintos em período chuvoso (junho) e seco (setembro) de 2017. Após o procedimento da coleta todas devidamente preservadas em gelo a temperaturas de 2 a 4o C até chegarem ao laboratório de Ciências do Ambiente (LACAM) da Universidade Ceuma e todas foram realizadas a partir de réplicas para análises químicas, para determinar os parâmetros da propriedade físicas -químicas foram (temperatura da água (°C); turbidez (NTU) condutividade (CE); potencial hidrogeniônico (pH), sólido total dissolvido (TDS), oxigênio dissolvidos (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), com base nos Métodos para as Análises de Águas, Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012) e para análise da concentração de metais pesados seguiu a metodologia descrita no citado por (SILVA, 2009).

2.2 Para a determinação da concentração de Metais Totais

As amostras de água foram armazenadas em frascos de polietileno de 500 ml segundo a metodologia (SILVA, 2009), para as determinações das concentrações de metais totais, as amostras de água coletadas não serão filtradas sendo preservadas pela adição de HNO₃ (1,5 mL). Posteriormente a digestão foi adicionando a 100 mL da amostra em tubo digestor e adicionou 5 mL de ácido nítrico (HNO₃) e 10 mL de ácido clorídrico (HCl) feita a digestão. Foi colocando em frasco de 100 mL e completou com água deionizada. A leitura no equipamento espectrometria de absorção atômica (Modelo VARIAN- Spectro 220) no laboratório de Química Analítica da IQSC-USP. Os metais analisados foram Cobalto (Co), Cobre (Cu), manganês (Mn), Chumbo (Pb) e Zinco (Zn).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliações das propriedades físico-químicas da qualidade da água do rio

Nos resultados dos parâmetros físico-químicos (temperatura, sólido dissolvido total, condutividade, turbidez, pH, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio) da qualidade da água nos meses dos períodos junho (chuvoso) e setembro (seco), estão apresentados nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

Para verificar as medidas das temperaturas foi observado que houve uma variação significativa para período chuvoso de 25,3 a 27,8 C°, entre os pontos. Para o sólido dissolvido total temos variações entre 58,9 a 134,7 µS/cm, já na condutividade os valores foram entre 132,9 a 333,1 µS/cm. Na turbidez as variações foram de 9,42 a 76 NTU. Para o pH os valores encontrados foram de 6,4 a 7,8. Quanto ao Oxigênio Dissolvido apresentaram variações entre os pontos de 3,6 a 5,6 mg.L-1 e na demanda

bioquímica de oxigênio foram de 3,2 a 5,9 mg.L⁻¹. Compreende-se que os resultados encontrados no período chuvoso para algumas variáveis, estão acima do limite para águas naturais de acordo com a resolução do Conama (357/05) onde seus valores são OD (5 mg/L) e CE (100 µS/cm) e DBO₅ dias (2 e 5 mg.L⁻¹) isto ocorre devido ao fato da condutividade elétrica ser inversamente proporcional o valor ao índice pluviométrico (ESTEVES, 2011).

Segundo Silva *et al.* (2017), dados de pH predominantemente ácidos foram obtidos no rio Pindaré, no município de Tufilândia; e predominante básico no município de Alto Alegre, durante o período seco. Observando-se os valores conclui-se que em todos os pontos o pH da água encontra-se em um meio ácido. No entanto, podem-se encontrar ambientes mais ácidos. O valor de pH influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos. Os baixos valores de pH encontrados podem ser explicados devido a influência de dejetos de lixos e desmatamento de matas ciliares que a região vem sofrendo o que causa um forte assoreamento desprotegendo a área da margem. Foram encontrados resultados um pouco abaixo do permitido segundo a Resolução do CONAMA 357/2005 que determina a faixa de 6,5 a 9,5

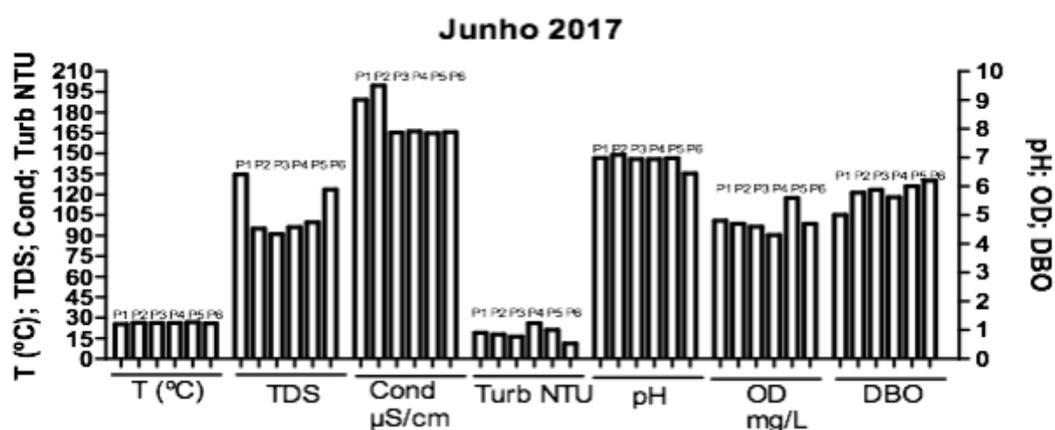


Figura 2. Análise dos parâmetros (temperatura, sólido dissolvido total, condutividade, turbidez, pH, oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio) no período sazonal junho de 2017 Rio Santo Antonio, Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

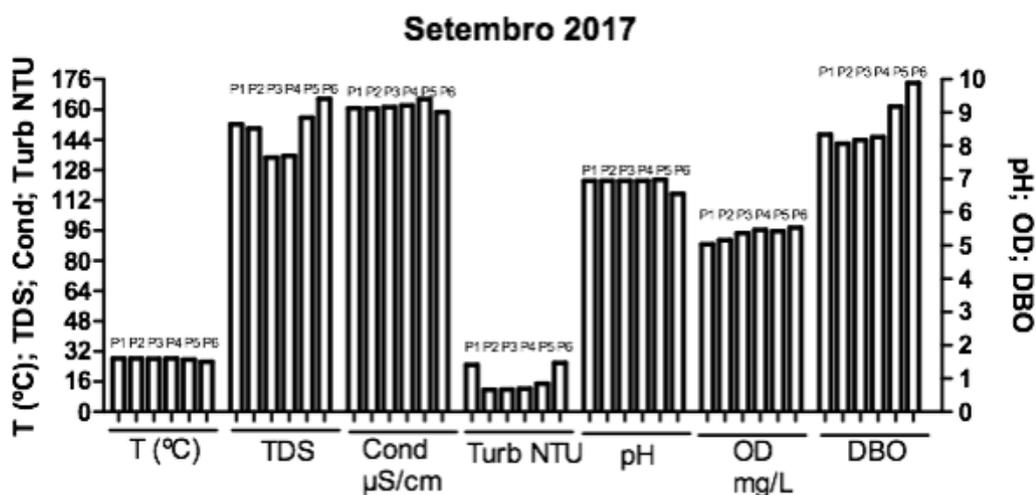


Figura 3. Análise dos parâmetros (temperatura, sólido dissolvido total, condutividade, turbidez,

Também os resultados dos parâmetros físico-químicos da qualidade da água no mês de setembro (período seco), para a temperatura houve uma variação de 26,5 a 28,9 C°, entre os pontos, também significativa em torno de (2,4 e 2,5), isto é possível pelo período úmido. Entre os meses na região com algumas pancadas de chuva no período da coleta, isto influenciou. Para o sólido dissolvido total temos variações entre 114,9 a 168,1 $\mu\text{S/cm}$, já na condutividade os valores foram entre 115,1 a 165,5 $\mu\text{S/cm}$. Na turbidez as variações foram de 10,44 a 28,12 NTU.

Para o pH os valores encontrados foram de 6,45 a 7,9. Quanto ao Oxigênio Dissolvido apresentaram variações entre os pontos de 4,8 a 5,87 mg.L^{-1} e na demanda bioquímica de oxigênio foram de 5,8 a 11,42 mg.L^{-1} .

Compreende-se que os resultados encontrados no período seco para algumas variáveis estão acima do limite para águas naturais de acordo com a resolução do Conama (357/05) onde seus valores são OD (5 mg/L) e CE (100 $\mu\text{S/cm}$) e DBO_5 dias (5 mg.L^{-1}) isto ocorre devido ao fato da condutividade elétrica ser inversamente proporcional o valor ao índice pluviométrico (ESTEVES, 2011). Para as demais variáveis como temperatura (T), sólidos dissolvidos total (TDS), turbidez e potencial de hidrogênio (pH), estando dentro do limite para águas naturais da resolução Conama (357/05), onde seus valores são T (30 C°), TDS (500 mg.L^{-1}), turbidez (100 UNT) e pH (6,0 a 9,0).

De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005, para o enquadramento dos corpos hídricos de água doce nas Classes 1, 2 e 3 os valores de DBO_5 não devem ser superiores a 3 mg.L^{-1} , 5 mg.L^{-1} e 10 mg.L^{-1} respectivamente. Sendo assim, o rio Santo pode ser enquadrado, no ano de 2017, como Classe 2 e 3 para o período de chuvas, uma vez que o valor médio obtido para DBO_5 foi $5,53 \pm 0,1 \text{ mg/L}$ e Classe 3 para o período seco dos meses de agosto a outubro, a concentração de $9,53 \pm 0,1 \text{ mg.L}^{-1}$.

De acordo com Fernandes *et al.* (2017), a água em condições normais contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e temperatura, baixos teores indicam a decomposição de matérias orgânicas por microrganismos aeróbios, pois estes consomem e reduz o oxigênio presente na água. Porém uma adequada concentração de OD é essencial para manter os processos de autodepuração em águas naturais. Esse é o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por matéria orgânica, segundo (LOPES et al., 2008).

3.2 Determinações das Concentrações dos Metais pesados

Os resultados das concentrações dos Metais pesados nas águas superficiais são apresentados na Tabela 1. Os valores das concentrações dos metais Co, Cu, Mn, Pb e Zn, em mg.L^{-1} nos 6 pontos estudados no sub bacia da água superficial do rio Santo Antônio.

Os valores para os elementos Co, Cu, Mn e Zn nos pontos P1, a P5, estão abaixo do valor da Resolução CONAMA 357. Porém para Cu, Pb e Zn, nos pontos P5 e P6, estão acima do permitido da resolução, isto poderá pelo insumo de lixo e esgoto doméstico e pasto que fica localizado na área da nascente do rio que encontra-se no P6. Valores os quais estão dentro do limite de detecção e nessas áreas dos pontos não apresentarem riscos de poluição, portanto nesses pontos de amostragem os metais são típicos de rochas naturais.

Metais (mg L ⁻¹)	Junho/ Setembro						CONAMA 357/05/ Classe 3
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	
Co	0,100 0,100	0,100 0,109	0,100 0,109	0,100 0,110	0,100 0,120	0,100 0,110	0,2
Cu	0,100 0,109	0,030 0,036	0,030 0,030	0,032 0,035	0,055 0,066	0,058 0,060	0,013
Mn	0,100 0,100	0,100 0,100	0,100 0,100	0,100 0,100	0,100 0,100	0,100 0,100	0,5
Pb	0,072 0,075	0,073 0,076	0,073 0,075	0,071 0,072	0,141 0,144	0,197 0,202	0,033
Zn	0,145 0,150	0,046 0,047	0,046 0,046	0,048 0,049	0,055 0,056	2,382 2,401	0,18

Tabela 1. Concentrações de metais pesados nas amostras dos períodos sazonal nos meses Junho e setembro no ano 2017.

Fonte: Dados da pesquisa, 2017.

Para o elementos Cu os valores foram de P5 (0,055 e 0,066) e P6 foi de (0,058 e 0,060) mg L⁻¹, Pb os valores nos dois períodos foram de (0,197 e 0,202) mg L⁻¹ e Zn foi de (2,382 e 2,401) mg.L⁻¹, como mostra a Tabela 1. Os valores das concentrações dos metais analisados devem ser observados e estudados para avaliar o possível impacto neste ecossistema, pois algumas concentrações estão acima do limite máximo tolerável. As concentrações dos metais totais, Co, Cu e Mn apresentaram baixos valores de impacto neste ecossistema, pois algumas concentrações estão acima do limite máximo tolerável, elevando, assim, o índice de produtos químicos utilizados na limpeza do matadouro, restos de animais e sangue. As características morfológicas do canal fluvial, a hidrodinâmica da bacia, funcionaram como um importante mecanismo para a distribuição e transporte dos metais junto aos sedimentos.

As concentrações dos metais totais, Co, Cu e Mn apresentaram baixos valores de concentrações os quais estão dentro do limite de detecção e nessas áreas dos pontos não apresentarem riscos de poluição, portanto nesses pontos de amostragem os metais são típicos de rochas naturais. Os metais como Zn e Pb houve um aumento bem significativo, ultrapassando o valor estabelecido da CONAMA/357/05, entretanto que pode estar ou vir a causar problemas aos seres vivos relacionados ao sub bacia,

e causar danos aos seres humanos, já que a população ribeirinha se utiliza deste rio para realizar atividades de recreação.

Segundo Cruz (2012), também detectou altas concentrações de Pb na água e nos sedimentos superficiais das nascentes do rio Subaé (Lagoa Salgada, Lagoa Subaé e Nascente Pedro Suzart), ultrapassando o limite estabelecido pelo CONAMA 357/05 (Brasil 2005), tanto para a água quanto para o sedimento. Recomenda-se que a bacia seja monitorada para prevenir a retirada de areia e água, recuperação e proteção da mata ciliar nos pontos estudados e não permitir lavagem de carros e os esgotos domésticos nas áreas ribeirinhas

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os parâmetros físico-químicos mostraram significativas as variações nas águas do rio situados em áreas do Paço do Lumiar-MA, sendo indicadores do forte impacto antrópico representado por lançamento de efluentes domésticos no entorno dos rios. O monitoramento da qualidade da água deve ser contínuo e com estudos mais abrangentes, investigando outras variáveis importantes para vida do ecossistema aquático.

Entendendo que os recursos hídricos são indicadores e termômetros das condições ambientais, o presente estudo confirma que o recurso natural dos ecossistemas estudados, bem como sua elevada fragilidade ambiental frente às ações antrópicas, como o exposto nos resultados. O monitoramento da qualidade da água neste município é fundamental na prevenção da ocorrência de doenças de veiculação hídrica e contaminantes.

Os metais zinco e Chumbo indicam que os minerais primários que constituem as rochas da área pesquisada ainda são os principais retentores desses metais nesse trecho do rio além do impacto causado por contaminação da água devido a despejo de esgotos domésticos, resíduos de gasolina, lixos, uma vez que, há alterações na qualidade da água, devido aos altos níveis de desmatamentos nas margens do rio, causando assoreamento e erosão. Entretanto que pode estar ou vir a causar problemas aos seres vivos relacionados ao sub bacia, e causar danos aos seres humanos, já que a população ribeirinha se utiliza deste rio para realizar atividades de recreação.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – **APHA**; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – **AWWA**; WATER ENVIRONMENT FEDERATION - **WEF**. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14th ed. Washington, D.C, 2012.

BARBOSA, J.E.L.; MEDEIROS, E.S.F.; BRASIL, J.; CORDEIRO, R.S.; CRISPIM, M.C.B.; HENRIQUE-SILVA, G.G. (2012) Aquatic systems in semi-arid Brazil: limnology and management. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 24, n. 1, p.103-118. <http://dx.doi.org/10.1590/S2179->

BEZERRA, J. F. R. MACHADO, J. V. e FEITOSA, A. C. Estudos dos Parâmetros Morfométricos da Bacia do Rio Santo Antônio, município de Paço do Lumiar – MA. In: **Anais** do IX Simpósio Brasileiro de Geografia Aplicada. Recife, 2001.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução Conama** n° 357, 17 de março de 2005.

CRUZ, PATRÍCIA; REIS, LAYARA; BARROS, ARYANNE; NEVES, JOSYANNE; CÂMARA, FLOR. Comparativo da qualidade físico-química da água no período chuvoso e seco na confluência dos Rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI. 2007.

Cruz M.A.S. 2012. Avaliação da geoquímica dos sedimentos superficiais das nascentes do rio Subaé-BA. Dissertação de Mestrado, Programa de PósGraduação em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente, Universidade Estadual de Feira de Santana, 142 p.

Ebrahimpour M. & Mushrifah I. 2008. Heavy metal concentrations (Cd, Cu and Pb) in five aquatic plant species in Tasik Chini, Malaysia. *Environmental Geology*, 54:689-698.

ESTEVEZ, F. A. Fundamentos de limnologia, 3.º ed. Rio de Janeiro. Interciência. 826p, 2011.

FERNANDES, et al. **Estudos Multidisciplinares na Área da Saúde. Análise físico-química e microbiológica da água de um açude do município de vargem grande**, Maranhão. 1. ed. Curitiba: CRV, 2017.168 p.

FERREIRA KÁSSIA CRISLAYNE DUARTE; LOPES, FERNANDO BEZERRA; ANDRADE, EUNICE MAIA DE; MEIRELES, ANA CÉLIA MAIA; SILVA, GERLANGE SOARES DA. Adaptação do índice de qualidade de água da National Sanitation Foundation ao semiárido brasileiro. Adapting the **National Sanitation Foundation water quality index to the Brazilian semiarid**. V.46,n 2,p.277-286, abril./ jun.2015.

KABATA-PENDIAS, A. (2010) Trace Elements in Soils and Plants. 4. ed. CRC Press, **Boca Raton**, FL.

LOPES, F. B.; TEIXEIRA, A. S.; ANDRADE, E. M.; AQUINO, D. N.; ARAÚJO, L. F. P. Mapa da qualidade das águas do rio Acaraú, pelo emprego do IQA e geoprocessamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 3, p. 392-402, 2008.

OLIVEIRA, T. W. S.; SILVA, S. H. P.; SILVA, D. F.; VIANA, J. F. C.; FIRMO, W. C. A.; SILVA, M. R. C. Aspecto da sazonalidade nos parâmetros físico-químicos da água dos poços -Maranhão, Brasil. **Águas Subterrâneas**, v. 3, p. 1-9, 2019

OLIVEIRA, L. L. D. de. Estudo da estrutura da comunidade zooplanctônica e sua relação com as cianobactérias em três reservatórios do Médio rio Tietê, SP. 2010. **Dissertação** (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

SILVA, M. R. C Metodologias Eletroanalíticas Adequadas para a Determinação de Pesticidas em Águas, Solos e Sedimentos do rio Balsas, no Estado do Maranhão, CNPq, 2009, p. 60. (**Relatórios Ambientais**)

SILVA, M. R. C.; SILVA, L. V.; BARRETO, L. N.; RODRIGUES, E. H. C.; MIRANDA, R. C. M.; BEZERRA, D. S.; PEREIRA, D. C. A. Qualidade da água da bacia do rio Pindaré, nos trechos correspondentes aos municípios de Pindaré-Mirim, Tufilândia e Alto Alegre no estado do Maranhão. **Revista Águas Subterrâneas**, v.31, n.4, p.347-354, 2017.

TOLEDO, L.G. de; NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e

urbano. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.181-186, 2002.

Valle LAR. **Avaliação de elementos-traço em fertilizantes e corretivos**. 2012. 77p. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência do Solo - Área de concentração em Recursos Ambientais e Uso da Terra) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

GESTÃO AMBIENTAL DA ÁGUA ATRAVÉS DA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA NUMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR NO SERTÃO CENTRAL DO CEARA

Data da submissão: 26/11/2019

Data de aceite: 19/02/2020

Danielle Rabelo Costa

Centro Universitário Católica de Quixadá –
UNICATÖLICA
Quixadá – CE
<http://lattes.cnpq.br/1571438061743046>

Sérgio Horta Mattos

Centro Universitário Católica de Quixadá –
UNICATÖLICA
Quixadá – CE
<http://lattes.cnpq.br/1564475788092552>

Marcos James Chaves Bessa

Centro Universitário Católica de Quixadá –
UNICATÖLICA
Quixadá - CE
<http://lattes.cnpq.br/6117066020925274>

Valter de Souza Pinho

Centro Universitário Católica de Quixadá –
UNICATÖLICA
Quixadá – CE
<http://lattes.cnpq.br/2296232298656105>

RESUMO: Quando tratamos de água para consumo humano, fala-se água potável, de acordo e em conformidade com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, seja ela proveniente dos sistemas de abastecimentos ou

de uma solução alternativa de abastecimento. O estudo tem objetivo verificar a qualidade da água fornecida para consumo humano pelos bebedouros de uma instituição de ensino superior do sertão central do Ceara: os bebedouros são utilizados por discentes, docentes e funcionários da instituição. Utilizou-se uma abordagem analítica, transversal, quantitativa e prospectiva. Foram coletadas e analisadas 04 amostras durante o ano de 2015 a água é a da caixa d'água que abastece os 17 bebedouros. Das amostras coletadas, observou-se que os padrões físico-químicos não se apresentaram anormais. Diante disso vale ressaltar a importância da gestão de recursos hídricos da instituição para que não ocorrer o fornecimento de má qualidade de água no que se refere aos padrões físico-químicos.

PALAVRAS-CHAVE: Responsabilidade Socioambiental, Água potável, aspectos físico-químicos.

ENVIRONMENTAL WATER MANAGEMENT
THROUGH PHYSICO-CHEMICAL ANALYSIS
IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION IN
CEARA

ABSTRACT: When we treat water for human consumption, we refer to drinking water according to and in accordance with the potability standards established by Ministerial

Ordinance 2914/2011, whether from supply systems or from an alternative supply solution. The study aims to verify the quality of water supplied for human consumption by the drinking fountains of a higher education institution in the central Ceará backlands: the drinking fountains are used by students, teachers and staff of the institution. An analytical, transversal, quantitative and prospective approach was used. Four samples were collected and analyzed during 2015. The water is the water box that supplies the 17 drinking fountains. From the samples collected, it was observed that the physicochemical patterns were not abnormal. Given this, it is important to emphasize the importance of the institution's water resources management so that the supply of poor water quality in terms of physicochemical standards does not occur.

KEYWORDS: Socioenvironmental Responsibility, Drinking water, physicochemical aspects.

1 | INTRODUÇÃO

A água é uma das substâncias químicas indispensável para qualquer tipo de vida, seja ela de origem animal ou vegetal, pois sem ela à vida não existiria (ONU, 1992). De acordo com o evolucionismo, foi a partir das águas dos oceanos primitivos que a vida teve a sua origem na Terra, sendo essa hipótese a mais aceita pela comunidade científica (AMABIS & MARTHO, 2004).

O homem é muito dependente da água, não só como veículo para as trocas de substâncias no organismo e manutenção da temperatura corporal, mas também na sua utilização para o uso público e industrial (SILVA, 2008).

Segundo Rocha, Rosa e Cardoso (2004), “a quantidade de água necessária para a vida de um ser humano varia, por dia, conforme o padrão de vida e os hábitos tradicionais deste”. Em 1914, a Organização Mundial em Saúde (OMS) considerou um consumo médio diário de 300 litros de água potável por indivíduo para suprir todas as necessidades básicas de um ser humano. Mas devido ao aumento populacional e a escassez mundial da água, a OMS estabeleceu em 2003 no mínimo 50 litros de água por indivíduo para suprir suas necessidades básicas diárias: 5 litros para ingestão direta, 20 litros para higiene e saneamento, 15 litros para banho e 10 litros para preparação de alimentos (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2004).

Quando tratamos de água para consumo humano, subentende-se que estamos falando em água potável (SILVA, 2008), de acordo e em conformidade com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação vigente, a portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (MS), seja ela proveniente dos sistemas de abastecimentos, ou de uma solução alternativa de abastecimento.

Os bebedouros são fontes potenciais de contaminação de forma direta através da água ou indireta a partir do contato com o aparelho, pois são utilizados por muitas pessoas com hábitos de higiene desconhecidos (ARAÚJO et. al., 2014).

Diante do exposto o presente trabalho, desenvolvido numa instituição de ensino

superior (IES) no interior do estado do Ceará, teve como objetivo verificar a potabilidade de sua água consumida via bebedouros através de análises físico-químicas corriqueiras e verificar se os resultados obtidos das análises estão de acordo com as normas de qualidade da água para consumo humano estabelecido pelo MS por meio da portaria 2914/2011 isso está dentro da gestão de seus recursos hídricos tratando-se de uma ação de responsabilidade socioambiental junto ao seu público alvo.

2 | REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da água

A água é um recurso natural fundamental e indispensável para toda vida humana, assim permitindo a realização de atividades diárias do ser humano, e acima de tudo é essencial para a sobrevivência da humanidade. Está disponível em todo o território mundial correspondente a água doce é de apenas 2,5%, o Brasil ele tem vantagem em relação a outros países, ele possui cerca de 12% de água para consumo em todo o planeta, onde desta, apenas 3% se encontra na região nordeste. Apesar da grande quantidade de água presente no Brasil, sua distribuição não é igual, sendo que várias localidades sofrem com problemas na falta d'água. (CHAGAS, SALATI, TAUKTORNISIELO, 2012, SANTANA, 2016; KLEIN; BISOGNIN; FIGUEIREDO, 2017).

A água como citado anteriormente, é um elemento essencial á vida, mas também pode ser um fator de risco á saúde devido á disseminação de contaminantes físico-químicos e/ou biológicos, com surtos epidemiológicos confirmados seja em países desenvolvidos ou em desenvolvimento (SILVA et al, 2018).

Pensando na questão de água disponível em nosso planeta, cerca de 97,5% é de água salgada em toda a sua extensão, e apenas 2,5% desta água são doces e podem apresentar-se distribuídas em geleiras, aquíferos rios ou lagos. O Brasil comparado a outros países, ele possui as maiores reservas de água doce do planeta, possuindo aproximadamente 12% de sua totalidade, mas a distribuição natural desse recurso não é equilibrada cabendo as autoridades responsáveis permitirem que as pessoas tenham acesso a essa água (SANTANA, 2016).

Além dessa má distribuição reduzindo o acesso a água, existe ainda outros fatores que se tornam indispensável para que a água que será utilizada para consumo não traga danos à saúde, são estes: variações físicas, químicas e microbiológicas. A presença de modificações nesses parâmetros indicará que a água não é própria para consumo. Essas alterações podem surgir a partir de problemas ambientais que afetam a qualidade da água, como o já citado fornecimento incorreto que favorece o não acesso de milhares de pessoas a água potável, e a falta de tratamento da mesma permitindo a proliferação de micro-organismos ou excesso de substâncias (VOLKMER, 2017).

A água necessita de cuidados, pois a mesma pode estar contaminada por

elementos químicos, microrganismos entre outras substâncias, devendo assim ter um tratamento adequado para eliminação dos mesmos, para que não haja interferência negativa na saúde humana. Além dos mananciais superficiais, os subterrâneos também têm sido afetados pela ação do homem, deteriorando sua qualidade e causando sérios problemas de saúde pública em localidades onde o saneamento não é adequado (DI BERNARDO, 2005 apud LARSEN, 2010).

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), 2010 uma água adequada para consumo, ou seja, potável, precisa estar segura, limpa e adequada para manter a vida e as atividades dos organismos na terra. Porém o grande crescimento das populações, o crescimento agrícola e industrial pode afetar o ciclo hídrico do planeta. Neste quadro os lugares mais afetados serão as regiões que se apresentam em desenvolvimento, pois o crescimento populacional exigirá uma grande demanda de água para abastecimento das cidades, exigindo então maior supervisão e controle. É de suma importância que a água esteja periodicamente passando por um controle de qualidade, que deve ser responsabilidade das autoridades sanitárias e de quem a consome.

2.2 Causas de contaminação da água

Com o aumento populacional e a demanda de fontes renováveis de água tanto em áreas urbanas quanto em área rural, há o crescimento de problemas que envolvem a qualidade e quantidade de água só tendem a piorar, fazendo com que a população principalmente aqueles de classe mais baixa se abasteça de águas que não passam por nenhum tratamento, ou seja, péssima qualidade para consumo humano. (ALEIXO et al., 2016; LIMA, 2017).

Se a água não tiver um tratamento adequado, ela pode se torna uma grande carreadora de substâncias ou microrganismos que por vezes são capazes de causar patologias em quem a consome. Além do não tratamento da água, a falta de planejamento com relação a localização da fonte de água e do que está próximo a ela é de extrema importância afim de manter aquela área livre de contaminantes para que possa ser segura para utilização (PAIVA; SOUZA, 2018.).

Existem várias maneiras pelas quais a água pode ser contaminada, as principais são: contaminações pelo solo, insetos que necessitam de água para desenvolver-se, microrganismos, e produtos químicos, porém essas contaminações podem ocorrer independentemente da disponibilidade dessa água. No caso de localidades onde há grande carência desse recurso hídrico além dos problemas já citados, ainda existem limitações no que se refere a higiene pessoal (LIBÂNIO, 2012).

A grande parte das doenças principalmente nas áreas mais carentes se dão pela ingestão de água contaminada. As patologias apresentadas pela ingestão destas águas são especificamente amebíase e giardíase, que são causadoras de diarreias intensas e desidratação, cólera, hepatite A, entre outras. Essas patologias devido

ter uma propagação rápida por causar um surto na população (BRITO, 2017). DE acordo com Araujo et. al., 2014 os bebedouros também são fonte de contaminação de forma direta e indireta através da água em contato com o aparelho. A saúde e bem-estar social estão literalmente ligadas com a água potável e a higiene. A educação é fundamental no alcance de igualdade e oportunidades.

2.3 Parâmetros físico-químicos da água

Os aspectos físico-químicos analisados, são referentes aos padrões organolépticos mencionados na portaria em questão. A mesma em seu cap. V, art. 39, página 211, cita que a “A água potável deve ter compatibilidade com o padrão organoléptico de potabilidade [...]”. Quando algum parâmetro apresenta alteração, é necessário verificar o histórico de controle de qualidade da água, afim de compreender se a mudança é contínua ou específica para que possa haver correção das variações (BRASIL, 2017).

Quando a essas variações é possível ter uma percepção a partir dos sentidos humanos. Desta forma visão, olfato e paladar, notam variações presentes, pois uma água própria para consumo humano deve ser insípida, inodora e incolor. A problemática sobre essas características é o fato de que quanto maior a exposição as variações nesses sentidos, menor será a percepção de alteração, deixando o indivíduo mais sujeito a ingerir água contaminada (MIRANDA, 2007).

No caso dos fatores químicos sua análise é essencial, pois a partir dele haverá a categorização da água de acordo com a presença de impurezas, como a presença de minerais em quantidades elevadas, acúmulo de poluentes, e na avaliação do equilíbrio de todos os parâmetros. Essas alterações podem surgir devido a atividades humanas como construção de esgotos, lixões, salinização, mineração entre outros (SCURACCHIO, 2010; CARVALHO, 2015).

Parâmetros	Valor máximo permitido pela portaria de consolidação nº2914/2011 Anexo XX
Turbidez	5 uT
Cor	15 uH
Odor	Não objetável
Ph	6,0 a 9,5
Dureza da água	500 mg/L
Cloretos	250 mg/L
Amônia	1,5 mg/L
Sólidos totais	1000 mg/L

Tabela 1. Valores máximos permitidos para padrões organolépticos de potabilidade.

*NE- Não estipulado

Fonte: Portaria de consolidação nº2914/2011 anexo XX, Ministério da Saúde.

3 | METODOLOGIA

3.1 Tipo de Estudo

Para a realização do estudo utilizou-se uma abordagem analítica, transversal, quantitativa e prospectiva (CORDEIRO, 1999; PRESTES, 2012).

3.2 Local de Estudo

A IES em estudo engloba uma população de cerca de 3.5000 localizada em Quixadá no Sertão Central do Ceará, possui uma área territorial de 2020 km² e com uma população de 85.351 habitantes. Suas coordenadas geográficas são: latitude: 4° 58' 41" Sul e longitude: 39° 1' 8" Oeste. A altitude média é de 189 metros. A região apresenta clima semiárido, possuindo temperatura média anual de 30 °C e está sob domínio a maior parte do município é caracterizada por solos do tipo encharcados na estação chuvosa e ressecados facilmente nos períodos de estiagem (IBGE, 2015).

A cidade está sendo conhecida como cidade universitária do sertão central pois conta atualmente com seis instituições de ensino superior, públicas e privadas. Entre elas estão a Universidade Federal do Ceará, o Instituto Federal de Educação Superior, a Universidade Estadual do Ceará e a Faculdade Católica Rainha do Sertão.

3.3 Período de Estudo

O estudo foi realizado durante o ano de 2015, precisamente no transcorrer dos meses de abril á dezembro do referido ano.

3.4 Coleta de Dados

Para a avaliação das características da água utilizou-se parâmetros de qualidade que foram agrupados em físicos, químicos. Neste trabalho foram realizadas apenas análises físico-químicas, como amônia, dureza total, sólidos totais, determinação do teor de cloretos, pH e organolépticas. As amostras foram coletadas em diferentes meses afim de se realizar um controle desta distribuição. Essas amostras passaram por uma série de métodos que permitirão a identificação dos parâmetros citados. O procedimento experimental resultou da coleta direta de cerca de 1,0L (litros).

A análise dos parâmetros físico-químicos foi realizada no laboratório de qualidade de água da Faculdade Católica Rainha do Sertão (FCRS). Sendo que todos os procedimentos analíticos utilizados e realizados encontram-se descritos em American Public Health Association / Standart Methods For The Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998). Todos os reagentes utilizados foram de grau analítico (P. A) (VOGEL-1981).

4 | RESULTADOS

A rotina de coleta de água para amostragem de análises físico-químicas

obedecem ao um padrão pré-estabelecido sendo realizado bimestralmente conforme o procedimento operacional padrão.

Nos resultados obtidos nas Tabelas 1, é permitido concluir que observar que água proveniente da caixa D' água que abastece os bebedouros da instituição estudada estão atendendo aos padrões físico-químicos para consumo humano, estabelecidos pela a portaria nº 2914/2011 do MS. Assim o procedimento tem sido satisfatório atendendo a portaria citada acima e o plano de desenvolvimento da instituição (PDI).

Parâmetros	Resultados Amostras				Portaria 2914/11/MS V.M.P ¹	Unidades
	A1-maio	A2-julho	A3-Out	A4-Dez		
Amônia	0,2	0,18	0,8	0,24	1,5	mg N-NH₃ /L
Cloretos	0,073	0,046	0,074	86,09	250	mg Cl-/L
Cor aparente	6,0	8,0	6,0	1,0	15	UH
Dureza Total	90,0	98,0	84,0	80,0	500	mg CaCO₃/L
Ferro	0,01	0,0	0,2	0,25	0,3	mg Fe/L
Odor	N.O	N.O	N.O	N.O	Não objetável	--
Ph	8,3	7,8	7,3	6,9	6,0 a 9,5	--
Sólidos totais	170	205	194	185	1000	mg STD/L
Turbidez	0,91	1,03	3,56	1,56	5	UT

Tabela 1 – Resultados das análises físico-químicas para água de bebedouros e respectivos valores de referência

Nota: (1) Valor máximo permitido.

Fonte: Dados da pesquisa.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A garantia da qualidade, baseada em sistemas de tratamento bem projetados e em análises laboratoriais de controle, é a esperança de milhões de pessoas. É preciso preservar os mananciais, custe o que custar, pois muitos compostos orgânicos encontrados em água de rio e na água potável têm atividade carcinogênica.

Essa contaminação de rios por compostos orgânicos voláteis (“VOC”, COV) pode ocorrer por descarga direta ou por lixiviação de lixo químico depositado ao longo do rio, tornando a análise de traços de compostos orgânicos em água, um dos maiores problemas enfrentados pela química analítica moderna.

Esses compostos quando presentes em concentrações inadequadas alteram as propriedades físico-químicas da água, causando risco ao consumidor.

O controle sistemático da qualidade de água é muito importante para saber se a água que consumimos está dentro dos padrões definidos pela legislação.

Portanto ao analisar-se amostras da caixa d'água que abastece os bebedouros

de uma faculdade da cidade de Quixadá-CE, pode se constatar que estas encontram-se de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pela portaria nº 2914/2011 do MS.

Nesta perspectiva, é possível, portanto, inferir que, a dignidade de uma IES para com seus aliados tem relação direta com os resultados de suas práxis socioambientais, assim a discussão sobre responsabilidade social está voltada para a melhoria da qualidade de vida global da IES, configuram-se como uma das estratégias no cumprimento de sua missão.

REFERÊNCIAS

ALEIXO B.; SONALY E.; PENA J. L.; ZAPATA G.; HELLER L. Direito humano em perspectiva: desigualdades no acesso à água em uma comunidade rural do nordeste brasileiro. **Revista Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XIX, n. 1, p. 63-82, jan.-mar. 2016.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

APHA (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION). **Standard methods for the examination of water and wastewater**; 19 thed. Washington, D, C., 1998.

ARAÚJO, T. M. *et al.* **Análise bacteriológica da água consumida em escolas públicas na capital de Boa Vista-Rr**. In: 62ª Reunião Anual da SBPC. Universidade Federal do Rio Grande do Norte Natal. 2014. Anais..

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria 2914 de 12 de dezembro de 2011**. Disponível em: <http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 10 abril. 2016.

BRASIL. **Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde**. Set. 2017. 444 p.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. Cidades. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow .htm?1](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1)>. Acesso em: 03 set. 2009.

BRITO M. A. **Criação de microscópio utilizando materiais alternativos com metodologia para trabalhar o ensino de doenças veiculadas a água nas séries finais no ensino fundamental**. - Maranhão: São Bernardo, 2017.

CARDOSO, P. H. G.; CRUZ, F. G. **Caracterização Físico-Química e Bacteriológica de Água de Chuva visando o reúso potável**, Juazeiro do norte, 2008. Disponível em: <<http://submissoes.cariri.ufc.br/eu2010/anais/FILES/CR3/p83.doc>>. Acesso em: 05 nov. 2010.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. **Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água**. Química Nova. São Paulo, v. 23, n. 5, p. 618-622, 2000.

CHAGAS T. W.; G.; SALATI E.; TAU-K-TORNISIELO S. M. Sistemas construídos de áreas alagadas: Revisão da legislação e dos padrões de qualidade da água. **Revista Holos Environmental**, São Paulo, v.12, n.1, março 2012. 87-98 p.

CORDEIRO, J.S. **Remoção Natural de Água de Lodos de ETAs Utilizando Leitões de Secagem e Lagoas de Lodo**. In: REALI, M.A.P (Coordenador). Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água. Projeto PROSAB, Rio de Janeiro: ABES, 250p. 1999

COSTA, I. Y. L. G.; SANTOS, C. A. G.; NÓBREGA, R. L. B. **Análise Físico-Química da Água de Chuva na Cidade de João Pessoa para uso não Potável**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, 6, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABCMAC, 2007.

KLEIN L. R.; BISOGNIN P. R.; FIGUEIREDO D. M. S. **Estudo Do Perfil Epidemiológico Dos Surtos De Doenças De Transmissão Hídrica E Alimentar No Rio Grande Do Sul**: uma revisão dos registros no Estado. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**. Rio Grande do Sul, v. 13, n. 25, set. 2017. 48-64 P.

LARSEN, D. Diagnóstico do saneamento rural através de metodologia participativa. **Estudo de caso**: bacia contribuinte ao reservatório do rio verde, região metropolitana de Curitiba, PR. 2010. 182 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3º edição. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010.

LIMA, R.B. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DA ÁGUA DE TRÊS POÇOS SUBTERRÂNEOS DO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ-RN. **Revista Química: ciência, tecnologia e sociedade**, Rio Grande do Norte, 2016

MIRANDA L. A. S. Rede Nacional de Captação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental-ReCESA. **Sistemas e processos de tratamento de águas de abastecimento**. Guia do profissional em treinamento. Porto Alegre, 2007. 148 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração Universal dos Direitos da Água**. [S.I]: ONU, 2010. Acesso em: 04 out. 2019.

PAIVA R. F. P. S.; SOUZA M. F. P. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. **Caderno de saúde pública**. Rio de Janeiro. Fev. 2018. 11 p.

PRESTES, Z. R. **Quando não é quase a mesma coisa**: traduções de Lev Semionovitch Vigotski no Brasil. Campinas: Autores Associados: 2012. p. 195-201.

ROCHA, Júlio Cesar; ROSA, André Henrique; CARDOSO, Arnaldo Alves. **Introdução a Química Ambiental**. São Paulo: Artmed, 2004.

SANTANA J. E. S. **Direito ambiental: percepções ambientais, sociais e jurídicas acerca da água no Brasil**. São Paulo: Campina Grande, 2016.

SCURACCHIO P. A. **Qualidade da água utilizada para consumo em escolas no município de São Carlos - SP**. São Paulo: Araraquara, 2010.

SILVA et al, Débora Regina Romualdo. **Qualidade da água em escolas públicas municipais: análise microbiológica e teor de nitrato em Araçatuba, estado de São Paulo - Brasil**, 2018.

SILVA, J. N. **Parâmetros de Qualidade e Tratamento da água**. Quixadá, 2008, 75f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura Plena em Química). Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central.

VOLKMER J. L. **Qualidade da água de abastecimento público tratada por sistema convencional de um município localizado na região Noroeste do Rio Grande do Sul**. Rio Grande do Sul: Cerro Largo, 2017.

CAPÍTULO 16

CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH) DE ÁGUAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DA MESOREGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

Data de submissão: 06/02/2020

Data de aceite: 19/02/2020

Francisca Mariane Martins Araújo

Universidade do Estado do Pará, Centro de
Ciências Naturais e Tecnologia
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9197434476105347>

Marcos Daniel das Neves Sousa

Universidade do Estado do Pará, Centro de
Ciências Naturais e Tecnologia
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/2516545458351958>

Ingrid Rodrigues Martins

Instituto Federal de Educação, Ciências Naturais
e Tecnologia do Pará, Programa de Pós-
graduação em Desenvolvimento Rural e Gestão
de Empreendimentos Agroalimentares
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9220526133152904>

Isabelly Silva Amorim

Universidade do Estado do Pará, Centro de
Ciências Naturais e Tecnologia
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/9428220441412728>

Danyelly Silva Amorim

Universidade do Estado do Pará, Centro de
Ciências Naturais e Tecnologia
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/7879387518668603>

Elane Giselle Silva dos Santos

Universidade do Estado do Pará, Centro de
Ciências Naturais e Tecnologia
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/5194820975122179>

Xenna Tiburço

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará, Departamento de Engenharia
de Alimentos
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/6464927693925372>

Maria Renara Alves Rodrigues

Universidade do Estado do Pará, Centro de
Ciências Naturais e Tecnologia
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/3306085470482312>

Jamille de Sousa Monteiro

Universidade do Estado do Pará, Centro de
Ciências Naturais e Tecnologia
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/0742450719444203>

Tatiana Cardoso Gomes

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Pará, Departamento de Engenharia
de Alimentos
Castanhal – Pará
<http://lattes.cnpq.br/5904038382042433>

Kássia Rodrigues da Costa Sena

Instituto Federal de Educação, Ciências Naturais
e Tecnologia do Pará, Programa de Pós-
graduação em Desenvolvimento Rural e Gestão

RESUMO: A água é um recurso natural essencial, atuando como componente bioquímico de seres vivos e como fator de produção. É notório que apenas uma pequena parcela da quantidade total de água doce está disponível para consumo. Com isso, surge a preocupação referente à sua disponibilidade e qualidade esperada. Para a caracterização da água, são determinados parâmetros que atuam como indicadores da qualidade da água, esses parâmetros podem ser considerados conformes ou não conformes. Dentre esses indicadores, destacam-se as características físico-químicas da água, dentre elas o pH. Foram coletadas vinte e quatro amostras de água, avaliando os valores de pH, por meio de pHmetro digital portátil. As amostras foram obtidas em residências abastecidas por águas oriundas de abastecimento público, em cidades da mesorregião de Belém. Com os resultados, foi possível observar que somente uma amostra de água apresentou conformidade com o preconizado pela portaria que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. As demais amostras, todas apresentaram valores abaixo do esperado pela legislação vigente. É possível afirmar que o controle do pH é um dos parâmetros importante para avaliar a qualidade da água e analisar o tratamento realizado, uma vez que os valores de pH dentro do esperado contribuem com a maior estabilidade do cloro na água, e valores fora deste limite podem provocar a corrosão das instalações hidráulicas dos sistemas de distribuição. Dessa forma, é importante que ocorra medidas interventivas para um controle adequado da água.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, potencial hidrogeniônico, controle de qualidade.

CHARACTERIZATION OF THE HYDROGENIONIC POTENTIAL (PH) OF PUBLIC SUPPLY WATERS IN MESOREGION METROPOLITAN OF BELÉM

ABSTRACT: Water is an essential natural resource, acting as a biochemical component of living beings and as a factor of production. It is well known that only a small portion of the total amount of fresh water is available for consumption. With that, the concern arises regarding its availability and expected quality. For the characterization of water, parameters are determined that act as indicators of water quality, these parameters can be considered compliant or non-compliant. Among these indicators, the physical and chemical characteristics of the water stand out, among them the pH. Twenty-four

water samples were collected, evaluating the pH values, using a portable digital pH meter. The samples were obtained in homes supplied with water from public supply, in cities in the mesoregion of Belém. With the results, it was possible to observe that only one water sample was in conformity with what is recommended by the ordinance that provides for the control and surveillance procedures of water quality for human consumption and its potability standard. The other samples, all presented values below that expected by the current legislation. It is possible to state that pH control is one of the important parameters for assessing water quality and analyzing the treatment performed, since the pH values within the expected contribute to greater chlorine stability in the water, and values outside this limit can cause corrosion of the hydraulic systems of the distribution systems. Thus, it is important that interventional measures are taken to ensure adequate water control

KEYWORDS: Water quality, hydrogen potential, quality control.

1 | INTRODUÇÃO

A água é, provavelmente, o único recurso natural que tem ligação direta com todos os aspectos da civilização humana, partindo do desenvolvimento agrícola e industrial agregando até valores culturais e religiosos arraigados na sociedade. É um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico de seres vivos, como meio de vida de várias espécies vegetais e animais e até mesmo como fator de produção de vários bens de consumo sejam eles intermediários ou finais. De acordo com levantamentos geo-ambientais, cerca de 70% da superfície do planeta são constituídos por água, sendo que somente 3% são de água doce e, desse total, 98% estão na condição de água subterrânea. Isto quer dizer que a maior parte da água disponível e própria para consumo é mínima perto da quantidade total de água existente no planeta (GOMES, 2011). Desta forma, a água passou a ser uma preocupação crescente não apenas quanto à quantidade disponível no planeta, mas, principalmente no que se refere à sua qualidade envolvendo danos e restrições na sua utilidade múltipla (MERTEN; MINELLA, 2002).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (2010), o Estado do Pará conta com 143 municípios que reúnem cerca de 5,2 milhões de habitantes. Cinco municípios compõem a região metropolitana: a capital Belém, Ananindeua, Benevides, Marituba e Santa Bárbara, concentrando cerca de 1/3 da população estadual. Ainda, na mesorregião metropolitana de Belém, estão localizadas 18 cidades, dentre elas estão Ananindeua, Benevides, Barcarena, Marituba, Belém, Santa Bárbara do Pará, Bujaru, Santa Isabel do Pará, Castanhal, Santo Antônio do Tauá e Inhangapi.

A Fundação Nacional de Saúde (2014) ressalta que, para caracterizar-se uma água, são determinados diversos parâmetros que são indicadores de qualidade da água e se constituem não conformes quando alcançam valores superiores ou inferiores aos estabelecidos para determinado uso. Dentre estes indicadores destacam-se as

características físico-químicas da água tais como pH, onde seus resultados obtidos estão associados a uma série de fatores.

Por influenciar em diversos equilíbrios químicos, o pH é um parâmetro bastante importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental.

O pH ou potencial hidrogeniônico é um parâmetro que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa. Os valores variam numa escala que vai de 0 a 14, sendo considerado ácido pH abaixo de 7, básico pH acima de 7 e neutro pH igual a 7, podendo ser medidos com a utilização de um aparelho denominado pHmetro (PERUZZO, 2006).

O Ministério de Estado da Saúde através do Anexo XX da Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, ressalta que os valores aceitáveis de pH varie entre 6,5 e 9,5, estando estes valores de acordo com a legislação vigente.

Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar um dos parâmetros físico-químicos (pH), empregado para adequar os padrões de qualidade de águas obtidas de abastecimento público de oito cidades localizadas na mesorregião metropolitana de Belém, baseando-se nos padrões preconizados pela legislação vigente.

2 | METODOLOGIA

Foram analisadas vinte e quatro amostras de águas, obtidas de pontos aleatórios de residências abastecidas por águas oriundas de abastecimento público. As coletas foram realizadas, respectivamente, nos dias 4, 5 e 6 de julho de 2019 entre os horários de oito às doze horas da manhã, em período seco nas cidades da mesorregião de Belém; estas foram identificadas como Belém (BL), Benevides (BN), Marituba (MT), Santa Barbara (SB), Santa Izabel do Pará (SI), Santo Antônio do Tauá (SA), Castanhal (CA) e Inhangapi (IG).

As amostras foram coletadas de acordo com procedimento descrito no Manual Prático de Análise de Água do Ministério da Saúde. Com as mãos devidamente higienizadas o analista iniciou o processo de desinfecção da torneira com o auxílio de algodão umedecido com álcool, deixou-se escorrer a água por 2 minutos, em seguida a torneira foi flambada e escorreu água por mais 2 minutos. Foram realizadas três coletas, de cada localidade, sendo $\frac{3}{4}$ de água em um volume de 1L, equivalente a 750ml, em recipientes assépticos de polietileno, estas foram identificadas com o nome da cidade, localização e horário da coleta.

As amostras foram encaminhadas para o laboratório de análises físico-químicas da Universidade do Estado do Pará (UEPA) Campus XX, em caixas térmicas para realização de análises de pH.

Os métodos utilizados para análise de pH foram baseados nas metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (Métodos físico-químicos para análises de alimentos – IV edição), onde para análise de pH utilizou-se equipamento de pHmetro digital portátil modelo PH1700. O pHmetro foi calibrado com soluções tampão 7,0 e 4,0 antes do início das análises.

Por se tratar de amostra líquida o eletrodo do equipamento foi colocado em contato direto com a água, o procedimento foi executado em triplicata e os resultados da análise foram apresentados no visor do equipamento e anotados. Os resultados foram tratados pela análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 estão dispostos os resultados encontrados para os parâmetros de pH das amostras de água, coletados de residências localizadas na mesorregião de Belém – Pará, como Belém (BL), Benevides (BN), Marituba (MT), Santa Barbara (SB), Santa Izabel do Pará (SI), Santo Antônio do Tauá (SA), Castanhal (CA) e Inhangapi (IG), como também o valor limite permitido (VL) apresentado na portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde.

Locais amostrais	pH
BL	4,23 ± 0,21 ^d
BN	4,23 ± 0,21 ^d
MT	3,20 ± 0,10 ^e
SB	4,97 ± 0,21 ^c
SI	5,57 ± 0,15 ^{bc}
AS	3,77 ± 0,40 ^e
CA	2,80 ± 0,10 ^e
IG	6,22 ± 0,23 ^a
VL	6 – 9,5

Tabela 1 – Valores dos parâmetros de pH em amostras da mesorregião de Belém

Valores expressos em média ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ($p < 0,05$) entre os valores encontrados.

A partir dos resultados demonstrados na Tabela 1, nota-se que os locais BL e BN não apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$), o mesmo ocorreu com as localidades MT, AS e CA. Enquanto isto percebe-se que SB, SI e IG apresentaram variações significativas. Quanto aos valores médios de pH, IG foi o único local, da mesorregião de Belém que se apresentou em conformidade, com o preconizado pela portaria 2914/2011. Já os valores de pH, das demais localidades avaliadas (BL, BN, MT, SB, SI, SA e CA), verificou-se médias inferiores, quando equiparados com a legislação vigente.

Para Salari et al. (2018), os padrões físico-químicos da água remetem-se ao termo qualidade, tornando-a adequada para o consumo humano, doméstico, agrícola e industrial, além de proporcionar uma maior estabilidade do cloro na água de abastecimento, reduzindo, em paralelo a possibilidade de proliferação de microrganismos patogênicos. E Telles e Costa (2010), associa qualidade da água com problemas de saúde, alegando que esta relação, por conta de inúmeros casos, torna-se complexa e grave, onde envolve efeitos negativos e positivos. Sendo que para o último efeito ser considerado, é indispensável atender os critérios de potabilidade, em oposição a estes padrões, a água é considerada imprópria para o consumo humano.

O pH é uma grandeza físico-química importante para o controle de qualidade de águas de abastecimento, é empregado para analisar o tratamento realizado, e quando os valores se encontram desajustados pode provocar a corrosão das instalações hidráulicas como também corromper os sistemas de distribuição. Quando o valor de pH está dentro dos limites aceitáveis (6 – 9,5), tal fator contribui com maior estabilidade do cloro na água (FREITAS et al., 2002).

Diante dos resultados expressos na Tabela 1, foi identificado que das oito localidades analisadas, apenas uma estava dentro do padrão de pH estabelecido, com valores médios variando de 2,80 a 6,22. Estes teores são menores se comparados com os valores obtidos por Piratoba et al. (2017), onde quantificaram variáveis hídricas, no portuário da cidade de Barcarena - PA, e uma delas foi o pH que apresentou valores de 7,01 a 7,18, indicando resultados na faixa de neutralidade. Resultados similares ao este estudo foram os encontrados por Silva et al. (2018) nos municípios de Benevides ($4,04 \pm 1,35$) e Barcarena ($4,30 \pm 0,53$), em água potável, demonstrando, assim características ácidas que não enquadram com os valores de referência para consumo humano. Para Medeiros et al. (2016), tais resultados podem ser explicados pelo fato das águas da precipitação atmosférica serem mais ácidas. Outro ponto são as características individuais de cada região e suas peculiaridades, como o tipo de solo dominante, dentre outros fatores.

4 | CONCLUSÃO

Por possuir um papel de fundamental importância na vida dos seres vivos, a água que deve ser utilizada para suprir as necessidades hídricas dos seres humanos deve ser obtida através de fontes confiáveis de abastecimento. Desse modo, das amostras analisadas, em relação ao parâmetro físico-químico do potencial hidrogeniônico, a grande maioria não atendeu o padrão determinado pelo Anexo XX da Portaria de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde, apresentando-se, portanto, abaixo do parâmetro estabelecido, com apenas exceção da cidade de Inhangapi que apresentou o resultado em conformidade com o preconizado pela Portaria.

Dessa forma, é importante que ocorra medidas interventivas, como a avaliação e monitoramento da qualidade, no geral das águas fornecidas para a comunidade da

mesorregião metropolitana de Belém – Pará, com a realização de tratamento prévio da mesma, para que possa ser fornecida água de acordo com os padrões de potabilidade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Água. **Resultados por estado. Atlas Brasil – abastecimento urbano de água.** Vol 2. P. 22. Brasília – DF, 2010.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água.** 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 146 p.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em etas.** 1ª edição. P. 11. Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de Setembro de 2017.** Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

FREITAS, V. P. S. et al. Padrão físico-químico da água de abastecimento público da região de Campinas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 61, n. 1, p. 51-58, 2002.

GOMES, M. A. F. **Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã.** Março, 2011. Disponível em: < http://200.133.206.133/down_hp/464.pdf >. Acesso em: 05 fev. 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 27.

KATO, M. T. “**Acidez**”. **Curso qualidade da água, do ar e do solo.** Escola de Engenharia Mauá. São Paulo - São Caetano do Sul, 1983.

MEDEIROS, A. C. *et al.* **Avaliação da qualidade da água de consumo por comunidades ribeirinhas em áreas de exposição a poluentes urbanos e industriais nos municípios de Abaetetuba e Barcarena no estado do Pará**, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 21, n.3, p.695-708, 2016.

MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual a sobrevivência futura.** *Revista Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*, v. 3, Porto Alegre, 2002.

PERUZZO, F. M.; CANTO, E. L. **Química: na abordagem do cotidiano: volume 2: físicoquímica.** 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006. 376p.

PIRATOBA, A. R. *et al.* **Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil.** *Ambiente e Água – Na Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 12, n. 3, p. 435, 2017.

SALARI, M. *et al.* **Quality assessment and artificial neural networks modeling for characterization of chemical and physical parameters of potable water.** *Food and Chemical Toxicology*, v.118, p. 212–219, 2018.

SILVA, E. R. M. et al. **Caracterização Físico-Química, Química e Quimiométrica de Águas Subterrâneas dos Aquíferos Pirabas e Barreiras em Municípios do Estado do Pará.** *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 11, p.1026-1041, 2018.

TELLES, D. D.; COSTA, R. H. P. G. **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas.** 2.ed. São Paulo: Blucher, 2010.

SOBRE O ORGANIZADOR

Elói Martins Senhoras: Professor associado e pesquisador do Departamento de Relações Internacionais (DRI), do Programa de Especialização em Segurança Pública e Cidadania (MJ/UFRR), do Programa de MBA em Gestão de Cooperativas (OCB-RR/UFRR), do Programa de Mestrado em Geografia (PPG-GEO), do Programa de Mestrado em Sociedade e Fronteiras (PPG-SOF), do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional da Amazônia (PPG-DRA) e do Programa de Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT) da Universidade Federal de Roraima (UFRR). Graduado em Economia. Graduado em Política. Especialista pós-graduado em Administração - Gestão e Estratégia de Empresas. Especialista pós-graduado em Gestão Pública. Mestre em Relações Internacionais. Mestre em Geografia - Geoeconomia e Geopolítica. Doutor em Ciências. *Post-Doc* em Ciências Jurídicas. *Visiting scholar* na Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), na *University of Texas at Austin*, na Universidad de Buenos Aires, na Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, México e na National Defense University. *Visiting researcher* na Escola de Administração Fazendária (ESAF), na Universidad de Belgrano (UB), na University of British Columbia e na University of California, Los Angeles. Professor do quadro de Elaboradores e Revisores do Banco Nacional de Itens (BNI) do Exame Nacional de Desempenho (ENADE) e avaliador do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (BASIS) do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC). Professor orientador do Programa Agentes Locais de Inovação (ALI) do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE/RR) e pesquisador do Centro de Estudos em Geopolítica e Relações Internacionais (CENEGRI). Organizador das coleções de livros Relações Internacionais e Comunicação & Políticas Públicas pela Editora da Universidade Federal de Roraima (UFRR), bem como colunista do Jornal Roraima em Foco. Membro do conselho editorial da Atena Editora.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adução 92, 131, 133, 134, 136, 141

Água 17, 18, 31, 34, 35, 44, 47, 66, 70, 71, 75, 80, 95, 120, 121, 123, 127, 128, 129, 132, 133, 140, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169

Alelopatia 93, 94, 104

Animais 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 66, 68, 80, 86, 95, 150, 165

Arborização 119, 120, 121

Árvore 49, 50, 77, 91, 106, 116, 117, 128, 130, 135, 138, 141

Asfalto 31, 37, 38, 39

Aterro 52, 80

Atributos químicos 85, 87, 91, 92

Atropelamento 15, 16, 17, 18, 19, 20, 25

Aves 18, 20, 79, 80, 81, 83

B

Biodiversidade 15, 16, 17, 21, 24, 47, 51

Biomassa 59, 61, 66, 77, 93, 102

Biometria 118, 119, 120, 121, 124, 125, 126, 128, 129

Brasil 8, 11, 14, 16, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 38, 39, 43, 44, 46, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 68, 77, 78, 79, 91, 95, 105, 113, 118, 119, 128, 132, 133, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 151, 152, 156, 158, 161, 162, 169

C

Ciências Ambientais 1, 25, 26, 31, 40, 55, 64, 65, 79, 85, 93, 105, 119, 131, 143, 154, 163, 170

D

Degradação 34, 35, 44, 48, 56, 64, 65, 66, 67, 77, 87, 127, 139, 144

Dióxido de carbono 65, 77, 91

E

Embebição 103, 119, 120, 121, 123, 127, 128, 129

Enzima 55, 57, 58, 59, 102

Espécies 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 45, 58, 60, 68, 80, 85, 87, 88, 93, 95, 96, 98, 99, 101, 103, 104, 106, 107, 116, 120, 121, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 165

Estrada 17, 18, 19, 103

Extinção 15, 16, 17, 24, 48

Extração ilegal 26, 27

Extratos aquosos 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104

F

Fauna 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 34, 66, 67

Floresta 46, 49, 85, 87, 88, 104, 107, 117, 133, 134, 136, 138, 139, 141

Fruto 124, 128

Fungos 55, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 133

G

Germinação 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 102, 103, 104, 120, 121, 128, 129, 136, 138, 140, 141, 142

H

Habitat 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 80, 132

Horta 131, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 154

Hortaliças 103, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 138, 139, 140, 142

I

Ilegalidade 26, 27, 28, 29, 30

Invertase 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63

M

Madeira 1, 7, 10, 12, 14, 27, 28, 29, 30, 61, 106, 107, 116

Madeireira 26, 27, 28, 29, 30

Manejo 25, 33, 43, 47, 48, 49, 53, 61, 62, 66, 79, 80, 83, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 105, 106, 107, 115, 121, 134, 138, 139, 140, 143, 145, 162

Meio ambiente 12, 32, 34, 35, 38, 43, 45, 47, 49, 52, 55, 57, 62, 65, 75, 76, 84, 132, 143, 152

Metais pesados 143, 144, 145, 146, 147, 149, 150

Monitoramento 25, 29, 67, 79, 80, 81, 84, 92, 144, 151, 168

P

Pirólise 31, 33, 34, 35, 37, 39

Pneu 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38

Poluição 34, 45, 61, 145, 149, 150

População 15, 34, 44, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 143, 151, 157, 158, 159, 165

Q

Qualidade da água 17, 143, 144, 145, 146, 147, 149, 151, 152, 154, 156, 158, 161, 162, 164, 165, 166, 168, 169

R

Recursos hídricos 17, 34, 75, 144, 151, 154, 156

Reflorestamento 131, 133, 139, 140

Resíduo 31, 32, 33, 34, 35, 60, 62, 111, 113, 134

Restauração ecológica 131, 133, 136, 137, 139, 140, 141, 142

Rio 12, 13, 14, 38, 39, 44, 46, 53, 81, 83, 84, 92, 93, 104, 131, 136, 137, 138, 139, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 160, 161, 162

Rodovia 15, 16, 17, 18, 21, 22, 24, 25, 48

S

Semente 121, 122, 127, 128

Solo 17, 25, 34, 45, 47, 49, 52, 59, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 106, 107, 108, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 145, 153, 157, 168, 169

Sustentabilidade 10, 12, 14, 49, 51, 72, 75, 77, 86, 91

T

Tecnologia 12, 31, 37, 38, 61, 85, 115, 129, 141, 162, 163, 164, 170

Teor de umidade 74, 75, 76, 119, 120, 121, 123, 126, 127, 128

Território 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 95, 140, 156

U

Urubus 80, 81, 82, 83, 84

V

Vegetação 17, 45, 46, 48, 49, 75, 80, 132, 133, 134, 137, 141

 **Atena**
Editora

2 0 2 0