

Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento
(Organizadoras)



Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável 2

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento
(Organizadoras)



2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
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 Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – 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 Internazionele 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. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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 Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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 Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
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
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
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

| Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG) | |
|---|--|
| M514 | Meio ambiente e desenvolvimento sustentável 2 [recurso eletrônico] / Organizadoras Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Juliana Yuri Kawanishi, Rafaelly do Nascimento. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-72477-55-0 DOI 10.22533/at.ed.550191111 1. Desenvolvimento sustentável. 2. Meio ambiente. 3. Sustentabilidade. I. Pacheco, Juliana Thaisa Rodrigues. II. Kawanishi, Juliana Yuri. III. Nascimento, Rafaelly do. IV. Série. CDD 363.7 |
| Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422 | |

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

APRESENTAÇÃO

A proposta da obra “Meio Ambiente & Desenvolvimento Sustentável” busca expor diferentes conteúdos vinculados à questão ambiental dispostos nos 61 capítulos entre volume I e volume II. O e-book conta com uma variedade de temáticas, mas tem como foco central a questão do meio ambiente.

As discussões sobre a questão ambiental e as novas demandas da sociedade moderna ganham visibilidade e despertam preocupações em várias áreas do conhecimento. Desde a utilização inteligente dos recursos naturais às inovações baseadas no desenvolvimento sustentável, por se tratar de um fenômeno complexo que envolve diversas áreas. Assim a temática do meio ambiente no atual contexto tem passado por transformações decorrentes do intenso processo de urbanização que resultam em problemas socioambientais. Compreende-se que o direito ambiental é um direito de todos, é fundamental para a reflexão sobre o presente e as futuras gerações.

A apresentação do e-book busca agregar os capítulos de acordo com a afinidade dos temas. No volume I os conteúdos centram-se em pesquisas de análise do desenvolvimento, sustentabilidade e meio ambiente sob diferentes perspectivas teóricas. A sustentabilidade como uma perspectiva de desenvolvimento também é abordada no intuito de preservar este meio e minimizar os impactos causados ao meio ambiente devido ao excesso de consumo, motivo das crises ambientais. O desafio para a sociedade contemporânea é pensar em um desenvolvimento atrelado à sustentabilidade.

O volume II aborda temas como ecologia, educação ambiental, biodiversidade e o uso do solo. Compreendendo a educação como uma técnica que faz interface com a questão ambiental, e os direitos ambientais pertinentes ao meio ambiente em suas várias vertentes como aspectos econômicos, culturais e históricos.

Os capítulos apresentados pelos autores e autoras também demonstram a preocupação em compartilhar os conhecimentos e firmam o comprometimento com as pesquisas para trazer melhorias para a sociedade de modo geral, sendo esse o objetivo da obra.

Juliana Thaisa R. Pacheco
Juliana Yuri Kawanishi
Rafaelly do Nascimento

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| A NECESSIDADE DA GESTÃO COM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS GUAPIAÇU E MACACU - RJ | |
| Adacto Benedicto Ottoni Ana Carolina Silva Figueiredo Carina Freitas Martins de Almeida Ítalo Caldas Orlando Marianna de Souza Oliveira Ottoni | |
| DOI 10.22533/at.ed.5501911111 | |
| CAPÍTULO 2 | 13 |
| AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMERCIAIS CERÂMICOS ATIVOS NA DEGRADAÇÃO DE BENZENO PARA CONTROLE DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA INTERNA DE EDIFÍCIOS | |
| Ricardo Crepaldi Guilherme Miola Titato Fernando Mauro Lanças Eduvaldo Paulo Sichieri Marcelo Telascrêa Marcia Rodrigues de Moraes Chaves | |
| DOI 10.22533/at.ed.5501911112 | |
| CAPÍTULO 3 | 25 |
| PERFIL DE SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO APÍCOLA NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA DO PARÁ | |
| Antonio Sérgio Silva de Carvalho Alexandro Melo de Sousa | |
| DOI 10.22533/at.ed.5501911113 | |
| CAPÍTULO 4 | 33 |
| PRODUÇÃO DE PUFF COM GARRAFA PET | |
| Pâmela Cabbia de Oliveira Walter Yukio Ida | |
| DOI 10.22533/at.ed.5501911114 | |
| CAPÍTULO 5 | 38 |
| PASSIVOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE ASSENTAMENTOS RURAIS: O CASO DO ASSENTAMENTO ENGENHO UBÚ, GOIANA – PE | |
| José Fernandes dos Santos Filho Christianne Torres de Paiva José Paulo Feitosa de Oliveira Gonzaga | |
| DOI 10.22533/at.ed.5501911115 | |
| CAPÍTULO 6 | 49 |
| OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS: INSTRUMENTO PARA O GERENCIAMENTO AMBIENTAL DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | |
| Alzira Maria Ribeiro dos Reis Gilmar Wanzeller Siqueira | |

Teresa Cristina Cardoso Alvares
Maria da Conceição Gonçalves Ferreira
Rafaela Reis da Costa
Jessyca Camilly Silva de Deus
Adnilson Igor Martins da Silva
Alda Lucia da Costa Camelo

DOI 10.22533/at.ed.5501911116

CAPÍTULO 7 62

A TEORIA DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: DO PLANEJAMENTO À EXECUÇÃO
Schirley Costalonga

DOI 10.22533/at.ed.5501911117

CAPÍTULO 8 74

ASPECTOS ECOLÓGICOS DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL
Schirley Costalonga

DOI 10.22533/at.ed.5501911118

CAPÍTULO 9 87

CRIAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS URBANOS NA CIDADE DE
PETROLINA

Uldérico Rios Oliveira
Ivan André Alvarez

DOI 10.22533/at.ed.5501911119

CAPÍTULO 10 100

IMPACTOS DO TROTE ECOLÓGICO IMPLANTADO NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, ENTRE 1990 A 1997: MEMÓRIA E
PERCEPÇÃO DE UM LEGADO

Maria da Conceição Gonçalves Ferreira
Gilmar Wanzeller Siqueira
Noemi Vianna Martins Leão
Teresa Cristina Cardoso Alvares
Alzira Maria Ribeiro dos Reis
Camila Ferreira dos Santos
Milena de Lima Wanzeller
Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.5501911110

CAPÍTULO 11 113

REDE DE ECONOMIA SOLIDÁRIA: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO NA BIBLIOTECA
DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES (BDTD)

Ted Dal Coletto
Marcos Ricardo Rosa Georges

DOI 10.22533/at.ed.5501911111

CAPÍTULO 12 121

AMBIENTE DISCURSIVO EM UMA MÍDIA INFANTIL

Raiana Cunha de Figueiredo
Caroline Barroncas de Oliveira
Mônica de Oliveira Costa

DOI 10.22533/at.ed.5501911112

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 13 | 134 |
| EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A MELHORIA CONTÍNUA DO PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DA COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO | |
| Rosana Maria Vieira Cayres Mauro Silva Ruiz Simone Aquino | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111113 | |
| CAPÍTULO 14 | 149 |
| EDUCAÇÃO DO CAMPO E SUSTENTABILIDADE: UMA EXPERIÊNCIA DO PRONERA | |
| Rodrigo Simão Camacho | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111114 | |
| CAPÍTULO 15 | 163 |
| PERCEPÇÃO DE SOLOS: EXPERIÊNCIA COM ESTUDANTES DO 6º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL EM ESCOLA DA REDE PÚBLICA DE URUTAÍ – GO | |
| Ranyella de Oliveira Aguiar Alessandra Vieira da Silva Dalcimar Regina Batista Wengen Jamerson Fábio Silva Filho Mara Lúcia Cruz de Souza Letícia Rodrigues da Silva Lara Gonçalves de Souza Renata de Oliveira Dourado Jaberson Basilio de Melo Maria Carolina Teixeira Silva | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111115 | |
| CAPÍTULO 16 | 175 |
| BIODIVERSIDADE DE RIZOBACTÉRIAS EM <i>Schizolobium parahyba var. amazonicum</i> (HUBER EX DUCKE) BARNEBY COM POTECIAL BIOPROMOTOR | |
| Aline Chaves Alves Monyck Jeane dos Santos Lopes Ricardo Abraham Leite Oliva Ely Simone Cajueiro Gurgel | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111116 | |
| CAPÍTULO 17 | 184 |
| BIOMASSA MICROBIANA COMO INDICADOR DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS | |
| Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto Sandra de Santana Lima Marcos Gervasio Pereira Melania Merlo Ziviani Shirlei Almeida Assunção Celeste Queiroz Rossi Cristiane Figueira da Silva Otavio Augusto Queiroz dos Santos Nivaldo Schultz | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111117 | |

CAPÍTULO 18 196

GOIABEIRAS COMUNS CONTRIBUEM PARA EXPANSÃO DA ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DE *Bactrocera carambolae* NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Maria do Socorro Miranda de Sousa
Jonh Carlo Reis dos Santos
Cristiane Ramos de Jesus
Gilberto Ken-Iti Yokomizo
Ezequiel da Glória de Deus
José Francisco Pereira
Ricardo Adaime

DOI 10.22533/at.ed.55019111118

CAPÍTULO 19 207

MOSCAS-DAS-FRUTAS (*Diptera: Tephritidae*) OBTIDAS DE FRUTOS COMERCIALIZADOS NO MERCADO VER-O-PESO, EM BELÉM, PARÁ, BRASIL

Clara Angélica Corrêa Brandão
Maria do Socorro Miranda de Sousa
Carlos José Trindade Azevedo
Álvaro Remígio Ayres
Regina Lucia Sugayama
Ricardo Adaime

DOI 10.22533/at.ed.55019111119

CAPÍTULO 20 218

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Plectranthus barbatus* ANDREWS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Lactuca sativa* L. E DE *Bidens pilosa* L.

Luiz Augusto Salles das Neves
Kelen Haygert Lencina
Raquel Stefanello

DOI 10.22533/at.ed.55019111120

CAPÍTULO 21 227

POTENCIAL DA BIODIVERSIDADE MICROBIANA DE *Copaifera langsdorffii* DESF

Ricardo Abraham Leite Oliva
Monyck Jeane dos Santos Lopes
Aline Chaves Alves
João Paulo Morais da Silva
Ely Simone Cajueiro Gurgel

DOI 10.22533/at.ed.55019111121

CAPÍTULO 22 236

POTENCIAL DA BIOMASSA DA BANANA COMO AGENTE MITIGATIVO DE IMPACTO AMBIENTAL

Diuly Bortoluzzi Falcone
Ana Carolina Kohlrausch Klinger
Guilherme Basso
Geni Salete Pinto de Toledo
Leila Picolli da Silva

DOI 10.22533/at.ed.55019111122

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 23 | 242 |
| SECAGEM SOLAR DE CASCA DE MARACUJÁ: UMA ALTERNATIVA AMBIENTAL E ECONOMICAMENTE VIÁVEL | |
| <p>Sinthya Kelly Queiroz Morais Álvaro Gustavo Ferreira Da Silva Dauany De Sousa Oliveira Fabricio Alves De Morais Raissa Cristina Leandro Vítor Jocielys Jovelino Rodrigues</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111123 | |
| CAPÍTULO 24 | 251 |
| TÉCNICA PARA ESTUDO DOS EFEITOS DE CLASSES TEXTURAIS DE SOLO E DE NÍVEIS DE UMIDADE SOBRE A PROFUNDIDADE DE PUPAÇÃO E VIABILIDADE PUPAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS | |
| <p>Eric Joel Ferreira do Amaral Adriana Bariani Maria do Socorro Miranda de Sousa Ricardo Adaime da Silva</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111124 | |
| CAPÍTULO 25 | 258 |
| CU, ZN E MN NA ÁGUA E NO SOLO EM ÁREAS COM INTENSA ATIVIDADE SUINÍCOLA NO SUDESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA | |
| <p>Eliana Aparecida Cadoná Guilherme Wilbert Ferreira Marcos Leandro dos Santos Claudio Roberto Fonseca Sousa Soares Eduardo Lorensi de Souza Cledimar Rogério Lourenzi</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111125 | |
| CAPÍTULO 26 | 271 |
| ESTUDO DE CARVÃO ATIVADO ALTERNATIVO PARA REMEDIAÇÃO COM SOLOS CONTAMINADOS COM FIPRONIL | |
| <p>Rafaela Lopes Rodrigues Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena André Augusto Gutierrez Fernandes Beati Luciane de Souza Oliveira Valentim Robson da Silva Rocha Chaiene Nataly Dias</p> | |
| DOI 10.22533/at.ed.55019111126 | |
| CAPÍTULO 27 | 276 |
| ESTUDO DAS CONDICIONANTES AMBIENTAIS DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | |
| <p>Maria Lúcia Henriques Gomes Gilmar Wanzeller Siqueira Teresa Cristina Cardoso Alvares Maria Ivete Rissino Prestes Milena de Lima Wanzeller Maria Alice do Socorro Lima Siqueira</p> | |

Diego Figueiredo Teixeira

Jorge Emílio Henriques Gomes

DOI 10.22533/at.ed.55019111127

CAPÍTULO 28 290

REUTILIZAÇÃO DE AREIA DESCARTADA DE FUNDIÇÃO NA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL

Sueli Tavares de Melo Souza

Natalia Cristina Martini

Tatiana Vettori Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.55019111128

CAPÍTULO 29 300

DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM ÁGUAS NATURAIS DOS RIOS SERGIPE E COTINGUIBA POR ICP OES

Jéssica Kalliny Pereira dos Santos

Kayc Araujo Trindade

Nívia Raquel Oliveira Alencar

Erwin Henrique Menezes Schneider

Iasmine Louise de Almeida Dantas

Geisa Grazielle Coqueiro Rocha Pimentel

Hannah Uruga Oliveira

Silvânio Silvério Lopes da Costa

Adnivia Santos Costa Monteiro

DOI 10.22533/at.ed.55019111129

CAPÍTULO 30 315

DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL – UM ESTUDO DE CASO EM CAÇAMBAS ESTACIONÁRIAS NO MUNICÍPIO DE TOLEDO/PR

Hildner de Lima

Adriana da Silva Tronco Johann

Daliana Hisako Uemura Lima

Décio Lopes Cardoso

Dirceu Baumgartner

DOI 10.22533/at.ed.55019111130

CAPÍTULO 31 329

ANÁLISE DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PRODUZIDOS POR LABORATÓRIOS DE PESQUISA E ENSINO DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ICB) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (UFPA)

Teresa Cristina Cardoso Alvares

Gilmar Wanzeller Siqueira

Maria da Conceição Gonçalves Ferreira

Alzira Maria Ribeiro dos Reis

Maria Ivete Rissino Prestes

Murilo Augusto Alvares Batista

Milena de Lima Wanzeller

Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

André Monteiro Pinto

DOI 10.22533/at.ed.55019111131

SOBRE AS ORGANIZADORAS..... 343

ÍNDICE REMISSIVO 344

A NECESSIDADE DA GESTÃO COM SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS GUAPIAÇU E MACACU - RJ

Adacto Benedicto Ottoni

Professor Associado do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
Rio de Janeiro – RJ

Ana Carolina Silva Figueiredo

Aluna de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
Rio de Janeiro – RJ

Carina Freitas Martins de Almeida

Aluna de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
Rio de Janeiro – RJ

Ítalo Caldas Orlando

Aluno de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)
Rio de Janeiro – RJ

Marianna de Souza Oliveira Ottoni

Aluna de Graduação do Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (POLI/UFRJ)
Rio de Janeiro – RJ

RESUMO: A contínua degradação das bacias hidrográficas dos Rios Guapiaçu e Macacu, no Estado do Rio de Janeiro, tem diminuído a disponibilidade hídrica dessa região. Desmatamento, crescimento desordenado

das cidades, impermeabilização do solo, entre outros fatores, alteraram a cobertura natural das bacias, reduzindo também a infiltração de água no solo. A preocupação com o abastecimento de água no futuro, devido a um possível déficit hídrico, levou este estudo a analisar as melhores alternativas para recuperação ambiental dessas bacias. A implantação de medidas de recarga artificial de água subterrânea foi a principal solução proposta, sendo composta por soleiras de encostas, valas de terraceamento e bacias de recarga. Essas soluções foram aplicadas em áreas de pastagem, que representam cerca de 34,4% da área das bacias. Além disso, o reflorestamento é de grande importância, principalmente quando aliado com estas soluções. Também é necessária melhoria na gestão dos resíduos sólidos dessa região. Isso pode ser realizado através de um saneamento integrado ao aproveitamento do lodo advindo do tratamento de esgoto, além de coleta seletiva e reciclagem do lixo, visando melhorar a qualidade da água dessa região e, conseqüentemente, das regiões à jusante delas. Foi possível contar com no mínimo 126 milhões de metros cúbicos de água nessas regiões utilizando soluções com sustentabilidade ambiental, que podem ser realizadas utilizando a mão-de-obra local gerando empregos, aumentando a disponibilidade hídrica e melhorando a qualidade da água da região, o que leva,

também, a melhoria da saúde da população.

PALAVRAS-CHAVE: Degradação de bacias hidrográficas. Recarga artificial de água subterrânea. Sustentabilidade ambiental.

ABSTRACT: The continuous degradation of the Guapiaçu and Macacu rivers watersheds, in the State of Rio de Janeiro, has been decreasing the water availability of this region. Deforestation, uncontrolled urban growth, soil sealing, among other factors, altered the natural cover of the basins, leading to a reduction of water infiltration into the soil. The concern with the future water supply, due to a possible hydric deficit, leded this study to analyze the best alternatives for environmental recovery of these basins. The implementation of artificial recharge of groundwater methods with the construction of hillside sills, terracing ditches, and recharge basins, are the main solutions proposed in this study. These solutions were applied on areas of grazing that represents about 34.4% of the basins area. Moreover, reforestation is of great importance, especially when combined with these solutions. It has been also seen a necessity of improvement in the management of solid residues that should implement an integrated sanitation with sewage reuse, selective collection and garbage recycle, aiming to improve the water quality of these regions and, consequently, of the regions downstream of them. Thus, an increase of at least 126 million cubic meters of water can be achieved in these areas with simple sustainable solutions, which can be performed using the local workforce generating jobs, increasing the availability of water, and improving water quality in the region, and also the health improvement of the population.

KEYWORDS: Degradation of watersheds, artificial recharge of underground water, environmental sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

Baseado no histórico do desenvolvimento das cidades, é possível observar que este ocorreu, em sua maioria, próximo às fontes de abastecimento de água, que é um fator essencial para a sobrevivência da vida humana. As regiões próximas do litoral, os lagos e principalmente os rios foram o berço para o crescimento dos centros urbanos. A urbanização e o crescimento acelerado das cidades podem trazer grandes problemas ao seu desenvolvimento já que, na maior parte das vezes, não são acompanhadas de um planejamento urbano e controle público. Com ocupação de várzeas e leitos de rios e o desmatamento de grandes áreas, a cada dia mais ocorrem problemas ambientais, que são ocasionados por uma relação não harmônica entre a população e as bacias hidrográficas.

Assim, de acordo com todos esses fatores, as bacias hidrográficas podem passar por diversas transformações ao longo dos anos, o que ocasiona problemas como enchentes e escassez de água. É o que ocorre atualmente nas Bacias dos Rios Macacu e Guapiaçu, localizadas na região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro. Com a remoção da cobertura vegetal associado ao uso inadequado de

terras, o processo erosivo e o assoreamento dos rios tem se agravado. Estudos hidrológicos realizados na região mostram que as vazões das bacias não são suficientes para atender as demandas da região. Isso pode ser comprovado com os frequentes problemas enfrentados na captação do Sistema Imunana-Laranjal, que nos períodos de estiagem não consegue funcionar em plena carga por insuficiência de vazão do Canal do Imunana (Ambiental Consultoria e Engenharia, Fundação Bio-Rio e Secretaria do Ambiental, 2013). Com isso, nota-se a importância de se buscar soluções com sustentabilidade ambiental para os recursos hídricos, a partir de intervenções adequadas nas bacias hidrográficas dos mananciais.

2 | OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo geral a elaboração de um projeto preliminar de revitalização ambiental das bacias dos Rios Guapiaçu e Macacu (RJ) para controlar a escassez de água nos períodos de estiagem, propondo intervenções viáveis técnica, ambiental e economicamente. Além disso o projeto preliminar visa contribuir para a sustentabilidade ambiental quanto ao abastecimento de água dos municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí e vizinhanças.

3 | JUSTIFICATIVA

Com a realização deste trabalho, pretende-se analisar as bacias dos Rios Guapiaçu e Macacu, que são os mananciais hídricos que abastecem o Sistema Imunana Laranjal da CEDAE, no Estado do Rio de Janeiro. Esse Sistema atualmente opera em seu limite, com vazão de 6,0 m³/s, e futuramente, para um cenário referente ao ano de 2035, haverá déficit hídrico de 5,0 m³/s (Ambiental Consultoria e Engenharia, Fundação Bio-Rio e Secretaria do Ambiental, 2013). Tal fato levou à elaboração do presente Projeto Preliminar de revitalização ambiental das bacias destes rios, visando contribuir para o controle de cheias e estiagens a partir de intervenções adequadas de revitalização ambiental nas bacias hidrográficas drenantes.

4 | ESTUDO DE CASO: A RECUPERAÇÃO AMBIENTAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS GUAPIAÇU E MACACU, VISANDO REGULARIZAR A DISPONIBILIDADE HÍDRICA DA REGIÃO

4.1 Localização das bacias e características das Bacias

As bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu estão localizadas no Brasil, na parte leste da bacia da Baía de Guanabara, na região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1). A bacia do Rio Guapiaçu possui uma área de 570,34 km² e

a do Rio Macacu uma área de 507,69 km², abrangendo os municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim e Itaboraí. Situadas no contexto ambiental da Mata Atlântica do Rio de Janeiro, as bacias são responsáveis por grande parte do percentual da produção agrícola fluminense e ainda possuem grande importância no balanço hídrico para o abastecimento de muitos habitantes da região metropolitana do estado do Rio de Janeiro (PEDREIRA, FIDALGO, UZEDA, & COSTA, 2013).

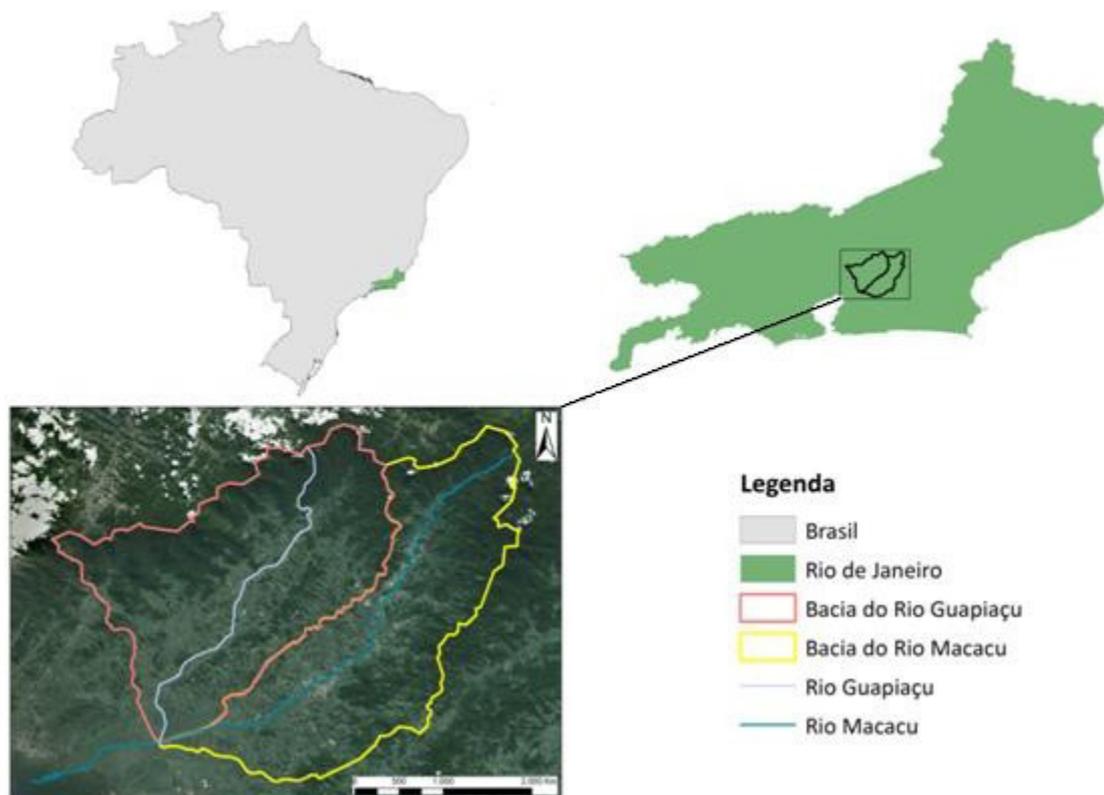


Figura 1 - Localização das bacias dos Rios Guapiaçu e Macacu.

Fonte: Os autores.

No entanto, acumulam-se na região problemas associados às atividades humanas, como a caça, ausência de saneamento básico, pecuária extensiva, o uso descontrolado das trilhas e cachoeiras, aumento de ocupações irregulares, uso de áreas de preservação permanente nas beiras dos rios para produção agrícola, desmatamento de muitas áreas de vegetação nativa, bem como desmatamentos das matas ciliares.

Esses problemas ocasionam uma série de inconvenientes, sendo os principais a diminuição da qualidade da água e a redução da capacidade de armazenamento de água dessas bacias hidrográficas (PEDREIRA, FIDALGO, UZEDA, & COSTA, 2013).

Apartir da junção dos Rios Guapiaçu e Macacu, o Canal de Imunana foi construído pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS), com o objetivo de drenar as áreas que eram frequentemente inundadas. A obra promoveu o desvio do Rio Macacu, unindo-o ao Rio Guapimirim e desconectando-o do Rio Cacerebu. Este, que era o principal afluente do Macacu, passou a ter desembocadura independente na Baía de Guanabara (DANTAS, DE ALMEIDA, & LINS, 2007).

O Sistema Imunana/Laranjal, que possui como seus principais mananciais o rio Macacu e o rio Guapiaçu, engloba o abastecimento de Itaboraí (apenas água bruta), Niterói, Rio de Janeiro (bairro de Ilha de Paquetá) e São Gonçalo. Assim, as bacias dos Rios Guapiaçu e Macacu são responsáveis por abastecer cerca de 2,5 milhões de habitantes, sendo também utilizada para irrigação e piscicultura (DANTAS, DE ALMEIDA, & LINS, 2007).

A captação do Sistema Imunana é feita na parte inferior da bacia dos Rios Guapiaçu e Macacu, ficando a jusante de outras tomadas d'água feitas na região para diversos fins. Além disso, possui uma área de drenagem que representa uma grande área contribuinte à Baía de Guanabara, sendo o mais importante manancial da região. Já o Rio Guapimirim, outro importante rio da região, chega ao canal do Imunana à jusante da captação da CEDAE, não chegando a contribuir para o sistema (DANTAS, DE ALMEIDA, & LINS, 2007). Atualmente, o Sistema Imunana opera em seu limite, cuja vazão é de 6,0 m³/s. Estudos mostraram que, para um cenário referente ao ano de 2035, ocorrerá déficit de 5,0 m³/s no sistema Imunana, o que corresponde a 1.177.000 habitantes sem atendimento (Ambiental Consultoria e Engenharia, Fundação Bio-Rio e Secretaria do Ambiental, 2013).

Além disso, o advento da implantação do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ) na cidade de Itaboraí deve se constituir em um forte indutor econômico e conseqüentemente concorrendo para a intensificação dos problemas relacionados aos déficits hídricos na região. Com um panorama futuro não promissor, a situação tende a piorar, já que os rios Macacu e Guapiaçu necessitarão de uma maior vazão para suprir a vazão requerida por esse empreendimento (Ambiental Consultoria e Engenharia, Fundação Bio-Rio e Secretaria do Ambiental, 2013).

4.2 Situação ambiental das bacias atualmente

A contínua ocupação do solo, ocasionada por assentamentos humanos, empreendimentos agropecuários, indústrias e outros, tem mostrado que o solo sem sua cobertura vegetal fica modificado em sua estrutura e perde as propriedades físico-químicas capazes de reter a água da chuva que cai sobre a bacia (DANTAS, DE ALMEIDA, & LINS, 2007). As ações antrópicas fizeram com que os ecossistemas naturais fossem duramente afetados e provocaram também o desaparecimento de brejos, pântanos e grande parte dos manguezais. Isso aconteceu devido à ocorrência de queimadas, derrubada de árvores, retificação de rios da bacia para aproveitamento do solo para a agricultura e pecuária, assim como o aumento da ocupação urbana, que foi acentuada nos últimos 30 anos (DANTAS, DE ALMEIDA, & LINS, 2007). A Figura 2 mostra um exemplo dessa degradação.



Figura 2 – Consequências do processo de erosão na área de estudo.

Fonte: Os autores

A precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas em questão é considerada bastante elevada. Porém, com o crescente desmatamento e impermeabilização do solo, a água que cai sobre a bacia não consegue promover a recarga dos aquíferos da maneira adequada, diminuindo as vazões dos rios em períodos de estiagem. Além disso, com a ocorrência de chuvas, os locais que apresentam solo exposto provocam o carregamento de partículas junto com a água. Esse escoamento, em sua maioria, ocorre de maneira superficial, sendo direcionado para os rios, que ficam localizados nos pontos mais baixos. Assim, cada vez mais, é promovido o assoreamento dos rios, agravando a problemática da disponibilidade hídrica do local. Na Figura 3 é possível constatar o assoreamento do rio Guapiaçu.



Figura 3 - Assoreamento em trecho do rio Guapiaçu.

A ocupação urbana sem planejamento, o uso intensivo do solo e a instalação de atividades industriais sem uma fiscalização atuante, são hoje, os principais fatores responsáveis pela diminuição da capacidade de armazenamento das bacias

hidrográficas e pela piora da qualidade da água nas mesmas (TUCCI C. E., 1993).

A poluição dos rios e mananciais é um assunto de extrema importância, visto que aumenta consideravelmente os gastos no tratamento da água captada nesses locais, podendo ocasionar a morte da vida aquática e proliferação de muitas doenças, fora as consequências estéticas causadas pela poluição, como a poluição visual e o mau cheiro.

5 | METODOLOGIA

A partir de imagens de satélite, estudos acadêmicos e estudos de diversos órgãos, foi possível compreender a real situação em que as bacias se encontram e direcionar este projeto para a realização das análises necessárias para a aplicação dos métodos de recarga artificial de água subterrânea. Dessa maneira as bacias foram delimitadas com o georreferenciamento das imagens através do software ArcGIS 10.3.1, ferramenta de análise espacial em ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), além de ratificar diversas informações, como, por exemplo, as porcentagens do uso e ocupação do solo. Em vista dos objetivos, dados históricos de chuva diários (em mm) foram obtidos pelo HidroWeb os dados das estações de Fazenda do Carmo, Represa do Paraíso, Fazenda São Joaquim e Japuíba, existentes nas bacias hidrográficas dos rios Guapiaçu e Macacu. Não foram encontrados dados de vazão, evaporação, temperatura, entre outros, para melhor entendimento dos processos hidrológicos. Sendo assim, só foi possível realizar as análises a partir dos dados de chuva. Para uma melhor análise para cálculo da precipitação média nas bacias, foi aplicado o método do Polígono de Thiessen utilizando o software ArcGIS 10.3.1.

Como a proposta desse estudo é utilizar somente as áreas de pastagem para aplicação dos métodos de recarga artificial de água, foi utilizada toda a área de pastagem da bacia do Rio Guapiaçu, sendo utilizada somente parte da área de pastagem à margem direita do rio Macacu, abaixo da rodovia RJ-116, devido ao conflito de uso de terras ao longo de toda a margem direita do rio Macacu. A média anual de chuvas nas áreas de pastagem foi realizada de forma análoga ao realizado para a área total de bacia. Sendo assim, foi possível realizar uma análise para os volumes passíveis de infiltração como visto nas Tabelas 1 e 2, a partir do volume escoado. Dentro de estimativas gerais consideradas em hidrologia, dentro do conceito de balanço hídrico, para regiões tropicais, cerca de 30% de toda água que cai numa bacia é infiltrada. Sendo assim, foi adotado somente o uso de 30% das chuvas, considerando que os outros 70% são perdidos por evaporação. Além disso, foi também considerado que as medidas de recarga artificial da água irão gerar um coeficiente de runoff $C = 0,3$ (Tabelas 1 e 2), que serviu como base para a geração final dos resultados e posterior análise dos mesmos. É possível, portanto, perceber que medidas de gestão sustentável das bacias dos Rios Guapiaçu e Macacu poderão

aumentar consideravelmente a disponibilidade hídrica das mesmas.

Mesmo levando em conta uma evaporação de 70%, um coeficiente de runoff $C = 0,3$ e desconsiderando a região de conflito na margem esquerda do rio Macacu, adotando métodos de recarga artificial e reflorestamento, é possível obter potencial de armazenar mais de 126 milhões de metros cúbicos de água.

| VOLUME PASSÍVEL DE INFILTRAÇÃO (m³) PARA OS 35 ANOS | | | |
|---|-----------------|---------------|----------------------|
| ÁREA DE PASTAGEM (70% de evaporação e $C = 0,3$) | | | |
| | Guapiaçu | Macacu | Total |
| Janeiro | 1,94E+07 | 8,67E+06 | 2,81E+07 |
| Fevereiro | 1,22E+07 | 6,59E+06 | 1,87E+07 |
| Março | 1,41E+07 | 6,85E+06 | 2,09E+07 |
| Abril | 9,28E+06 | 4,71E+06 | 1,40E+07 |
| Mai | 6,33E+06 | 3,40E+06 | 9,73E+06 |
| Junho | 4,03E+06 | 1,94E+06 | 5,98E+06 |
| Julho | 4,41E+06 | 2,09E+06 | 6,50E+06 |
| Agosto | 3,40E+06 | 1,82E+06 | 5,22E+06 |
| Setembro | 6,64E+06 | 3,26E+06 | 9,90E+06 |
| Outubro | 8,91E+06 | 4,14E+06 | 1,31E+07 |
| Novembro | 1,42E+07 | 6,82E+06 | 2,10E+07 |
| Dezembro | 1,72E+07 | 9,06E+06 | 2,63E+07 |
| Total | 1,20E+08 | 5,94E+07 | 179.363.394,0 |

Tabela 1 – Volume passível de infiltração, para a média dos 35 anos, nas áreas de pastagem (em m³).

Fonte: Os autores

| VOLUME PASSÍVEL DE INFILTRAÇÃO (m³) DE 1978 | | | |
|--|-----------------|---------------|--------------|
| ÁREA DE PASTAGEM (70% de evaporação e $C = 0,3$) | | | |
| | Guapiaçu | Macacu | Total |
| Janeiro | 1,39E+07 | 6,40E+06 | 2,03E+07 |
| Fevereiro | 9,87E+06 | 3,58E+06 | 1,35E+07 |
| Março | 3,30E+06 | 4,08E+06 | 7,38E+06 |
| Abril | 4,36E+06 | 2,15E+06 | 6,51E+06 |
| Mai | 4,59E+06 | 4,49E+06 | 9,08E+06 |
| Junho | 1,21E+06 | 1,25E+06 | 2,46E+06 |
| Julho | 2,84E+06 | 1,53E+06 | 4,37E+06 |
| Agosto | 3,08E+06 | 2,02E+06 | 5,10E+06 |
| Setembro | 1,79E+06 | 1,02E+06 | 2,82E+06 |
| Outubro | 3,87E+06 | 2,18E+06 | 6,05E+06 |

| | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| Novembro | 1,98E+07 | 1,11E+07 | 3,10E+07 |
| Dezembro | 1,08E+07 | 7,00E+06 | 1,78E+07 |
| Total | <u>7,94E+07</u> | <u>4,68E+07</u> | 126.208.874,0 |

Tabela 2 – Volume passível de infiltração, para o ano de 1978 (ano mais seco), nas áreas de pastagem (em m³).

Fonte: Os autores

A análise dos resultados do projeto, principalmente levando em conta a simulação para o ano mais seco, leva à compreensão de que as obras de recarga artificial e reflorestamento elevam consideravelmente a disponibilidade hídrica da região e visam armazenar muito mais água do que o volume proposto por obras sem nenhuma sustentabilidade ambiental, o que eleva, então, a vazão na época de estiagem e acarreta em uma redução de vazão na época de enchente.

É possível comprovar que o maior problema enfrentado pelas bacias é a degradação das mesmas pelos diversos usos do solo. As soluções apresentadas neste estudo seguem os conceitos identificados no tripé da sustentabilidade, e descritos a seguir:

Ecologicamente viável: Os métodos visam a retenção de água em harmonia com o meio ambiente e pode valorizar os lençóis freáticos, regularizar o regime dos rios, fixar a vegetação e melhorar a biodiversidade.

Economicamente possível: As propostas são baseadas em obras de recarga com pequenas intervenções, feitas sem uso de equipamentos pesados, sem necessitar de alta especialização, utilizando diques de baixo custo e o reflorestamento. A própria mão-de-obra local é capaz de realizar essas intervenções e pode gerar empregos nessas regiões. Outra recomendação é a implantação de tratamento de esgoto na área, que pode reduzir a poluição dos mananciais, além de disponibilizar seu lodo para produção de adubo, sendo possível baratear o reflorestamento.

Socialmente desejável: A promoção do saneamento sustentável, com a implantação de coleta seletiva, utilizando seus resíduos orgânicos para a geração de adubo, assim como proposto para o lodo do tratamento do esgoto. A redução da poluição pode trazer melhores condições sanitárias para a população e melhorar os aspectos visuais e higiênicos da comunidade, além de promover diversas melhorias de saúde. Além disso, as obras de recarga e reflorestamento podem ser fontes de renda para a população local, uma vez que é necessária manutenção constante dessas intervenções, sendo feitas pelos proprietários da área.

A partir da confirmação da alta disponibilidade hídrica a partir das abordagens analisadas, soluções de recarga artificial podem ser implantadas ao utilizar a mão de obra local, já que não há necessidade de contratação de empreiteiras de grande porte, e pode gerar uma série de empregos na região. Além disso, essas implantações não devem prejudicar as atividades agrícolas e nem a pecuária, visto que após as chuvas,

a água retida nas bacias de retenção irá infiltrar e melhorar ainda mais a qualidade do solo nesses locais. Considerando as obras e atuações de recarga mencionadas, a Figura 5 mostra os croquis resumidos da disposição geral das mesmas em um trecho de seção transversal genérica de uma bacia hidrográfica.

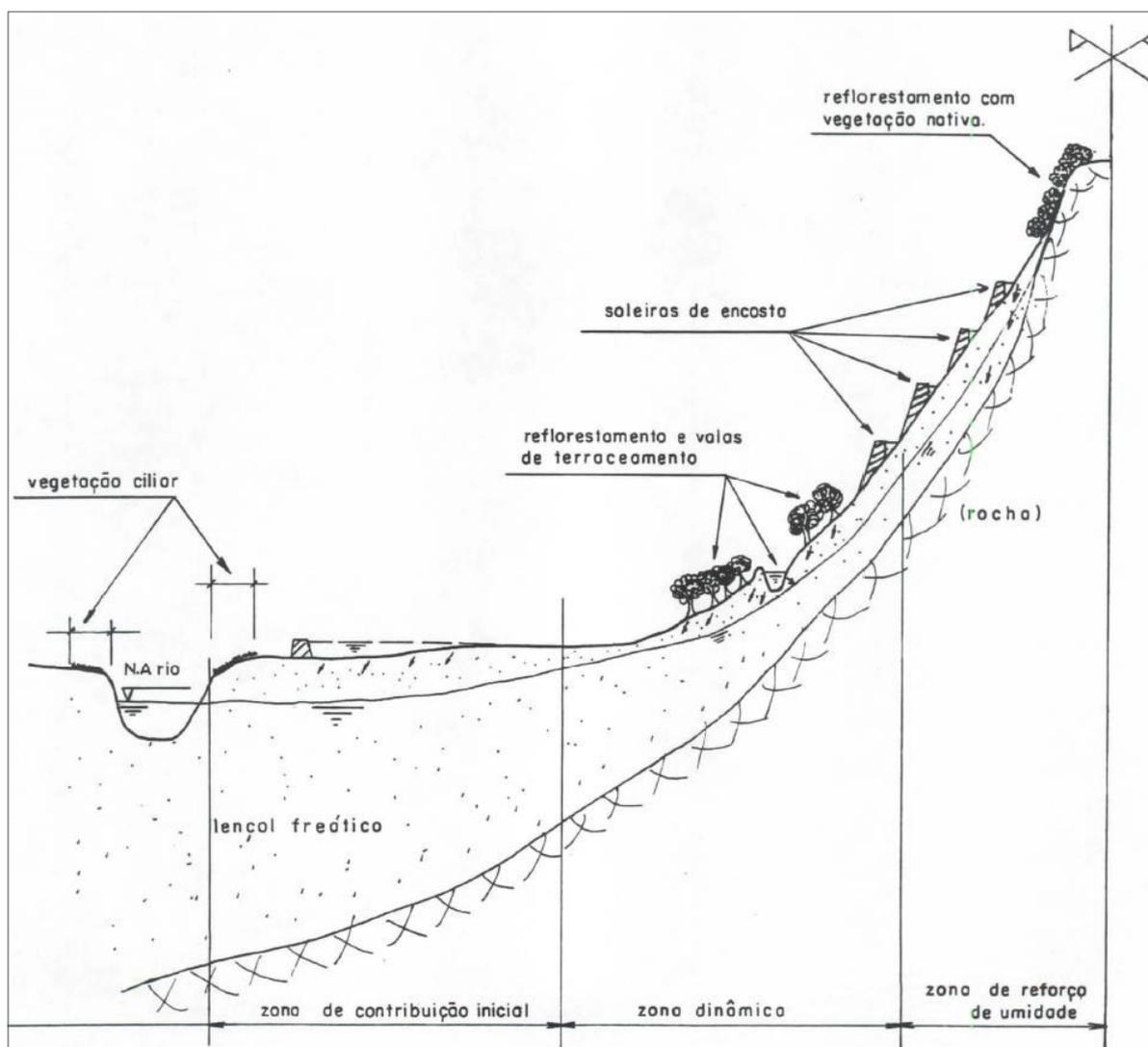


Figura 5 – Croquis da disposição geral das obras e atuações de recarga em encostas de uma bacia hidrográfica.

Fonte: Ottoni, 1996.

Com a implantação das propostas deste trabalho a construção de um novo sistema de captação de água não é necessária no Canal de Imunana. As intervenções aumentaram a disponibilidade hídrica da região assim como reduziram a ocorrência de cheias. A partir dos dados dos solos e dos estudos das áreas desse projeto, conclui-se que áreas de pastagem possuem uma drenagem relevante para a aplicação dos mais diversos tipos de métodos para recarga artificial dos corpos de água. Definido, então, que as áreas consideradas estão de acordo com o que foi apresentado durante todo esse estudo, a Figura 6 representa o Projeto de Revitalização das áreas de pastagem em áreas com declividade abaixo de 3% (áreas de planície, com a implantação de bacias de recarga) e declividade acima de 3% (áreas de encosta com

maior declividade, com a implantação de valas de terraceamento e reflorestamento).

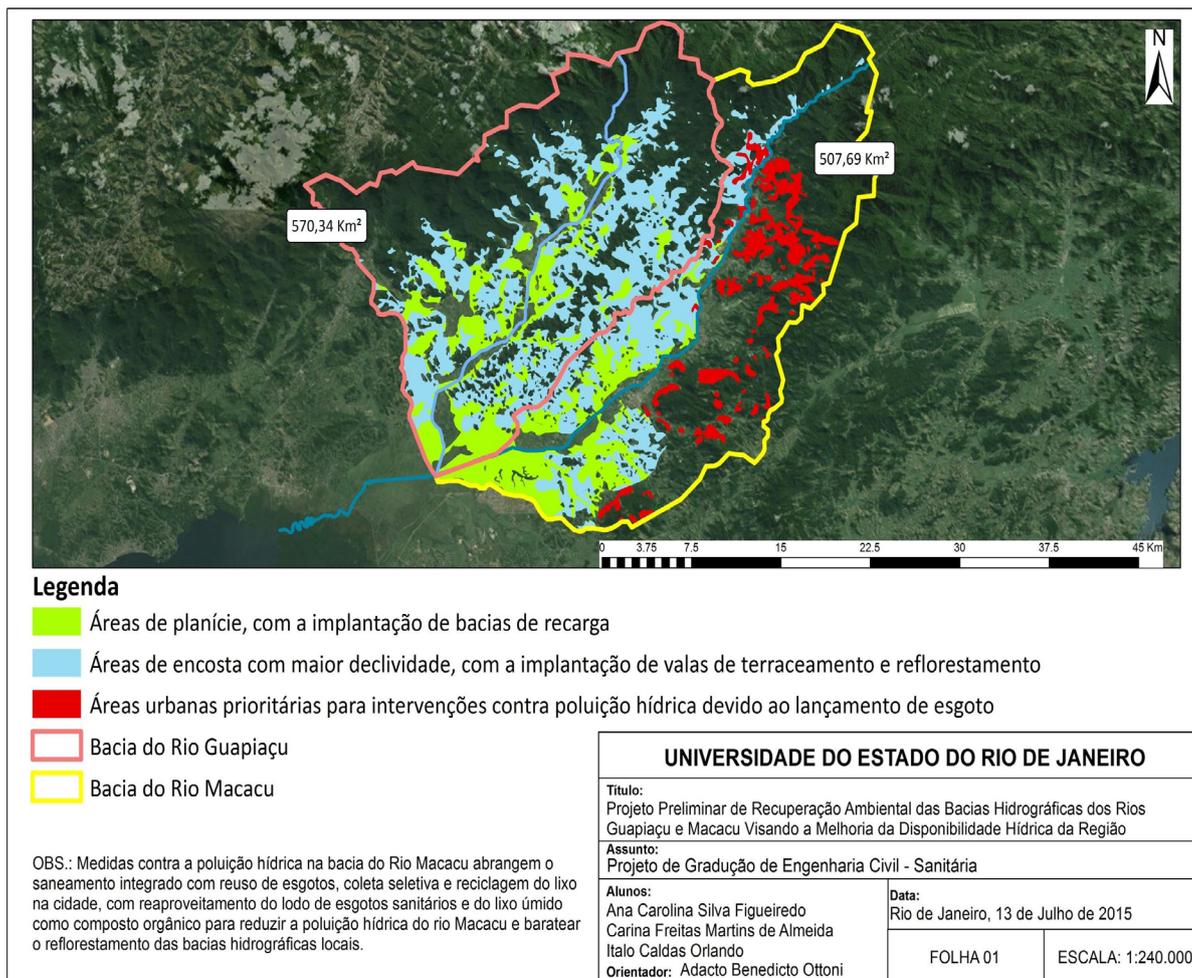


Figura 6 – Projeto de revitalização – Layout das intervenções sugeridas

Fonte: Os autores

6 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir de todas as análises realizadas nesse estudo, é possível afirmar que essa região é caracterizada por uma quantidade muito grande de chuvas, o que corrobora as análises iniciais da grande disponibilidade hídrica da região.

Os problemas que podem vir a ser enfrentados pela população e pela indústria, devido à previsão de déficit hídrico, podem ser facilmente eliminados com as obras de recarga artificial de água subterrânea, que visam um aumento de, no mínimo, 126 milhões de metros cúbicos de água por ano.

As áreas a serem utilizadas para a aplicação desses métodos não serão afetadas negativamente, uma vez que poucas horas após um evento de forte chuva toda a água terá sido infiltrada, já que os solos dessas regiões possuem uma boa eficiência de infiltração. Para a construção dos métodos, pode-se utilizar da mão-de-obra local, sem a necessidade de contratação de grandes empreiteiras. Programas como os Produtores de Água, podem ser implementados nessas regiões, a fim de contribuir financeiramente para aqueles que aderirem ao programa e promover a manutenção

dessas áreas de recarga.

Além das obras de recarga, é possível contar com o reflorestamento das áreas aclivosas, para melhorar a infiltração e para diminuição do processo erosivo das encostas, que hoje se apresenta muito avançando com o surgimento de voçorocas em diversos pontos das bacias.

A promoção da melhoria hídrica aliada com a recuperação do ecossistema visa garantir o balanço hídrico da região, no que tange as calamidades provocadas pelas chuvas, ou pela falta dela. Com essas soluções, nos períodos chuvosos a bacia poderá acumular mais água e conseqüentemente, diminuir drasticamente os problemas de enchentes, reservar água para os períodos de seca.

Medidas contra a poluição hídrica abrangem o saneamento integrado com reuso de esgotos, coleta seletiva e reciclagem. O reaproveitamento do lodo de esgotos sanitários e do lixo úmido como compostos orgânicos, serve como adubo para o reflorestamento, barateando esse tipo de intervenção, além de promover melhoria na qualidade das águas da região. Como a região de estudo possui intensa atividade agrícola, a utilização de pesticidas é uma atividade comum no dia a dia dos agricultores e também deve ser controlada.

REFERÊNCIAS

Ambiental Consultoria e Engenharia, Fundação Bio-Rio e Secretaria do Ambiental. **Relatório de Impacto Ambiental - RIMA - Obras para implantação da barragem do Rio Guapi-Açu com vistas à ampliação da Oferta de água para a região do Conleste Fluminense, localizado no Município de Cachoeiras de Macacu/RJ.** Rio de Janeiro, 2013.

ANA – Agência Nacional de Águas. **ATLAS Brasil - Abastecimento Urbano de Água.** Acesso em 05 de Maio de 2015, disponível em Agência Nacional de Águas: <http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?rme=18>, 2010.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Programa Produtor de Água.** Acesso em Junho de 2015, disponível em ANA: <http://produtordeagua.ana.gov.br/>, 2012.

DANTAS, J. R., DE ALMEIDA, J. R., & LINS, G. A. **Impactos Ambientais na bacia Hidrográfica de Guapi/Macacu e suas conseqüências para o abastecimento de água nos municípios do Leste da Baía de Guanabara.** CETEM, 2007.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. **BOLETIM CONSOLIDADO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO,** 2013.

OTTONI, A. B.. **Tecnologia do Manejo Hídrico em Bacias Urbanas Visando sua Valorização Sanitária e Ambiental.** Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 1996.

PEDREIRA, B. d., FIDALGO, E. C., COSTA, M. D., & UZEDA, M. C. **Análise de instrumentos de gestão e planejamento para identificação de áreas para recuperação em bacia hidrográfica fluminense.** *Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – INP, 2013.*

TUCCI, C. E.. **Hidrologia - Ciência e Aplicação** (segunda edição ed.). Editora da UFRGS, Porto Alegre, 1993.

AVALIAÇÃO DE REVESTIMENTOS COMERCIAIS CERÂMICOS ATIVOS NA DEGRADAÇÃO DE BENZENO PARA CONTROLE DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA INTERNA DE EDIFÍCIOS

Ricardo Crepaldi

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação,
Universidade do Sagrado Coração
Bauru, São Paulo

Guilherme Miola Titato

Instituto de Química, Universidade de São Paulo
São Carlos, São Paulo

Fernando Mauro Lanças

Instituto de Química, Universidade de São Paulo
São Carlos, São Paulo

Eduvaldo Paulo Sichieri

Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade
de São Paulo
São Carlos, São Paulo

Marcelo Telascrêa

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação,
Universidade do Sagrado Coração
Bauru, São Paulo

Marcia Rodrigues de Moraes Chaves

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação,
Universidade do Sagrado Coração
Bauru, São Paulo

RESUMO: Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) constituem importante classe de poluentes atmosféricos e benzeno é um dos principais contaminantes da poluição atmosférica interior. Entre os métodos para tratamento de ambientes com alta concentração de COVs está a oxidação fotocatalítica por superfícies

revestidas de cerâmica TiO_2 (anatase). A eficácia dos estudos de fotodegradação de COVs utilizando cerâmicas ativas feitas em laboratório é bem relatada na literatura. Entretanto, isto não foi relatado usando cerâmicas comerciais, embora as cerâmicas ativas sejam vendidas para tal função. O desenvolvimento deste trabalho surgiu a partir de duas questões: a) se as telhas cerâmicas ativas comerciais são eficientes na degradação de COVs como afirmam os fabricantes; b) se eles são capazes de degradar COVs em ambientes de construção indoor. Os experimentos foram conduzidos em escala laboratorial, utilizando-se uma câmara de simulação adaptada. O benzeno volatilizado entrou em contato com a cerâmica comercial sobre luz fluorescente e luz ultravioleta de 365nm. As amostras do ar interno da câmara foram coletadas pela adsorção em fibras do polidimetilsiloxano, técnica *headspace*. A avaliação da degradação do benzeno ocorreu por Cromatografia Gasosa com Espectrometria de Massas. A caracterização de amostras cerâmicas ativas comerciais ocorreu por meio de técnicas de Difração de Raios X por pó e Microscopia Eletrônica de Varredura com Espectrometria de Energia Dispersiva. Os resultados mostraram que, as condições experimentais, a cerâmica ativa comercial não foi capaz da oxidação fotocatalítica do benzeno. A caracterização detectou quantidade muito

baixa de TiO_2 em amostras, sendo este fato atribuído como principal responsável pela inatividade fotocatalítica.

PALAVRAS-CHAVE: controle de poluição do ar, cerâmica ativa, fotocatalise, edifícios sustentáveis.

ASSESSMENT OF COMMERCIAL ACTIVE CERAMIC TILES ON BENZENE DEGRADATION FOR THE POLLUTION CONTROL OF INDOOR ATMOSPHERIC BUILDINGS

ABSTRACT: Volatile Organic Compounds (VOCs) constitutes an important class of air pollutants, and benzene is one of the main contaminants of indoor air pollution. Among the methods for the treatment of environments with a high VOCs concentration is the photocatalytic oxidation by TiO_2 (anatase) ceramic coated surfaces. The effectiveness of VOCs photodegradation studies using active ceramic tiles made in laboratory is well reported in the literature. However, this has not been reported using commercial tiles, although active ceramics are sold for such a function. The development of this work arose from two questions: a) if the commercial active ceramic tiles are efficient in the VOCs degradation as the manufacturers claim; b) if they are able to degrade VOCs in indoor building environments. Experiments were conducted in laboratory's scale, using an adapted simulation chamber. The volatilized benzene entered in contact with the commercial ceramic tile under fluorescent light and ultraviolet light of 365nm. Samples of the chamber internal air were collected by adsorption on polydimethylsiloxane fibres in headspace technique. The evaluation of the benzene degradation occurred by Gas Chromatography analysis with Mass Spectrometry. The characterization of commercial active ceramic samples occurred by techniques of X-Ray Diffraction Powder, and Scanning Electron Microscopy with Energy Dispersive Spectrometry. Results showed that, under the experimental conditions, the commercial active ceramic tile wasn't capable of the benzene photocatalytic oxidation. The characterization detected very low quantity of TiO_2 on samples, being this fact attributed as the main responsible for photocatalytic inactiveness.

KEYWORDS: air pollution control, active ceramic, photocatalysis, sustainable buildings.

1 | INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica e os seus efeitos na saúde humana tornaram-se uma grande preocupação e foco de numerosas discussões e estudos científicos (VAN DER ZEE; FISCHER; HOEK, 2016) it is difficult to effectively communicate the health risks of this (largely invisible. Entre os poluentes atmosféricos, os Compostos Orgânicos Voláteis (COV) são considerados os mais perigosos. Os principais COVs prejudiciais à saúde humana são: benzeno, tolueno, xileno, formaldeído e acetaldeído (EPA, 2009). Outros poluentes atmosféricos nocivos incluem substâncias como os compostos voláteis emitidos por fumaça de tabaco e NO_x (HUANG et al., 2016).

COVs estão em maior concentração no ar interior do que o exterior devido ao respectivo espaço confinado e a exposição a estas substâncias pode levar a alterações neurológicas humanas e desenvolvimento do câncer (SCHIRMER et al., 2011) principalmente nos países desenvolvidos, e se destacou após a descoberta de que a diminuição das taxas de troca de ar nesses ambientes era a grande responsável pelo aumento da concentração de poluentes no ar interno. Admite-se que a ventilação seja um dos principais fatores que interferem na qualidade do ar interno e que os próprios ocupantes dos edifícios contribuem substancialmente com a poluição destes ambientes através de suas atividades. Sabe-se ainda que a má qualidade do ar interno está associada a doenças (como tosse, rinite, alergia, etc.. Assim, é imperativo o tratamento do ar para minimizar a poluição, e conseqüentemente, os efeitos adversos na saúde humana e na qualidade de vida. Esta exposição é favorecida uma vez que a maioria dos seres humanos passam longos períodos dentro de locais fechados, como em edifícios comerciais e residenciais. A solução para este problema é voltada para à prevenção interna da poluição, à diluição dos poluentes pela ventilação ou à limpeza do ar interno (EPA, 2009).

Várias técnicas estão disponíveis para a limpeza de ar interior, tais como sorção de poluentes, separação por membranas e tratamento biológico (ZHANG; WANG, 2010). Dentre eles, a oxidação fotocatalítica (PCO) tem atraído a atenção devido à sua eficiência em degrada COVs do ar interior (HUANG et al., 2016).

A descoberta do fenômeno da fotocatalise por nanoestruturas de dióxido de titânio (TiO_2) (FUJISHIMA; HONDA, 1972) derivou muitas pesquisas sobre a degradação de compostos recalcitrantes perigosos (HASHIMOTO; IRIE; FUJISHIMA, 2005). A maioria destes estudos está relacionada com o tratamento de efluentes líquidos contaminados e a eficiência da PCO nesta matriz foi demonstrada.

As propriedades fotocatalíticas do TiO_2 estão bem estabelecidas na literatura, sendo a anatase a forma cristalina mais ativa para promover esse fenômeno (ALIJANI; KALEJI; REZAEI, 2017). No entanto, para a aplicação prática, é necessário o suporte de TiO_2 em diversos materiais para compor o sistema PCO.

Os materiais cerâmicos, tintas e sistemas de aquecimento, ventilação e climatização (HVAC), incluindo filtros de ar, são os principais suportes para TiO_2 . Estudos sobre os sistemas HVAC que apoiam o TiO_2 demonstraram uma falta de eficiência para a degradação de COVs do ar interior (HODGSON et al., 2007) we report an experimental evaluation of a UVPCO device with tungsten oxide modified titanium dioxide (TiO_2). As tintas fotocatalíticas são apontadas como um material prometido para NO_x e alguma oxidação de COVs, e já está disponível em escala comercial (LAUFS et al., 2010).

Estudos sobre cerâmica revestida com TiO_2 para trabalhar como superfícies de autolimpeza (bem como superfícies fotocatalíticas para a oxidação de NO_x e COVs) foram conduzidos. A eficiência das telhas cerâmicas ativas na degradação fotocatalítica dos COVs principais presentes no ar interno, incluindo o benzeno, foi

relatada (BIANCHI et al., 2013). Além disso, a eficiência da degradação do benzeno por TiO_2 apoiada em diatomita foi descrita por (CHENG; KANG; LI, 2012).

Apesar do grande número de pesquisas que demonstram a eficiência da cerâmica ativa na degradação de COVs, há falta de informação que garanta a eficiência dessas cerâmicas em escala comercial. Isso é particularmente importante porque a cerâmica ativa tem sido usada para obter certificados de projetos de sustentabilidade em edifícios comerciais (por exemplo, LEED).

Para contribuir com esta questão, este trabalho avaliou a eficiência de uma telha cerâmica ativa comercial sobre a degradação fotocatalítica de benzeno em ar confinado. Estas cerâmicas baseiam-se na tecnologia de telha hidrofílica (HT) (revestimento de TiO_2) que proporcionam propriedades fotocatalíticas e autolimpantes. Assim, foi supor que as telhas cerâmicas ativas devem ser usadas para a remoção do benzeno do ar interno, contribuindo ao controle da poluição do ar. O benzeno foi escolhido por ser uma substância comum de COV presente em limpadores domésticos, fumaça de tabaco, fumaça de automóveis, bem como materiais de mobiliário (BRUNO et al., 2008).

2 | MÉTODO

As telhas cerâmicas ativas comerciais (KeraGail) foram compradas de Gail Brasil. A especificação deste material relata como consistindo na cerâmica expulsa com superfície ativa baseada na tecnologia HT. Estas cerâmicas são usadas para construir a fachada ventilada com uma apelação ambiental do controle da poluição do ar e da economia de energia.

Duas telhas foram coletadas aleatoriamente dos outros produzidos e vendidos para este estudo. As telhas (1,20 x 0,30 x 0,2 m), cor 290 H branco, foram lavadas com detergente neutro e água potável. Após o corte, as amostras da telha foram enxaguadas com água deionizada e secas em 100 °C antes do uso.

2.1 Propriedades fotocatalíticas

Para realizar o estudo de degradação de benzeno na câmara de simulação, a telha cerâmica comercial foi cortada em pedaços de 8 cm de altura e 18 cm de comprimento, utilizando equipamento de jato de água de alta pressão (60.000 psi) modelo IFB 3030 da FLOW (Kent, EUA).

Para a finalidade da fotocatalise, avaliou-se as lâmpadas fluorescentes e ultravioletas (UV) 365 nm, modelo T5 de 4 W, com comprimento total de 150 mm e 15 mm de diâmetro, como fontes de luz.

Para simular o ar interno do ambiente de um edifício, um dessecador de vidro (diâmetro interno de 250 mm; volume total de 12 L) foi adaptado como uma câmara de simulação. A câmara de simulação foi configurada como mostra a Figura 1.

Dentro da câmara, sobre a placa perfurada da porcelana, duas partes cerâmicas ativas comerciais foram arranjadas nos suportes para estarem eretas, simulando a posição em uma parede do edifício (Figura 1a-d). Além disso, um micro ventilador (12 V; 4 cm x 4 cm) foi colocado para promover a distribuição de benzeno em toda a câmara, e um Becker com 20 ml de água destilada foi colocada para manter a umidade do ar (Figura 1a). Uma lâmpada de 30 W dicróica foi colocada abaixo da placa perfurada da porcelana, centrada no furo principal, usada para aquecimento, e volatilizar o benzeno (Figura 1a, d).

Na tampa do dessecador foram instalados o suporte para a conexão de lâmpadas UV; furos (septo) para a amostragem do ar interno; assim como uma abertura para a sonda externa termo higrômetro e os cabos de alimentação do micro ventilador e da lâmpada dicróica (figura 1e). A temperatura e a umidade relativa foram determinadas por um termo higrômetro portátil (Simpla TH02).

Benzeno (20 μ L; Merck) foi completamente volatilizado por aquecimento (usando lâmpada dicróica) para o volume total da câmara. O sistema foi deixado para equilibrar durante 15 minutos a ventilação interna forçada, e a lâmpada dicróica foi mantida sobre durante todo a experimentação para ajudar no equilíbrio do vapor do benzeno na câmara. Depois disso, a lâmpada (UV ou fluorescente) foi ligada, e o teor de benzeno avaliado em intervalos de 30 a 120 minutos, por Cromatografia Gasosa e Espectrometria de Massas com coleta de amostras em *headspace* por micro extração de fase sólida (SPME-HS).

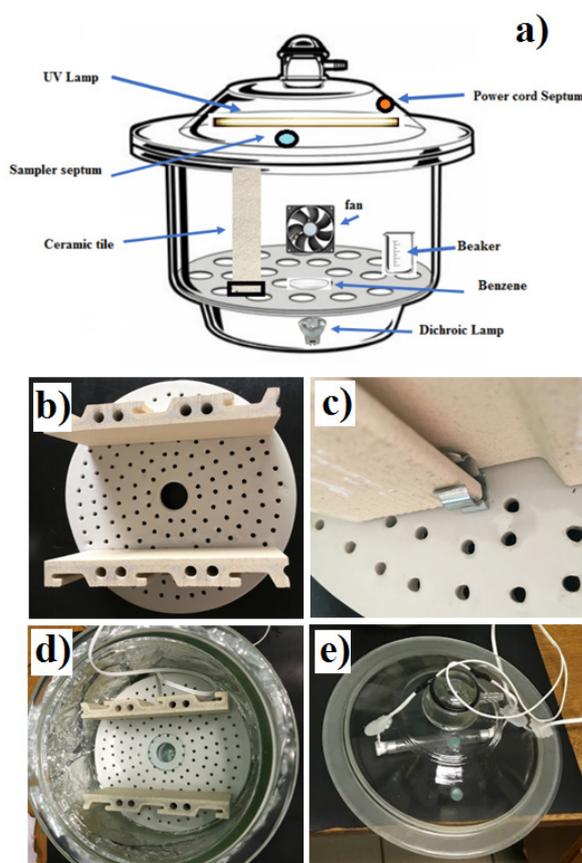


Figura 1. Projeto de câmara de simulação para o estudo experimental de degradação fotocatalítica de benzeno: a) ilustração da câmara de simulação; b) telhas cerâmicas na placa

perfurada; c) detalhe da fixação da telha cerâmica; d) visão geral da câmara interna com telhas cerâmicas e lâmpada dicróica; e) detalhe da tampa da câmara com a lâmpada UV e os fios

As fibras adsorventes foram de 100% polimetilsiloxano (PDMS) Supelco (Bellefonte, PA, EUA), específica para a extração de benzeno em fase sólida. O tempo de exposição das fibras ao ar interno da câmara foi de 10 minutos. As mesmas fibras foram utilizadas em todas as análises.

O equipamento utilizado foi um Shimadzu GC17A acoplado ao Espectrômetro de Massa Shimadzu QP5050A, Quadrupolo Simples. A coluna utilizada foi DB-5MS (5% fenil, 95% polidimetilsiloxano) de 30 m de comprimento; 0,25 mm de diâmetro interno; 0,25 μm de espessura de fase estacionária. A análise CG utilizou gás hélio 99,995%; vazão de 0,5 ml/min; velocidade linear de 26,5 cm/s; temperatura de coluna fixa de 120 °C. Na análise do benzeno, o m/z 78 (relativo ao íon molecular) foi monitorado. O tempo de eluição da coluna foi de 2,1 min. Utilizou-se o ASTM D6420-99 (2004) - método de teste padrão para determinação de COV por interface direta entre cromatografia gasosa e espectrometria de massas.

2.2 Caracterização da Cerâmica

A telha cerâmica ativa comercial foi caracterizada usando a Difração de Raio X por pó (DRX) e a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) com Microanálise por Espectroscopia de Raio X por Energia Dispersiva (EDS). As análises são utilizadas para identificar a composição química do material cerâmico em cada amostra, bem como para identificar a presença das diferentes fases cristalinas de TiO_2 (rutilo e anatase) na superfície da telha cerâmica ativa comercial.

As análises de DRX foram realizadas utilizando amostras da massa (amostra 1) e de superfície (amostra 2) após moagem manual com almofariz de ágata. As análises de DRX foram executadas com um Difratorômetro Rigaku (DMAX) usando a radiação $\text{CuK}\alpha 1$ (1.5818 Å), operando-se em 40 kV e 20 mA. As varreduras foram executadas de 10 a 80 ° (2θ) em etapas de 0,02° com uma velocidade da varredura de 2 °/min. Os dados de DRX foram interpretados usando as bases de dados mineralógica de RRUFF (LAFUENTE et al., 2015).

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) foi utilizada para avaliar a morfologia superficial das dimensões da película cerâmica e TiO_2 . As amostras foram analisadas no equipamento Zeiss EVO 50. Uma fina camada de ouro foi depositada por *sputtering* nas amostras através do equipamento Bal-TEC SCD 050, para melhor definição nos contrastes das imagens. A composição química das amostras foi obtida como uma análise semiquantitativa da microanálise elementar dada pelo espectrômetro de energia dispersiva (EDS).

O detector de processamento digital IXRF Systems 500 acoplado ao MEV foi utilizado.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Propriedades fotocatalíticas da cerâmica ativa comercial

A hipótese formulada de que as telhas cerâmicas ativas comerciais são capazes à degradação do benzeno foi avaliada. Assim, as propriedades fotocatalíticas das telhas cerâmicas ativas comerciais foram avaliadas duas fontes luminosas: fluorescentes, para simular a luz do sol, e UV (365 nanômetros). A condição de referência foi um espaço em branco (sem a placa de cerâmica). Vários experimentos prévios (dados não mostrados) foram feitos para definir as condições ideais para a execução dos testes e avaliar as propriedades fotocatalíticas cerâmicas. Os resultados do CG-MS estão resumidos na tabela 1.

A lâmpada dicróica foi deixada ligada durante o teste, permitindo a volatilização completa do benzeno. A temperatura da câmara interna em 120 minutos dos experimentos foi de $48,1 \pm 1,2$ °C e $46,2 \pm 1,7$ °C para luz fluorescente e UV, respectivamente. Da mesma forma, a umidade relativa foi de 92% para ambos os experimentos. De acordo com o fabricante cerâmico, a superfície da telha é hidrófila, assim, a umidade dentro da câmara era bastante favorecer o processo fotocatalítico.

Os desvios padrão relativos (DPR) refletem a precisão entre cada área de pico fundada em cada etapa (0 a 120 min) do mesmo experimento. A validação analítica para os métodos cromatográficos seguiu as normas 8260B e 8000D dos protocolos da Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA), sendo o DPR dado pela equação (1).

$$\text{DPR (\%)} = \left(\frac{\text{Desvio Padrão das Áreas de Picos (} t_0, t_{120} \text{)}}{\text{Média das Áreas de Picos (} t_0, t_{120} \text{)}} \right) \times 100 \quad (1)$$

| Tempo de Exposição (min) | Área de Pico do Benzeno (m/z 78) | | | |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Luz Fluorescente sem Cerâmica | Luz Fluorescente com Cerâmica | Luz UV (365 nm) sem Cerâmica | Luz UV (365 nm) com Cerâmica |
| 0 | 3061468 | 2764696 | 3237381 | 3412330 |
| 30 | 2564114 | 2267921 | 2449667 | 3140692 |
| 60 | 2297150 | 1994436 | 2767056 | 2889628 |
| 90 | 2198749 | 2042602 | 2543113 | 2690712 |
| 120 | 2134250 | 1815391 | 2227488 | 2221990 |
| DPR (%) | 15,44 | 16,81 | 14,50 | 15,77 |

Tabela 1. Resultados experimentais da degradação do benzeno na câmara de simulação: testes realizados utilizando telhas cerâmicas comerciais com e sem luz fluorescente, e luz UV 365 nm (valores referidos como média de experimento duplicado)

Os valores do desvio padrão relativo (%) das áreas de pico encontradas nas análises de CG-MS foram muito próximas entre si em todos os testes. Os resultados indicaram que nenhuma degradação do benzeno ocorreu as condições experimentais

estabelecidas, uma vez que testes em branco (sem cerâmica) apresentaram DPR muito próximo dos testes realizados com a cerâmica ativa comercial (VAS; VÉKEY, 2004), independentemente da fonte de luz.

Estes resultados foram inesperados, considerando estudos anteriores que demonstraram que a tecnologia HT em cerâmica comercial é eficiente para degradar o azul de metileno, NO_x e acetaldeído. Além disso, os resultados estão em desacordo com as características relatadas por pesquisas realizadas utilizando revestimentos cerâmicos com TiO_2 , cujo fenômeno fotoquímico foi identificado para compostos orgânicos voláteis.

Com base nos resultados experimentais, a caracterização cerâmica foi necessária para verificar as condições de revestimento ativo de TiO_2 , e para encontrar a possível causa de não degradação do benzeno, antes de estabelecer novas condições experimentais para novos testes.

3.2 Caracterização da Cerâmica

A técnica de Difração de Raios X é amplamente utilizada para caracterizar materiais cerâmicos, uma vez que permite a identificação dos componentes e suas fases cristalinas. O fabricante das cerâmicas comerciais ativas informa que a superfície desta cerâmica é fotoativa devido à presença de revestimento de TiO_2 . Nesta pesquisa, essa técnica é fundamental para a determinação da presença da fase fotoativa de TiO_2 , anatase.

Os padrões de Difração de Raios X das amostras cerâmicas em massa (amostra 1) e superfície ativa (amostra 2) são mostrados na figura 2a. O padrão de DRX de ambas as amostras 1 e 2 foi característico de material de argila cozida, com presença de mulita e quartzo (figura 2B).

Os padrões de DRX indicam que a composição química da massa e da superfície da cerâmica ativa é essencialmente a mesma. Esta característica foi inesperada, considerando que o fenômeno da fotocatalise ocorre apenas na superfície da cerâmica. Assim, poderia apontar para duas possibilidades: a) a incorporação de TiO_2 fotoativo no volume cerâmico, o que deve aumentar os custos de produção sem uma vantagem relevante para as propriedades fotocatalíticas, ou b) o revestimento de TiO_2 está faltando.

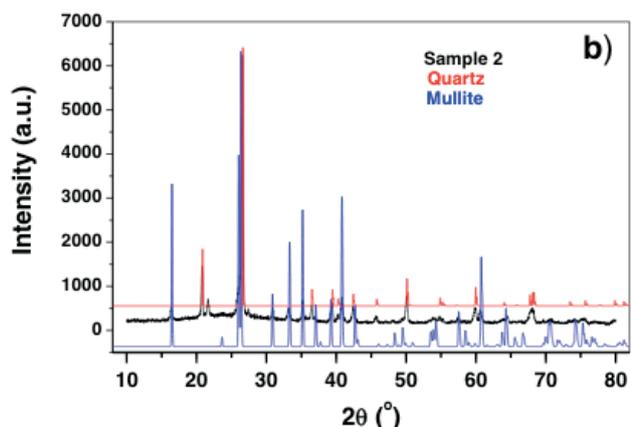
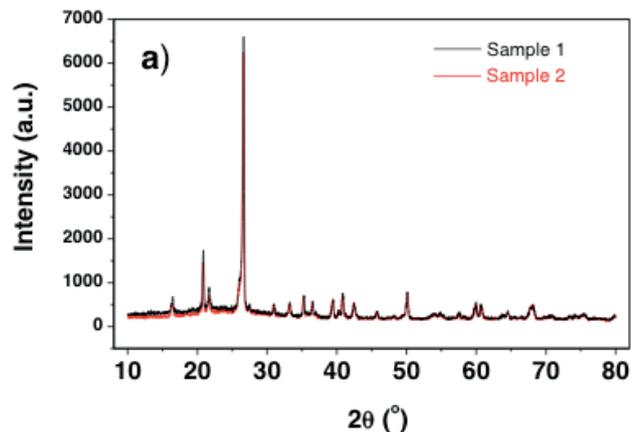


Figura 2. Padrão de Difração de Raios X de amostras cerâmicas ativas comerciais: a) massa (Sample 1) e superfície (Sample 2); b) superfície cerâmica (Sample 2), Mullite (Mullite) (RRUFFID: R141101), e Quartzo (Quartz) (RRUFFID: R040031)

Os padrões de difração de DRX de amostras cerâmicas comerciais foram comparados aos dados padrão de TiO_2 (RRUFF) (Figura 3). A ausência de picos de DRX de TiO_2 em todas as amostras cerâmicas foi a observação mais preocupante; uma vez que a presença de TiO_2 Anatase é necessária para o processo fotocatalítico ocorrer (DIAMANTI et al., 2013). As análises de MEV/EDS confirmaram este resultado.

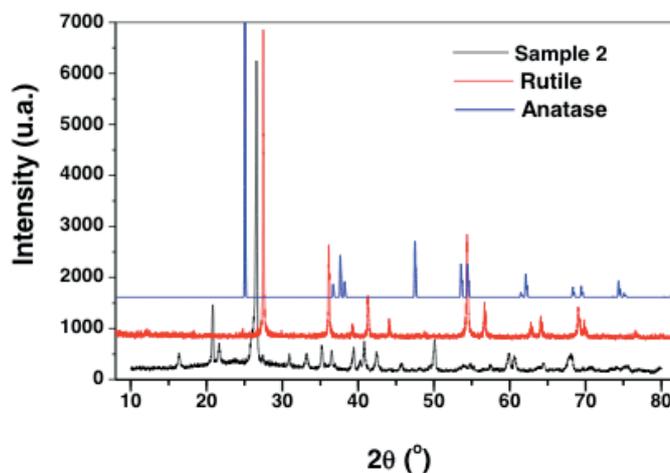


Figura 3. Padrão de Difração de Raios X de amostras cerâmicas e padrão de TiO_2 Anatase (RRUFFID: R120013) e Rutilo (Rutile) (RRUFFID: R050031)

As imagens de MEV da superfície cerâmica revelaram a morfologia áspera e porosa (Figura 4 a, b). Para o processo de fotocatalise acontecem, é necessário o contato do poluente orgânico, água e O₂ na superfície cerâmica com TiO₂ ativo e radiação UV. Assim, essas características são importantes para facilitar o processo de adsorção do poluente orgânico. Na amostra de superfície da cerâmica avaliada pelo MEV, a presença de nanoestrutura de TiO₂ não foi observada como mostra a literatura (HUANG et al., 2016).

A composição química revelada na análise semiquantitativa da EDS é apresentada na Figura 5. A análise de EDS mostrou a concentração de titânio na superfície da amostra de cerâmica em nível muito baixo de 0,685% de massa. Os principais compostos foram alumínio e sílica, confirmando os resultados obtidos pelas análises de DRX. A ocorrência de TiO₂ como um contaminante de argila natural é entre 1,25 e 2,15% em massa (PETRICK et al., 2011), isso significa que a amostra comercial apresenta menos TiO₂ do que algumas argilas naturais.

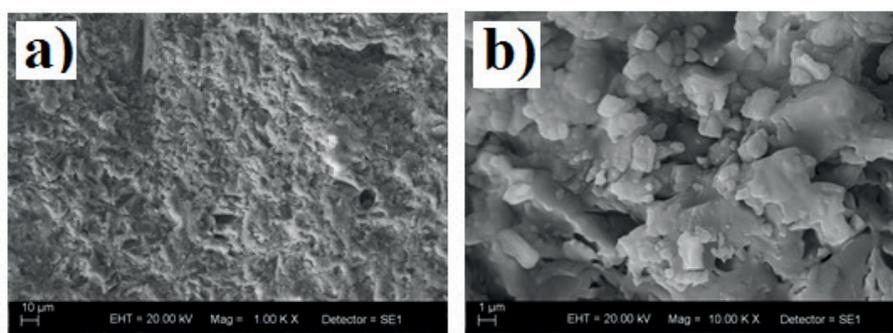


Figura 4. MEV da superfície cerâmica comercial; (a) ampliação de 1.000 x; (b) ampliação de 10.000 x

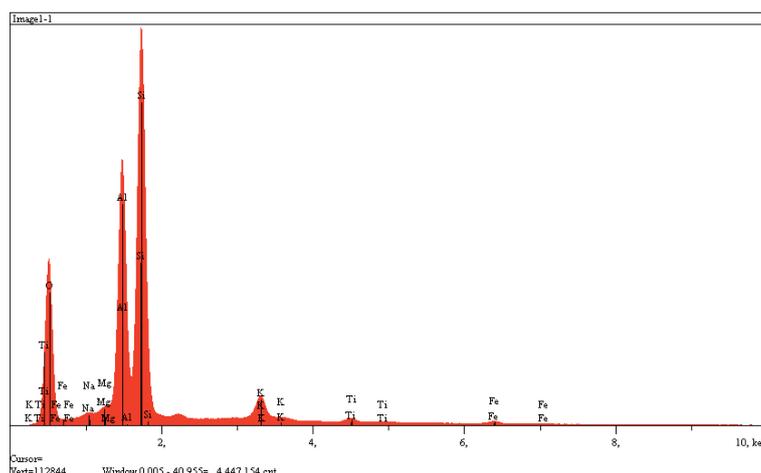


Figura 5. Quantificação proporcional (massa/massa) Si/Ti na superfície da cerâmica externa (RX-microanálise por EDS)

Vários estudos sobre TiO₂ apoiados em superfície cerâmica relatam sua atividade fotocatalítica. No entanto, não há consenso quanto à quantidade de TiO₂ ativo exigido na superfície cerâmica. Vulić et al (VULIC; RUDIC; RANOGAJEC, 2013) relatam 1

a 2% em massa de Anatase a degradação fotocatalítica de Rhodamina B; por outro lado 19% de massa na superfície cerâmica ativa informam Sannino et al (SANNINO et al., 2013) à remoção de NO_x do ar interior.

Apesar da grande variação da quantidade de TiO_2 na superfície cerâmica demonstrada na literatura, a degradação do benzeno utilizando a telha cerâmica ativa comercial avaliada neste trabalho foi impedida devido à ausência de TiO_2 em concentração mínima, como resultados descritos.

A principal diferença observada entre as pesquisas da literatura e a cerâmica comercial ativa avaliada é que todos os pesquisadores aplicaram o revestimento de TiO_2 na superfície cerâmica, sendo sua presença necessária para produzir o fenômeno fotocatalítico.

Embora as características mecânicas sejam descritas, não há nenhum relatório disponível que confirme a composição química de superfície das telhas cerâmicas comerciais avaliadas (CREPALDI et al., 2017).

4 | CONCLUSÕES

A avaliação de telhas cerâmicas ativas comerciais na degradação do benzeno para o controle de poluição atmosférica interna dos edifícios foi executada. Os resultados demonstraram que não ocorre fotodegradação do benzeno, sendo atribuída à falha no revestimento ativo de TiO_2 .

As cerâmicas comerciais avaliadas contêm 0,685% de peso de TiO_2 , o que não mostrou suficiente para promover o processo de degradação fotocatalítica do benzeno. Este comportamento lançou dúvidas sobre o seu desempenho no controle da poluição atmosférica em edifícios que já utilizam esta cerâmica. Assim, é imperativo o desenvolvimento de certificações e/ou rotina analítica específica para garantir a eficiência ambiental do produto final, além da qualidade mecânica usualmente padronizada.

REFERÊNCIAS

ALIJANI, M.; KALEJI, B. K.; REZAEI, S. **Improved visible light photocatalytic activity of TiO_2 nano powders with metal ions doping for glazed ceramic tiles.** Optical and Quantum Electronics, v. 49, n. 6, p. 225, 25 jun. 2017.

BIANCHI, C. L. et al. **Micro- TiO_2 as a starting material for new photocatalytic tiles.** Cement and Concrete Composites, v. 36, p. 116–120, fev. 2013.

BRUNO, P. et al. **Monitoring of volatile organic compounds in non-residential indoor environments.** Indoor Air, v. 18, n. 3, p. 250–256, jun. 2008.

CHENG, L.; KANG, Y.; LI, G. **Effect Factors of Benzene Adsorption and Degradation by Nano- TiO_2 Immobilized on Diatomite.** Journal of Nanomaterials, v. 2012, p. 1–6, 2012.

CREPALDI, R. et al. **Assessment of Commercial Active Ceramic Tiles on Benzene Degradation for the Pollution Control of Indoor Atmospheric Buildings**. Journal of Sustainable Development, v. 10, n. 5, p. 257, 29 set. 2017.

DIAMANTI, M. V. et al. **Nanoscale Investigation of Photoinduced Hydrophilicity Variations in Anatase and Rutile Nanopowders**. Langmuir, v. 29, n. 47, p. 14512–14518, 26 nov. 2013.

EPA. **Residential air cleaners, second edition., A summary of available information**. United States Environmental Protection Agency, 2009.

FUJISHIMA, A.; HONDA, K. **Electrochemical Photolysis of Water at a Semiconductor Electrode**. Nature, v. 238, n. 5358, p. 37–38, jul. 1972.

HASHIMOTO, K.; IRIE, H.; FUJISHIMA, A. **TiO₂ Photocatalysis: A Historical Overview and Future Prospects**. Japanese Journal of Applied Physics, v. 44, n. 12, p. 8269–8285, 8 dez. 2005.

HODGSON, A. T. et al. **Performance of ultraviolet photocatalytic oxidation for indoor air cleaning applications**. Indoor Air, v. 17, n. 4, p. 305–316, ago. 2007.

HUANG, Y. et al. **Removal of Indoor Volatile Organic Compounds via Photocatalytic Oxidation: A Short Review and Prospect**. Molecules, v. 21, n. 1, p. 56, 4 jan. 2016.

LAFUENTE, B. et al. **The power of databases: the RRUFF project**. Highlights in Mineralogical Crystallography, p. 1–30, 2015.

LAUFS, S. et al. **Conversion of nitrogen oxides on commercial photocatalytic dispersion paints**. Atmospheric Environment, v. 44, n. 19, p. 2341–2349, jun. 2010.

PETRICK, K. et al. **Character and Amount of I-S Mixed-layer Minerals and Physicalchemical Parameters of Two Ceramic Clays from Westerwald, Germany: Implications for Processing Properties**. Clays and Clay Minerals, v. 59, n. 1, p. 58–74, 1 fev. 2011.

SANNINO, D. et al. **Smart tiles for the preservation of indoor air quality**. Chemical Engineering Transactions, v. 32, p. 355–360, 2013.

SCHIRMER, W. N. et al. **A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 16, n. 8, p. 3583–3590, ago. 2011.

VAN DER ZEE, S. C.; FISCHER, P. H.; HOEK, G. **Air pollution in perspective: Health risks of air pollution expressed in equivalent numbers of passively smoked cigarettes**. Environmental Research, v. 148, p. 475–483, jul. 2016.

VAS, G.; VÉKEY, K. **Solid-phase microextraction: a powerful sample preparation tool prior to mass spectrometric analysis**. Journal of Mass Spectrometry, v. 39, n. 3, p. 233–254, mar. 2004.

VULIC, T.; RUDIC, O.; RANOGAJEC, J. **Characterization of photocatalytically active coatings based on TiO₂/Zn-Al layered double hydroxide on ceramic tiles**. Acta periodica technologica, n. 44, p. 181–190, 2013.

ZHANG, J. (JENSEN) S.; WANG, Z. **Air Cleaning Technologies for Indoor Air Quality (ACT-IAQ): Growing Fresh and Clean Air NYSERDA's Promise to New Yorkers: New Yorkers can count on NYSERDA for**. New York State Energy Research and development authority (NYSERDA), n. 11–10, p. 1–78, 2010.

PERFIL DE SUSTENTABILIDADE DA PRODUÇÃO APÍCOLA NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA DO PARÁ

Antonio Sérgio Silva de Carvalho

Universidade do Estado do Pará - UEPA,
Departamento de Ciências Naturais, Belém - Pará

Alexandro Melo de Sousa

Universidade do Estado do Pará - UEPA,
Paragominas - Pará

RESUMO: As novas demandas do consumidor e da sociedade moderna são legítimas e precisam ser respondidas com produtos mais saudáveis, mais acessíveis e mais ecológicos, transformando as escolhas de ingredientes, marketing e embalagens em difusores da sustentabilidade e de hábitos alimentares saudáveis. A criação de abelhas de forma racional e sustentável tem ganhado destaque nesse cenário de busca por soluções positivas para a produção de alimentos com qualidade. Este trabalho objetivou conhecer os aspectos de sustentabilidade na produção de mel no Município de Santa Maria do Pará, por meio de entrevistas com apicultores, líderes de associações e visitas programadas a propriedades de produção apícola da região. Através de análises positivas, o município de Santa Maria do Pará tem buscado crescer na atividade apícola por meio de agricultores que apresentam a apicultura sustentável como um complemento de renda familiar significativo. Para potencializar essa atividade no município,

alguns desafios tiveram que ser superados por meio de treinamentos profissionalizantes, com intuito de maximizar a produção e busca por melhorias na qualidade do produto através de práticas sustentáveis, dentre elas a recomposição de áreas degradadas por meio do plantio de espécies florestais em suas propriedades. Assim como qualquer atividade da agropecuária, o setor apícola sempre passará por dificuldades e superações, porém os apicultores de Santa Maria do Pará demonstraram muita disposição para desenvolver a apicultura de modo sustentável, em suas propriedades, e gerar produtos de qualidade com respeito ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia; Sustentabilidade; Apicultura.

SUSTAINABILITY PROFILE OF BEEKEEPING PRODUCTION IN THE CITY OF SANTA MARIA DO PARÁ

ABSTRACT: The new demands of the consumer and modern society are legitimate and need to be met with healthier, more affordable and greener products, turning ingredient choices, marketing and packaging into sustainability diffusers and healthy eating habits. The rational and sustainable breeding of bees has gained prominence in this scenario of search for positive solutions for the production of quality food. This

work aimed to know the aspects of sustainability in honey production in Santa Maria do Pará, through interviews with beekeepers, association leaders and scheduled visits to beekeeping production properties in the region. Through positive analyzes, the municipality of Santa Maria do Pará has sought to grow its beekeeping activity through farmers who present sustainable beekeeping as a significant household income supplement. In order to enhance this activity in the municipality, some challenges had to be overcome through professional training, in order to maximize production and search for improvements in product quality through sustainable practices, including the recomposition of degraded areas through the planting of forest species on their properties. As with any farming activity, the beekeeping sector will always face difficulties and overcoming, but the beekeepers of Santa Maria do Pará have shown great willingness to develop beekeeping in their properties, and generate quality products with respect for the environment. .

KEYWORDS: Amazon; Sustainability; Beekeeping.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos no Brasil e no mundo vem demonstrando claros esforços para tornar-se mais sustentável. O setor tem se engajado nos debates internacionais sobre desenvolvimento sustentável e se empenhado para desenhar e adotar melhores práticas. As projeções de crescimento populacional e de aumento no padrão de consumo de alimentos, sobretudo nos países em desenvolvimento, têm elevado ainda mais a importância das melhores práticas sociais e ambientais na produção de comida e bebida para todos (ABIA, 2012).

Diante desse cenário, a apicultura destaca-se como uma atividade de fundamentos visivelmente ecológicos e lucrativos, que pode ser aplicada em todo espaço geográfico de clima favorável, com solo e vegetação adequados, como uma atividade de grande importância econômica e sustentável (SANTOS, 2009). Ela constitui uma atividade vantajosa para qualquer estabelecimento rural, adequando-se a diversos sistemas de produção integrada e pouco interferindo na ocupação de área das outras atividades. Não impõe rigidez no momento de execução de suas atividades e se ajusta às outras tarefas da propriedade. A ação polinizadora das abelhas aumenta a produtividade dos pomares e das lavouras, além de produzir própolis, cera, geleia-real, pólen e mel, excelentes alimentos para o consumo da família e para a industrialização e venda externa (WOLFF, 2007).

Dentro do sistema de diversificação do uso da terra na Amazônia, a apicultura se apresenta com ótimo potencial para exploração sustentável, onde a região Norte do país está despertando para sua importância, seja ela como complementação de renda ou como atividade geradora de renda fixa. Porém, o segmento apícola dessa Região ainda não se tornou expressivo no âmbito nacional, pois apresenta alguns problemas de nível organizacional, tecnológico e mercadológico (SILVA et al., 2006), constituindo

uma atividade recente e caracterizada pela produção como atividade secundária, por meio de pequenos apiários fixos, baixo manejo dos enxames, desconhecimento da flora apícola, falta de controle de qualidade do produto e apresentando movimentos de cunho associativista em expansão (BOTH et al., 2009).

Como a apicultura consiste em uma atividade com características conservadoras das espécies, que além de não destruir a natureza, está entre as poucas atividades agropecuárias que possui os requisitos econômicos, sociais e ecológicos do chamado tripé da sustentabilidade (GUIMARÃES, 1989). Diante disso, faz-se necessário estudar, incentivar e aproveitar a atividade como uma excelente alternativa para um cenário positivo de desenvolvimento sustentável junto ao trabalhador rural da região Norte do país.

Sobre esse viés, o presente trabalho buscou conhecer a sustentabilidade na produção de mel do município de Santa Maria do Pará, objetivando evidenciar os aspectos positivos para fins ecológicos e de produção, junto à agricultura familiar do município.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A cidade de Santa Maria do Pará pertence à mesorregião Nordeste paraense e à microrregião Bragantina, sua base territorial é de 457.723 km² e tem uma população estimada em 24.186 habitantes. O município apresenta clima quente e úmido, com sua atividade econômica mais evidente mesclada entre agricultura e pecuária. Na agricultura, a lavoura permanente destaca-se com a plantação de coco-da-baia, dendê e pimenta-do-reino, enquanto na lavoura temporária, as produções de mandioca, feijão, milho e melancia são predominantes (IBGE, 2018).

2.2 Caracterização da amostra

Para a obtenção de dados sobre a apicultura sustentável, no município de Santa Maria do Pará, foram realizadas visitas de campo nos terrenos apícolas de 26 produtores de mel, sendo que a maioria deles fazia parte da Associação de Produtores Rurais e Apicultores do Município de Santa Maria do Pará - APRAMAP. Os dados foram registrados por meio de questionário contendo perguntas realizadas em entrevistas não diretivas, com duração de aproximadamente 30 minutos para cada apicultor. O questionário aplicado continha perguntas de caráter quanti-qualitativo, com a finalidade de conhecer o panorama da apicultura familiar desenvolvido na região, bem como compreender as mudanças ocorridas na atividade após a implementação de uma política de incentivos local.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os membros da Associação de Produtores Rurais e Apicultores do Município de Santa Maria do Pará – APRAMAP, o sucesso da atividade apícola consiste em não somente investir na aquisição de um bom enxame, mas também em apostar na capacitação obtida através de cursos específicos de formação e treinamentos, os quais requerem dedicação e tempo de estudo para o apicultor. Por esse motivo, todos os filiados à referida associação foram capacitados para a atividade apícola junto ao SEBRAE e reconhecem a importância dessa formação para o melhoramento da qualidade do produto e aumento de sua produtividade.

Por esse viés, a atividade apícola do município de Santa Maria do Pará produziu 127,5 mil quilos de mel entre os anos de 2011 e 2015, ocupando a terceira posição entre os municípios paraenses que mais se destacaram nesse setor (FAPESPA, 2017).

O perfil dos apicultores da APRAMAP demonstrou que 79,5 % dos associados, apontaram a apicultura como uma atividade que está integrada a renda familiar e que tem gerado resultados satisfatórios em seus apiários, não somente devido ao retorno financeiro, mas também por se tratar de uma ação que contribui fortemente para a preservação do meio ambiente, e que constitui um chamado à conscientização ecológica através de um trabalho inovador e sustentável. De forma similar, Alcoforado Filho (1997) aponta a apicultura como uma atividade de perfil econômico que reflete na conservação das espécies, por ter um impacto ambiental considerado baixo, permitindo assim o uso dos recursos naturais permanentes e a defesa do meio ambiente, tal como apontado pelos produtores de mel em Santa Maria do Pará.

Os apicultores foram categóricos ao afirmarem que a apicultura é uma atividade indispensável para um sistema de agricultura familiar de base econômica e ecológica, tal afirmação é justificada por 54% deles, quando relataram o setor apícola como um importante meio de gerar renda familiar no campo. Outros (34,5%) afirmaram que a criação de abelhas é uma grande aliada da natureza, ao possibilitar a proteção ao meio ambiente e aos recursos naturais presentes, o que segundo Paula (2009), constitui o primeiro passo para promover a conscientização ambiental da população, frente aos desafios encontrados. 11,5% dos entrevistados definiram a apicultura como uma alternativa que faz o agricultor se sentir mais seguro, baseados em um entendimento no qual “a biodiversidade do planeta pode retribuir ao homem do campo, quando ele compreender que não se isenta do ato de cuidar do ecossistema ao qual ele mesmo está inserido”.

Para a maioria dos apicultores (85%) a atividade apícola do Município oferece mais vantagens com relação a outras criações, tais como: aves, porcos e peixes. Dentre eles, a maioria relatou que o investimento para começar no ramo da apicultura é relativamente baixo e de rápido retorno. Outros afirmaram ainda ser um negócio inteiramente sustentável e que além de oferecer um mel de boa qualidade, proporciona

mais de um produto diretamente produzido na colmeia, como o pólen, a própolis, a geleia real e a cera (Figura 1). A desvantagem da atividade apícola, apresentada por 15% dos entrevistados, foi referida ao pouco lucro obtido pelo fato do consumo de mel ainda ser baixo entre a população local e adjacente.

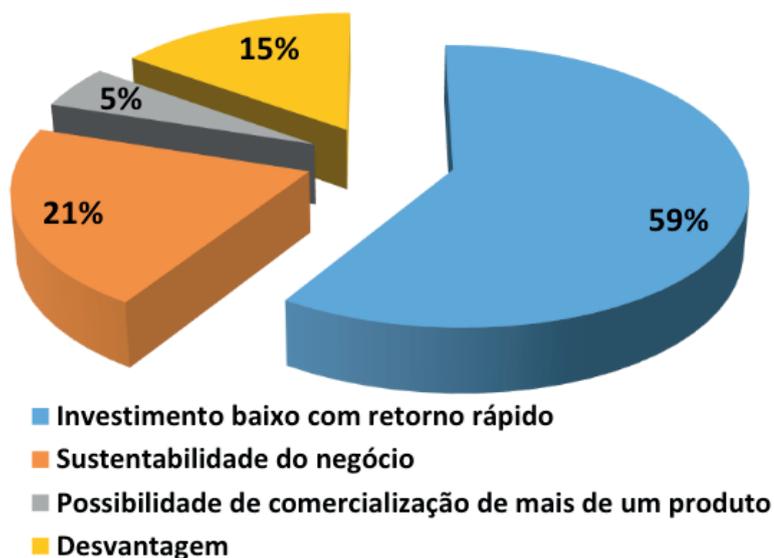


Figura 1 – Vantagens e desvantagens da apicultura, citadas pelos produtores de Santa Maria do Pará.

A desvantagem econômica, apontadas por parte dos apicultores, pode estar associada ao reflexo da logística de escoamento dos produtos apícolas no Pará, o qual ainda enfrenta obstáculos a serem superados para que se atinja um maior crescimento dessa atividade no Estado. De acordo com a APRAMAP, os apicultores do Município não possuem o selo do Sistema de Inspeção Federal (SIF) para exportar o seu produto, portanto, só comercializam o mel produzido na associação através do selo do Sistema de Inspeção Municipal (SIM), limitando a comercialização de mel ao mercado regional. Para que este objetivo seja alcançado, Silva (2010) descreve a necessidade de estratégias conjuntas entre as instituições públicas e privadas que atuam nesse segmento, de forma a prover infraestruturas e condições operacionais que possibilite produzir mel em grandes quantidades, com qualidade e dentro dos padrões técnicos recomendados pelas entidades reguladoras.

Santa Maria do Pará tem aproximadamente 754,9 hectares de terras, banhadas por rios e igarapés, pertencentes aos apicultores do município, com cerca de 750 colmeias produtivas, distribuídas em 40 apiários. No entanto, apenas 89,7 hectares são destinados à criação de abelhas, segundo informações dos próprios apicultores. Porém, a área de abrangência das abelhas tende a ser bem maior do que os espaços relatados, visto que as abelhas podem percorrer distâncias maiores que a prevista em uma determinada área de apiário.

Esses apicultores, além de criarem abelhas, estão fazendo o manejo florestal em seus terrenos, visto como “uma experiência inovadora e nunca imaginada” por

eles. Antes de se tornarem apicultores associados, as práticas de desmatamento para o plantio de monoculturas eram constantes. Hoje 84,5% deles plantam diversas espécies de árvores em suas terras, pois acreditam que “o lucro será bem maior para aqueles que contribuírem mais com natureza”. As principais espécies vegetais plantadas pelos apicultores estão descritas na Figura 2.

Entre as espécies plantadas, a mais citada foi a *Acacia mangium* (acácia), com 45% da preferência entre os apicultores. Trata-se de uma leguminosa que vem despertando a atenção pela rusticidade, rapidez de crescimento e, principalmente, por se tratar de uma espécie nitrificadora (VEIGA et al., 2000), que destaca-se em programas de recuperação de áreas degradadas e representa uma alternativa para a silvicultura brasileiras (BALIEIRO et al., 2004). Segundo os apicultores da APRAMAP, a acácia tem se adaptado muito bem ao clima quente e úmido do município de Santa Maria do Pará, gerando espécimes viçosos que promovem grande oferta de alimentos e tornam a produção de mel mais homogênea durante todos os meses do ano.

O pasto apícola de boa qualidade é uma preocupação para o apicultor que deseja crescer no ramo. Por isso, conhecer a espécie que será plantada dentro da área de apiário é fundamental para o melhoramento do pasto. Neste sentido, Silva (2008) destaca que a exploração melífera em povoamentos de *A. mangium* é muito lucrativa, por se tratar de uma espécie florestal de rápido crescimento e que constitui uma excelente fonte de alimento para as abelhas, além de permitir aos apicultores reduzirem os custos de produção, por evitar a apicultura itinerante ou migratória, e por não haver necessidade de alimentar as abelhas na época seca do ano, pois a espécie apresenta um período de floração intensa entre os meses de fevereiro a novembro, o que favorece a quase todo o ciclo de produção apícola.

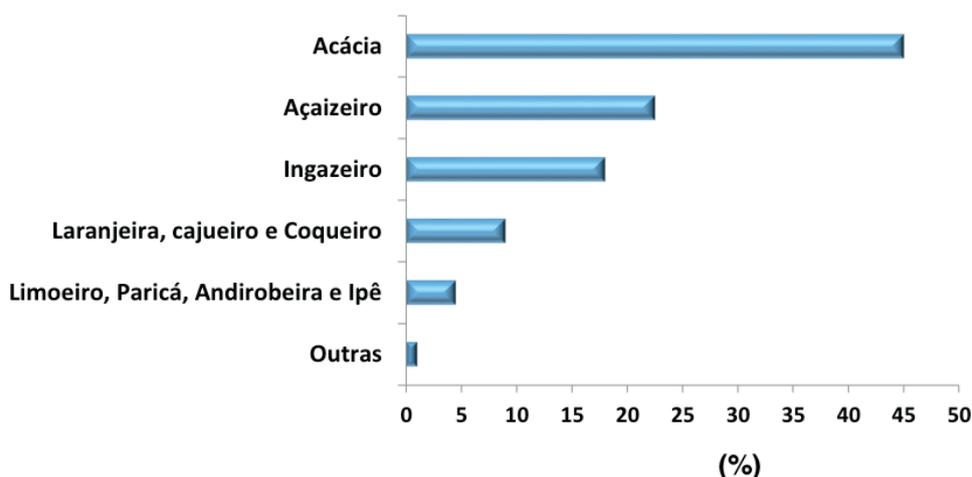


Figura 2 – Principais espécies vegetais utilizadas para fins de reflorestamento de propriedades apícolas, em Santa Maria do Pará.

Desta forma, nos últimos dez anos, diversas áreas desmatadas em Santa Maria do Pará foram replantadas por muitos produtores rurais, com destaque para os apicultores, os quais têm indicado uma forte preocupação com a sustentabilidade do

meio ambiente. Para esses produtores, o fato de estarem realizando plantio em suas propriedades, que anteriormente eram frequentemente desmatadas, demonstra que apicultura representa uma atividade potencialmente capaz de promover mudanças de pensamentos e contribuir com a efetivação de ações sustentáveis no Município, o que além de trazer muitos benefícios de caráter ecológico, tende a melhorar significativamente a qualidade de vida na região.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os apicultores do município de Santa Maria do Pará vêm adquirindo, nos últimos anos, um comportamento ambiental bastante positivo em relação ao passado de degradação e desmatamento de suas propriedades rurais. Esse fato se tornou possível devido aos cursos de capacitação que foram proporcionados, com o provimento de conhecimentos técnicos e sustentáveis da criação racional de abelhas como um fator determinante para a mudança associada à agricultura familiar. A ideia de crescer sem destruir a biodiversidade trouxe benefícios ambientais, sociais e econômicos para os criadores de abelhas do Município, fortalecendo assim o sucesso comprovado de uma atividade que tem ganhado grande destaque no cenário regional e nacional, ao prover um alimento mais saudável, acessível e ecológico.

REFERÊNCIAS

- ABIA. **Sustentabilidade na indústria da alimentação: uma visão de futuro para a Rio+20**. Confederação Nacional da Indústria. Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. – Brasília: CNI, 40 p. 2012.
- ALCOFORADO FILHO, F. G. Flora da Caatinga: Conservação por Meio da Apicultura. In: Congresso Nacional de Botânica, 1997, Crato. **Anais...** Fortaleza: BNB, V. 1, p. 362-370. 1997.
- BALIEIRO, F. C.; DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 59-65, 2004.
- BOTH, J. P. C. L.; KATO, O. R.; OLIVEIRA, T. F. Perfil socioeconômico e tecnológico da apicultura no município de Capitão Poço, estado do Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, Belém, v. 5, n. 9. p. 199 – 213. 2009.
- FAPESPA. Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas. **Anuário Estatístico do Pará” – 2017**. 2017. Disponível em: <<http://www.fapespa.pa.gov.br>>
- GUIMARAES, N. P. **Apicultura, a ciência da longa vida**. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia Ltda, 156p. 1989.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo de 2017**. 2017. Disponível em < <http://www.ibge.gov.br/>> *Acessado em* 10 de maio de 2018.
- PAULA, R. V. & RAFFO, J. G. G. Sistema de informações geográficas destinado ao planejamento rural da atividade apícola no Assentamento de Padre Joismo Tavares - PA. **Anais...** São Paulo: FFLCH/ USP. 2009.

SANTOS, C. S. **Diagnóstico da Flora Apícola para a Sustentabilidade de Apicultura no Estado do Sergipe**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - Sergipe, 129 p. 2009.

SILVA, E. A. **Apicultura sustentável: produção e comercialização de mel no sertão sergipano**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, 153 p. 2010.

SILVA, F. B. Reflorestamento de acácia: nova fonte de renda para o produtor florestal. **Revista da Madeira**. 2008. Edição N°117. Disponível em: <<http://www.remade.com.br>>

SILVA, G. F.; VENTURIERI, G. C.; SILVA, E. S. A. Meliponicultura como alternativa de desenvolvimento sustentável: gestão financeira em estabelecimentos familiares no município de Igarapé-Açu, PA. In: Congressos, Seminários e Encontros Brasileiros de Apicultura. **Anais...** 4. Ed. 2006. Aracaju. 2006.

VEIGA, R. A. A.; CARVAIHO, C. M.; BRASIL, M. A. M. Determinação de equações de volume para árvores de *Acacia mangium*. **Cerne**, v.6, p.103-107, 2000.

WOLFF, L. F. Alimentação de Enxames em Apicultura Sustentável. **Circular Técnica – EMBRAPA**. Pelotas, RS, 14p. 2007.

PRODUÇÃO DE PUFF COM GARRAFA PET

Pâmela Cabbia de Oliveira
Walter Yukio Ida

RESUMO: O presente artigo tem como finalidade relatar o desenvolvimento e aplicação do projeto de construção de puff com garrafas PET, realizado no componente Representação Técnica do Mobiliário I (2º Módulo) do curso de Design de Interiores da ETEC Vasco Antonio Venchiarutti, que objetivou explorar a criatividade dos alunos na construção de um protótipo de móvel a partir de material reciclável, favorecendo a conscientização a respeito da sustentabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Criatividade, Protótipo

INTRODUÇÃO

A discussão a respeito do destino que deve ser dado ao lixo reciclável ainda é grande e diversa. É notório que empresas de diversos ramos têm trabalhado para reciclar materiais como latas e garrafas, mas o descarte na natureza ainda é muito grande e fruto de preocupação de diversos setores, entre eles o da Arquitetura e Urbanismo, tendo em vista estes profissionais terem como um de seus objetos de estudo a organização do homem no

espaço, principalmente o urbano.

Nesse sentido, o profissional de Design, que atua para viabilizar técnica e economicamente projetos que dão conta não somente da questão ambiental, mas também social, pode apontar propostas de soluções inovadoras e sustentáveis que agregam valor ao material descartado. Essas soluções tornam possível o lançamento de novos produtos com aceitação pelo mercado.

Levando em consideração esses fatores, consideramos de fundamental importância conscientizar e preparar nossos alunos tanto para a questão ambiental e sustentável, quanto para atender os requisitos do componente curricular, Representação Técnica do Mobiliário I, que visa analisar os fatores que condicionam um projeto arquitetônico e as etapas fundamentais em que ele se desenvolve.

OBJETIVO

O projeto teve como objetivo explorar a criatividade dos alunos, propondo o uso de material sustentável que os leve a produzir um protótipo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto teve início com a proposta aos

alunos para que projetassem e construíssem um protótipo de um puff para a biblioteca da escola. O trabalho seria realizado em duplas e a única exigência era a de que a base deste puff fosse feita com garrafas PET, sem obviamente esquecerem-se dos fatores ergonômico e estético.

A partir do entendimento da proposta, os alunos elaboraram esboços do protótipo e na sequência desenvolveram as plantas com elevações, cortes e perspectivas de seu projeto. Nesta etapa, os materiais utilizados foram as folhas próprias para desenho (sulfite padrão A3), lápis, esquadros.

Em seguida, foram orientados a realizar pesquisa bibliográfica a respeito da resistência do material que utilizariam como base para o projeto: a garrafa PET. Entende-se por pesquisa bibliográfica a revisão da literatura sobre as principais teorias que norteiam o tema em questão, e pode ser realizada em livros, periódicos, artigo de jornais, sites da Internet entre outras fontes. Conforme esclarece Boccato (2006, p. 266)

a pesquisa bibliográfica busca a resolução de um problema (hipótese) por meio de referenciais teóricos publicados, analisando e discutindo as várias contribuições científicas. Esse tipo de pesquisa trará subsídios para o conhecimento sobre o que foi pesquisado, como e sob que enfoque e/ou perspectivas foi tratado o assunto apresentado na literatura científica.

Esta etapa foi importante porque os alunos tiveram contato com uma realidade nova: a pesquisa de materiais alternativos e a busca de estratégias para garantir a segurança e a ergonomia do produto final. Sob orientação, os alunos buscaram requisitos importantes que o projeto deveria atender neste momento:

- soluções para base e assento, considerando o formato das garrafas
- soluções para aumentar a resistência do produto final, bem como identificar a capacidade máxima que o produto pode suportar (o peso de uma pessoa adulta
- 60 Kg), considerando a resistência das garrafas. Nesta etapa, os alunos elencaram diversas possibilidades de metodologia para aplicação dos materiais, escolhendo aquelas que mais lhes pareceram viáveis, conforme descritos a seguir:
- materiais possíveis para revestimento externo do conjunto de garrafas, tais como: papelão, fita adesiva de alta aderência, arame, etc
- materiais possíveis para garantir a estrutura, o conforto e a estética do produto, tais como: madeira, espuma e tecidos.
- materiais possíveis para garantir a resistência das garrafas, tais como: areia, pedra e a própria garrafa PET.

De posse de todas essas informações, os alunos partiram para a terceira e última etapa do projeto que foi a de transposição do desenho em produto de fato. Neste

momento, os alunos reuniram todo material que foi fruto de sua pesquisa, trouxeram para o Laboratório de Design de Interiores (laboratório de práticas) e deram início à construção de seus protótipos, sempre orientados e com seus projetos em mãos.

Os alunos construíram um protótipo a partir de seus projetos, compreendendo as proporções, os desafios da viabilidade e aplicabilidade dos materiais escolhidos, entre outros, o que configurou-se de fundamental importância, tendo em vista serem capazes de ter contato com a materialidade de seus estudos teóricos e projetos abstratos, o que está de acordo com a afirmação de Hengemühle, 2014, em seu livro *Desafios Educacionais na Formação de Empreendedores: as instituições educacionais e os educadores precisam desenvolver suas ações a partir de projetos educacionais de planejamento, levando à prática*.

Para colocar em prática o projeto, nesta etapa em específico, os materiais utilizados foram: garrafas PET, areia, pedra, arame, fita adesiva de alta aderência, madeira, espuma, tecido, linha, entre outros materiais de acabamento estéticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

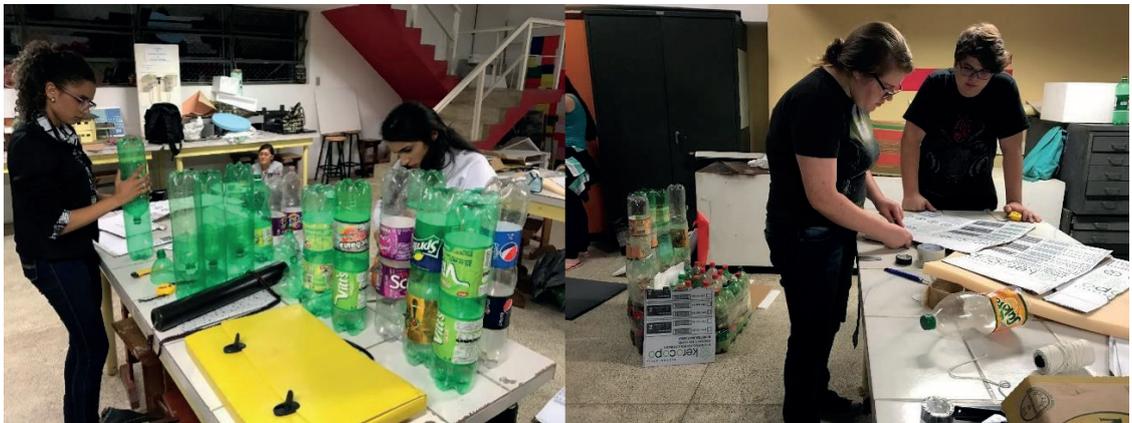
Como resultado, procurou-se enfatizar o conceito de sustentabilidade, reciclando garrafas PET's, observando que é possível produzir a partir deste produto já descartado no ambiente um móvel confortável para uso das pessoas.

Objetivou-se incentivar os alunos, que têm por objetivo cativar e realizar “sonhos” de seus clientes, aproveitando o conceito de sustentabilidade – que é usado para definir ações e atividade humanas visando suprir as necessidades atuais, sem comprometer as próximas gerações – e incentivar a atitude pessoal e empreendedora voltada para a reciclagem, pois além desta ação gerar renda possibilita a diminuição do descarte deste material e de outros na natureza

A proposta foi de utilizar as aulas para seu desenvolvimento e execução (período de 09/03/2017 á 27/04/2017), pois sabemos da dificuldade de locomoção dos alunos e dos materiais a serem utilizados, já que temos um laboratório de práticas a nosso dispor. A aula do dia 09/03 foi teórica e foram abordados exemplos de como fazer e montar, além de como apresentar e o cronograma de entregas, que foi dividido em duas etapas. A primeira etapa foi destinada para elaboração do Projeto (pesquisa de materiais e de estruturação, desenho de plantas, cortes, elevações e perspectiva isométrica do produto a ser desenvolvido) e a segunda pelo Protótipo (maquete em escala real), na qual utilizamos 4 aulas nos pranchetários para desenvolvimento do projeto e 4 aulas no laboratório de Design, onde os alunos discutiram em duplas como seriam construídos, recortaram, colaram, preencheram suas garrafas com areia e pedras, fizeram sua estruturação e aplicaram o acabamento (revestimento) adequado com os materiais pesquisados e discriminados em seus projetos com a proposta de que o cliente não reconhecesse as garrafas PET's na estrutura do Puff. A entrega final foi realizada no dia 27/04/2017.



Abaixo registros do desenvolvimento e entrega final dos protótipos realizados:





Fotos: Profº Walter Yukio Ida (Laboratório de Design de Interiores – ETECVAV)

CONCLUSÃO

O exercício proposto acima descrito – Projeto de um Puff sustentável, foi de fato muito apreciado pelos alunos enquanto desenvolviam e executam seu projeto, ficando clara nossa proposta como professores perante aos alunos de que a aplicação do material reciclável tem muitos usos dentro do Design de interiores e que podem sim aplicar estas ideias com seus clientes, seja em uma residência, escola, biblioteca ou até mesmo um comércio, se o objetivo for se enquadrar no conceito de sustentabilidade.

O objetivo maior de propor este projeto foi trazer aos alunos que sustentabilidade é uma forma empreendedora e inteligente de transformar o material reciclável em algo em que os seres humanos possam, de forma econômica e ergonômica, usufruir sem agredir o meio ambiente e garantir o desenvolvimento sustentável e uma boa qualidade de vida para as próximas gerações, sem contar que serão objetos únicos ou de usos únicos nos ambientes instalados.

REFERÊNCIAS

HENGEMÜHLE, Adelar. Desafios educacionais na formação de empreendedores. Porto Alegre: Penso, 2014

PTD do componente Representação Técnica do Mobiliário I

Design para sustentabilidade: móveis com garrafas descartáveis geram renda para cooperativa de catadores de lixo. Júlio Cezar Augusto Paiva – Bernardo Senna e Marcelo Paiva. Disponível em: <http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisa/0124-Design-para-sustentabilidade-moveis-com-garrafas-descartaveis.html> ACESSO EM 10.05.2017 18:29

PASSIVOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE ASSENTAMENTOS RURAIS: O CASO DO ASSENTAMENTO ENGENHO UBÚ, GOIANA – PE

José Fernandes dos Santos Filho

Instituto Centro de Estudo, Tecnologia, Pesquisa e Gestão aos Ambientes Sustentáveis – CETPASS, Recife - PE

Christianne Torres de Paiva

Instituto Federal de Pernambuco – IFPE, Campus Vitória de Santo Antão - PE

José Paulo Feitosa de Oliveira Gonzaga

Instituto Federal de Alagoas – IFAL, Campus Penedo - AL

RESUMO: Os passivos ambientais em áreas de assentamentos rurais são decorrentes não apenas do descumprimento das normas ambientais, mas, principalmente, da ausência de planejamento rural e gestão ambiental aliados a um quadro social de falta de oportunidade e pobreza. Através de uma pesquisa descritiva com abordagem quali-quantitativa empregou-se o método de estudo de caso com o objetivo de identificar e caracterizar os passivos ambientais existentes no Assentamento Engenho Ubú localizado no município de Goiana/PE. O Assentamento possui uma área total de 1.570,9 ha onde estão assentadas 167 famílias. Os diversos passivos ambientais existentes na área estão relacionados ao cultivo da terra sem adoção de práticas de manejo e conservação dos solos, descarte inadequado de resíduos sólidos, desenvolvimento de atividades de

extração mineral, além de desmatamento nas áreas de preservação permanente e inexistência de reserva legal. Esta realidade impede que o Assentamento Engenho Ubú se torne produtivo e competitivo e garanta melhoria na qualidade de vida dos assentados, mesmo estando localizado nas proximidades dos Polos Automotivos e de Hemoderivados do município de Goiana (PE), que possibilita a oferta de espaços para o desenvolvimento de novos arranjos produtivos locais. Desta forma, torna-se urgente a implementação de medidas para eliminação dos passivos ambientais encontrados no Assentamento, tais como readequação da área no que se refere ao aspecto legal, além de uma reorganização de todo o espaço físico com adequada gestão ambiental com a implementação de ações de mitigação e/ou recuperação das áreas degradadas.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão ambiental; Impactos ambientais; Desenvolvimento sustentável.

ENVIRONMENTAL LIABILITIES IN AREAS OF RURAL SETTLEMENTS: THE CASE OF THE ENGENHO UBÚ SETTLEMENT, GOIANA – PE

ABSTRACT: Environmental liabilities in rural settlement areas are due not only to non-compliance with environmental norms, but

mainly to the absence of rural planning and environmental management combined with a social framework of lack of opportunity and poverty. Through a descriptive research with a qualitative and quantitative approach, the case study method was used in order to identify and characterize the existing environmental liabilities in the Engenho Ubú Settlement located in the municipality of Goiana / PE. The settlement has a total area of 1,570.9 ha where 167 families are settled. The various environmental liabilities in the area are related to the cultivation of land without the adoption of soil management and conservation practices, improper disposal of solid waste, development of mineral extraction activities, deforestation in permanent preservation areas and lack of legal reserve. This reality prevents the Engenho Ubú Settlement from becoming productive and competitive and ensuring an improvement in the settlers' quality of life, even though it is located near the Automotive and Hemoderivative Poles of the municipality of Goiana (PE), which makes it possible to offer spaces for the settlement. development of new local productive arrangements. Thus, it is urgent to implement measures to eliminate the environmental liabilities found in the Settlement, such as readjustment of the area with regard to the legal aspect, and a reorganization of the entire physical space with proper environmental management with the implementation of mitigation and / or recovery actions of degraded areas.

KEYWORDS: Environmental management; Environmental impacts; Sustainable development.

1 | INTRODUÇÃO

Os Assentamentos rurais são conjuntos de habitações formando comunidades, povoados, vilas ou cidades, ou se apresentando de maneira dispersa no campo, cujos habitantes são dedicados à produção, transformação ou a serviços relacionados com a produção agrícola e não agrícola nos espaços rurais, mantendo vínculos de vizinhança bem definidos. No Brasil, os assentamentos humanos do meio rural recebem diversas denominações, dentre as quais podem ser citadas: povoados, assentamentos de reforma agrária, vilas rurais, agrovilas, cidades de pequeno porte (menores de 50.000 habitantes), habitações rurais disseminadas no campo que configuram uma comunidade ou outras formas de assentamento (BRASIL, 2006).

Através de ações política, econômica e social da sua população, os assentamentos humanos modificam as paisagens introduzindo povoados, estradas, energia, saneamento, infraestrutura e outras atividades e relações recíprocas que alteram a vida natural preexistente. Porém, não atuam em forma isolada. Elas são influenciadas, internamente pela ação das famílias e grupos de interesse locais e, externamente, pelos intercâmbios comerciais e migrações, assim como pela ação de governos municipais, estadual e federal e por ONG's e empresas com atividades que podem causar impactos antrópicos importantes (BRASIL, 2006).

De acordo com Ximenes (2008), a ação do homem sobre o meio ambiente vem se intensificando de forma insustentável em relação à capacidade de suporte

da terra. Esse processo de degradação despertou na sociedade a necessidade de exercer maiores cuidados e atenção com o meio ambiente, possibilitando a criação de instrumentos técnicos e jurídicos que garantissem proteção aos bens naturais e culturais.

Cunha e Guerra (2012) afirmam que as áreas rurais são bastante afetadas pelos danos ambientais, porque são aquelas de maior abrangência na transformação do ambiente, pois, via de regra consomem grandes extensões de terra para as atividades agropecuárias. Nestas áreas, o erro por não se fazer um diagnóstico nas propriedades em relação aos impactos produzidos pelas diversas atividades humanas desenvolvidas no local ocasiona, com o passar do tempo, o agravamento dos danos ambientais que se acumulam e transformam-se em passivos ambientais. Assim, o passivo ambiental representa os danos causados ao meio ambiente através de algum modo e/ou ação sem a correspondente execução de projetos que visem à restauração ou recuperação ambiental. Nos Assentamentos, o passivo ambiental decorre principalmente da falta de conhecimento acerca da legislação ambiental brasileira e de aspectos técnicos da dinâmica ambiental. Não há respeito aos limites estabelecidos para uso das áreas nas propriedades rurais para que se mantenham em equilíbrio entre as dimensões ambientais e econômicas na exploração agropecuária. Além disso, o desconhecimento sobre planejamento rural e gestão ambiental das áreas utilizadas para os assentamentos rurais, aliado a um quadro social de falta de oportunidade e pobreza agravam o desequilíbrio ambiental. Este cenário pode ser visualizado na região da Zona da Mata pernambucana cujo passado histórico salienta o modelo produtivo do monocultivo da cana-de-açúcar que gerou e continua gerando uma série de implicações sociais e ambientais devido ao uso irracional dos recursos naturais e à ineficiência de investimentos no desenvolvimento humano (MACHADO & SILVA JÚNIOR, 2011).

Vale ressaltar que na Zona da Mata canavieira nordestina, encontra-se uma estrutura sócio ocupacional dividida em três categorias importantes na formação da estrutura socioeconômica: (i) a dos que possuem renda proveniente da atividade de fabricação do açúcar ou advinda, ao mesmo tempo, dessa indústria e da lavoura de cana de açúcar; (ii) a dos que possuem renda proveniente apenas da produção de cana de açúcar; e (iii) a dos que vivem do trabalho assalariado (SILVA, 2009). Contudo, de acordo com a Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM, 2011), tem se verificado na Zona da Mata pernambucana uma diversificação das atividades agrárias e industriais, destacando-se a fruticultura, silvicultura, pecuária de leite e de corte, indústrias de transformação e de comércio varejista e a prestação de serviços, com atenção ao turismo e o ecoturismo. Mas, o monocultivo da cana-de-açúcar ainda é o sistema produtivo que predomina na região e contribui significativamente para a minimização da Mata Atlântica e seus ecossistemas envolvidos, extinção de várias espécies, bem como para a degradação dos solos. Além disso, a falta de tratamento dos resíduos que são liberados pelo processamento da cana, a aplicação indiscriminada de agrotóxicos e a queima dos canaviais para o corte são ainda problemas ambientais graves observados na região.

Outros problemas como poluição dos recursos hídricos por lançamentos de efluentes não tratados de domicílios e indústrias, falta de infraestrutura básica de saneamento e serviços de saúde, educação e urbanos e uma ineficiência na economia da região promovem o desemprego, o baixo nível de renda e um descaso da população em relação às questões ambientais.

Neste contexto, o presente trabalho teve como principal objetivo identificar e caracterizar os passivos ambientais existentes no Assentamento Engenho Ubú localizado no município de Goiana/PE, Zona da Mata de Pernambuco, de modo a gerar dados que subsidiem a elaboração de plano de gestão ambiental adequado às particularidades da área estudada.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

O município de Goiana possui uma população estimada no ano de 2018 com 79.445 habitantes, com área da unidade territorial 445,886 km² (IBGE, 2010).

O Assentamento Engenho Ubú localiza-se na zona rural dos municípios de Goiana, Igarassu, Itapissuma e Itaquitinga, na mesorregião da Mata Atlântica, microrregião da Mata Setentrional (Figura 1). A área de estudo compreende a parte do Assentamento do Engenho Ubú que está localizada no município de Goiana (PE).

O clima da área é tropical chuvoso com verão seco, sendo o período chuvoso iniciando em fevereiro e terminando em outubro, com precipitação média anual de 1.634,2 mm. A vegetação predominante é do tipo Floresta Subperenifólia, com partes de Floresta Subcaducifólia (Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, 2005).

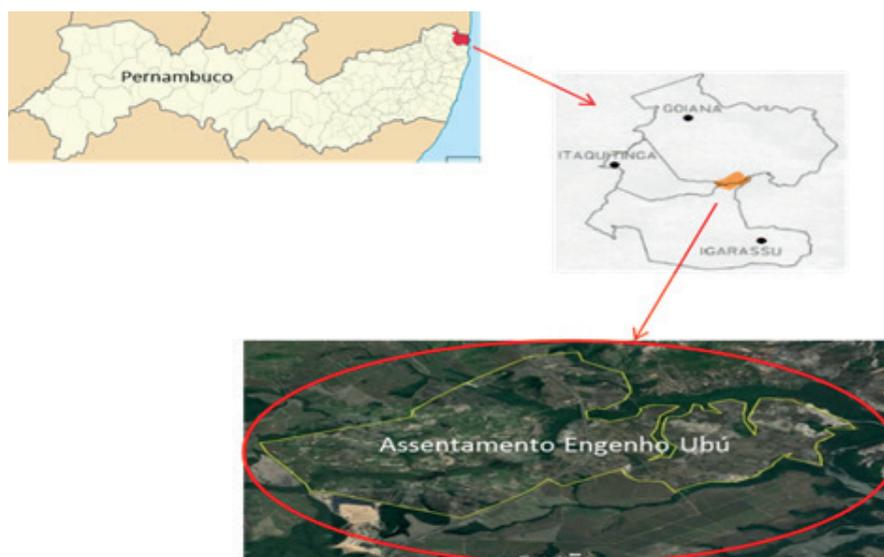


Figura 1: Localização da área de estudo.

Fonte: IBGE, 2017; Google Earth, 2017 (Adaptado).

3 | COLETA DE DADOS

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente trabalho consistiu de uma pesquisa descritiva com abordagem qualiquantitativa no qual foi empregado o método de estudo de caso (YIN, 2001), além de pesquisa bibliográfica e documental.

Os dados relacionados ao levantamento dos passivos ambientais foram obtidos através de trabalho de campo onde se realizou registro fotográfico, entrevistas informais e observações acerca de uso e ocupação do solo, descarte de resíduos sólidos, nível tecnológico dos assentados e situação ambiental das parcelas. Estes itens compuseram um *check list* para verificação em todas as parcelas no período de janeiro a junho de 2017.

Os dados coletados foram analisados e interpretados à luz da literatura e legislação ambiental vigentes.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos legais

O Assentamento Engenho Ubú possui uma área total de 1.570,9 ha. Foi dividido em 168 parcelas, sendo cada uma com área de 7 ha. Possui seis Áreas de Preservação Permanente - APP e na área destinada às parcelas estão assentadas 167 famílias (Incra, 2004). Iniciou suas atividades sem a conclusão do devido processo de licenciamento ambiental. A partir da análise de documentos e de pesquisa na base de dados da Agência Estadual de Meio Ambiente de Pernambuco – CPRH verificou-se que não foi expedida a Licença de Instalação e Licença de Operação (LI e LO) conforme prescreve a Resolução CONAMA nº 387/2006, estando o Assentamento necessitando regularizar-se do ponto de vista legal.

4.2 Aspectos ambientais

A principal atividade econômica realizada no Assentamento Engenho Ubú é a agricultura, com o cultivo principalmente da macaxeira (*Manihot esculenta*), e em menor escala, plantio de coco (*Cocos mucífera* L.), inhame (*Dioscorea cayenensis* Lam.), feijão verde (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e batata doce (*Ipomoea batata* (L.) Lam.). Vale salientar que 56% das parcelas do Assentamento Engenho Ubú possuem área com declividade acentuada. Nestas parcelas, o plantio é feito sem o uso de técnicas adequadas de manejo e conservação do solo e por essa razão em 13% das propriedades o processo de erosão laminar está instalado (Figura 2). Este fato é preocupante uma vez que a erosão é a forma mais prejudicial de degradação do solo, uma vez que além de reduzir a capacidade produtiva do solo para as culturas, pode causar sérios danos ambientais, tais como assoreamento e poluição das fontes de água (Cogo, Levien & Schwarz, 2003). Todos os assentados entrevistados revelaram que desconhecem os benefícios decorrentes da utilização de práticas

conservacionistas que diminuam o escoamento superficial e aumentem a infiltração de água no solo ou que aumentem a capacidade produtiva dos solos cultivados.



Figura 2: Plantio inadequado em áreas com declividade do Assentamento Engenho Ubú (Goiana-PE).

Fonte: Santos Filho, 2017.

Além das formas inadequadas de plantio adotadas pelos assentados, também são utilizadas práticas de manejo e preparo do solo que acarretam prejuízos ambientais. Quando questionados acerca das práticas adotadas para preparo do solo, os agricultores do Assentamento Engenho Ubú, afirmaram que não realizam a queimada, mas utilizam herbicidas para controle de ervas daninhas sem orientação técnica e cerca de 28% dos assentados utilizam máquinas para o preparo do solo sem os devidos cuidados com a compactação. Outra questão relacionada ao uso do solo na área do Assentamento Engenho Ubú que agrava o processo de degradação dos solos é o emprego do sistema de irrigação por aspersão sem conhecimento técnico adequado, especialmente em áreas com declividade acima de 30%.

De acordo com o estudo do IPA (2008), as utilizações intensivas desses ambientes, deve considerar as diversidades e o manejo nas culturas existentes durante o plantio para não resultar na degradação dos solos. Sendo eficiente no controle de erosão é cultivo em curva de nível pratica conservacionista, neste método, cada linha plantio atua como barreira retardando o escoamento das águas pluviais e favorecendo a infiltração. Quando isolado a sua área plantada com um tipo de cultura e seu espaçamento, áreas com até 3 % de declividades, com declividade superior de 3% sua eficiência diminui, sendo necessária associação de outras práticas.

Com relação a passivos decorrentes da destinação inadequada de resíduos sólidos, verificou-se que em algumas parcelas ocorre descarte inadequado de diversos tipos de resíduos sólidos tais como garrafas pet, sacos plásticos, latas, materiais orgânicos e até carrocerias de carros (Figura 3). De acordo com Ceretta, Silva & Rocha (2013), nos últimos anos os hábitos alimentares da população foram alterados devido a grandes transformações econômicas e sociais e o forte apelo mercadológico para estimular o consumo, inclusive em áreas rurais. Assim, têm sido gerados diversos tipos de resíduos nestas áreas que, quando descartados de forma inadequada podem ocasionar sérios problemas ambientais, tais como a contaminação da água, do solo

e até dos alimentos produzidos nessas propriedades, podendo comprometer a saúde das pessoas que residem nesses ambientes.



Figura 3: Descarte inadequado de resíduos sólidos no Assentamento Engenho Ubú (Goiana, PE).

Fonte: Santos Filho, 2017.

Outra importante constatação obtida a partir das entrevistas e observações *in locu*, é que em 15% do total das parcelas no Assentamento Engenho Ubú, ocorre mineração (extração de areia) (Figura 4). A pesquisa realizada não encontrou dados que indicassem que esta atividade esteja em conformidade com as normas ambientais vigentes. Mas, verificou que este fato se constituía num passivo ambiental na época da solicitação da Licença Prévia para o Assentamento, uma vez que há uma notificação do Ministério Público Estadual acerca de dano ambiental na área por extração irregular de areia. Vale salientar que a mineração é uma atividade que causa impacto significativo ao meio ambiente uma vez que implica na supressão de vegetação, exposição do solo aos processos erosivos, alterações na quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, além de causar poluição do ar, dentre outros aspectos negativos (MECHI & SANCHES, 2010). Por isso esse tipo de atividade deve estar em conformidade com a legislação ambiental vigente que impõe medidas que visam minimizar ou compensar os danos ao meio ambiente.



Figura 4: Aspectos da área do Assentamento Engenho Ubú, com extração de areia (Goiana, PE).

Fonte: Santos Filho, 2017.

A fragmentação é, na grande maioria das vezes, um processo antrópico de

ruptura da continuidade das unidades de uma paisagem, resultando em mudanças na composição e diversificação das comunidades que nela habitam. Isto acaba por isolar e reduzir as áreas que são propícias à sobrevivência das populações, causando extinções locais e reduzindo a variabilidade genética das mesmas, conseqüentemente, levando à perda de biodiversidade (RODRIGUES, 2006).

Segundo Mangonaro (2010), as questões mundiais discutidas ao meio ambiente são relativas a coletividade, onde tem de ter sacrifício para manter o meio ambiente equilibrado para o desenvolvimento econômico. Para Zau (1998) as florestas naturais sofreram e vem sofrendo transformações que são de importantes atenções no último século. Nesse contexto, "a Mata Atlântica brasileira, é um dos ecossistemas mais ameaçados do mundo, no momento se apresenta com poucas áreas ainda relativamente, principalmente nas regiões sul e sudeste do Brasil, e com significativo aumento no quadro conhecido como fragmentação florestal".

Rodrigues (2006), afirma que "os fragmentos florestais hoje restantes se encontram em tamanhos, formas e números variados, e assumem fundamental importância para a perenidade do Bioma Atlântico no Brasil". Mesmo que poucos e pequenos, abrigam fauna e flora muito diversos, que são a representação atual de nossa biodiversidade. Salienta que "atualmente é comum falar em recomposição ou recuperação de áreas degradadas, e sua importância é inquestionável.

Vale salientar ainda, que a área do Assentamento Engenho Ubú é cortada pelo Rio Arataca, pertencente à Bacia Hidrográfica do Rio Goiana. Assim, cerca de 41% das parcelas do Assentamento possuem área de preservação permanente (APP) que deveriam estar recoberta pela mata ciliar composta por vegetação nativa, conforme prescreve o Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012). Além disso, cerca de 6% destas áreas possuem nascentes que também não estão preservadas de forma adequada. Além disso, verifica-se a presença abundante da planta aquática aninga (*Montrichardia linifera*), indicando provável processo de eutrofização (Figura 5).



Figura 5: Presença de plantas aquáticas nos mananciais que cortam o Assentamento Engenho Ubú (Goiana, PE).

Fonte: Santos Filho, 2017.

Outra constatação com relação à vegetação na área do Assentamento é que não há área constituída como Reserva Legal. Vale salientar ainda que o Código Florestal (Lei Federal Nº 12.651 de 25 de maio de 2012) estabelece limites para uso da propriedade, devendo-se respeitar a vegetação existente na terra. Estas regras estabeleceram as bases para o Cadastro Ambiental Rural - CAR e para os Programas de Regularização Ambiental - PRAs para proprietários ou posseiros de terras em todos os estados. Deste modo, as propriedades terão que aderir ao novo código florestal e, se adequarem com relação às áreas protegidas, tais como Reserva Legal e APPs (CAR, 2014). Zanetti (2010) destaca que a falta do registro da Reserva Legal é um passivo ambiental representado pelo desacordo da propriedade com a legislação ambiental vigente.

Vale salientar que o Anexo III da Resolução CONAMA nº 387/2006, relativo ao Projeto Básico de Assentamento (PBA), solicita informações acerca do Prognóstico de Impactos Ambientais do Projeto e Medidas Mitigadoras e Compensatórias e no Anexo IV- Relatório Ambiental Simplificado solicita Descrição dos Impactos Sócio-Econômicos e Ambientais e Apresentação de Medidas Mitigadoras para o Assentamento. Mas, verifica-se que a compensação do passivo ambiental dos projetos de assentamento é um dos principais entraves entre o INCRA e os órgãos ambientais responsáveis pelo licenciamento ambiental, especialmente quando o passivo se refere à cobertura florestal das áreas.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento dos assentamentos em suas dimensões agrícola, econômica, social, de distribuição estrutural e de Reserva Legal configura-se como um dos instrumentos mais importantes de gestão ambiental rural. A falta de planejamento pode gerar problemas graves nos assentamentos, tais como falência econômica, desmatamento ilegal, ineficiência produtiva agrícola.

No Assentamento Engenho Ubú, cada lote possui uma área de aproximadamente 7,00 ha. Atualmente, a principal atividade desenvolvida é a agricultura. Embora, existam ações promovidas pela associação representativa dos agricultores do município de Goiana para diversificação de cultivos, as principais culturas plantadas são macaxeira, inhame, batata doce, abacaxi, mamão, coco, limão, manga, sapoti, laranja bahia. No entanto, com o aumento da população no entorno do município de Goiana devido à instalação dos Polos Automotivos e de Hemoderivados, há possibilidade de oferta de espaços para o desenvolvimento de novos arranjos produtivos locais. Assim, o Assentamento Engenho Ubú, necessita tornar-se produtivo e competitivo a fim de garantir melhoria na qualidade de vida dos assentados. Para que isso ocorra, torna-se necessário que sejam adotadas medidas para gestão ambiental das suas áreas. E, isso só será possível se ocorrer uma reorganização de seu território, mitigação e/ou recuperação das áreas que sofreram impactos ambientais promovidos pelos

passivos ambientais gerados ao longo do processo de uso e ocupação da terra, além da regularização do ponto de vista legal.

Nesse sentido, é fundamental que a Associação que representa o Assentamento se organize e trabalhe na coletividade com os associados, para:

- ✓ Buscar melhorias através da definição de políticas públicas instituídas pelos governos municipal, estadual e federal;
- ✓ Realizar um diagnóstico com as famílias de agricultores do Assentamento para identificar as principais necessidades em relação às capacitações, oficinas de campo, relações de gênero, grupo de mulheres, jovens e idosos, sendo planejado de acordo com a necessidade de melhoria dos agricultores e seus familiares;
- ✓ Buscar alternativas para promover a instalação de um Comitê de Gestão do Engenho Ubú, que realize um planejamento de atividades e busque nos órgãos governamentais, alternativas para execução a médio e longo prazo para execução das medidas mitigadoras dos passivos ambientais existentes no Assentamento;
- ✓ Buscar assistência técnica e capacitação dos agricultores em relação às práticas de manejo e conservação do solo, possibilidade de diversificação de cultivos, além da implementação de boas práticas na agricultura e programas de educação ambiental;
- ✓ Buscar capacitação dos moradores locais sobre gerenciamento de resíduos sólidos, coleta seletiva, compostagem. Fortalecer com parceria na Secretaria de Segurança pública do município para minimizar o abandono e queima de carros no local e solicitar dos municípios oficinas, programas de educação ambiental.

REFERÊNCIAS

Ceretta, G. F.; Silva, F. K.; Rocha, A. C. **Gestão Ambiental e a Problemática dos Resíduos Sólidos Domésticos na Área Rural do Município de São João – PR**. Revista Admpg Gestão Estratégica, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p.17-25, 2013.

CONDEPFIDEM - **Agência Estadual de Pesquisa e Planejamento de Pernambuco**, 2011. Disponível em: <http://www.condepefidem.pe.gov.br/>. Acesso em: mai. 2017.

Cogo, N. P.; Levien, R.; Schwarz, R. A. **Perdas de Solo e Água Por Erosão Hídrica Influenciadas por Métodos de Preparo, Classes de declive e Níveis de Fertilidade do Solo**. Rio Grande do Sul. Tes (Mestrado em Agronomia) – FA/UFRGS, 2003.

Cunha, S. B.; Guerra, A. J. T. **Avaliação e Perícia Ambiental**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil Editora, 12. ed., 2012.

Machado, M. R. I. M.; Silva Júnior, J. P. **A mesorregião da mata pernambucana e os impactos socioambientais gerados em função da monocultivo da cana-de-açúcar**, 2011.

Mangonaro, J. C. **Desenvolvimento Sustentável: Considerações Acerca do Desenvolvimento Econômico Versus Passivo Ambiental**. Londrina, 2010. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/>

uel/index.php/direitopub/article/viewFile/7574/6659. Acesso em: mai. 2017.

Mechi, A.; Sanches, D. L. **Impactos Ambientais da Mineração no Estado de São Paulo**. Estudos Avançados, São Paulo, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100016. Acesso em: mai. 2017.

MCC - Ministro Casa Civil. **Presidência da República Subchefia para Assuntos Jurídicos**. Código Florestal Brasileiro, 2012. Disponível em: <http://www.botuvera.sc.gov.br/>. Acesso: abr. 2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Ambiental Rural - CAR**. Programa de Regularização Ambiental, 2014. Disponível em: <http://www.car.gov.br/>. Acesso em: abr. 2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Estabelece Procedimentos para o Licenciamento Ambiental de Projetos de Assentamentos de Reforma Agrária**, Conama, 2006. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res38706.pdf>. Acesso em: abr. 2017.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Referências, Conceituais e Metodológicas para Gestão Ambiental em Áreas Rurais**, 2006. Disponível em: http://www.nuredam.com.br/files/documentos_mec/MMAConceitoseMetodosGestaoAmbientalRural.pdf. Acesso em: mai. 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**, 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: mai. 2017.

INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Plano de Desenvolvimento do Assentamento Ubú**. Convênio Incra/Fardupe, Goiana, 2004.

IPA – Instituto Agronômico de Pernambuco. **Recomendação de adubação para o estado de Pernambuco**: 2a. aproximação, 2008. Recife, Pernambuco, Brasil.

Rodrigues, E. R.; Galvão, F. **Florística e fitossociologia de uma área de reserva legal recuperada por meio de sistema agroflorestal na região do pontal do Paranapanema, São Paulo**. Curitiba, PR, 2006.

Silva, R. R.; Barros, H.O.M.; Souza, P.R. Assentamentos rurais em Pernambuco: Análise de suas relações com o meio ambiente. **Congresso da sociedade brasileira de economia e sociologia rural**, Porto Alegre, 26 a 30 de jul., 2009.

Ximenes, I. F.; Maia, M. J. C.; Lima, C. S. **Estudo de Impacto Ambiental em Área de Assentamento Rural: Uma Avaliação do Passivo Ambiental do Projeto de Assentamento Porto Alonso**. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio branco Acre, 2008. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/117276/files/317.pdf> Acesso em: mai. 2017.

Yin, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Tradução por Daniel Grassi. 2º edição, Artmedm Editora S.A - Bookman, Porto Alegre, RS, 2001.

Zanetti, R. **O passivo ambiental, sua prevenção e importância para o setor rural**, 2010. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/o-passivo-ambiental-sua-prevencao-e-importancia-para-o-setor-rural/46685/>. Acesso em: mai. 2017.

Zau, A. S. **Fragmentação da Mata Atlântica: Aspectos Teóricos Floresta e Ambiente**. Rio de Janeiro, 1(5): 160-170, 1998. Disponível em: <http://www.geocities.ws/floramrural/0160.pdf> Acesso em: mai. 2017.

OUTORGA DOS DIREITOS DE USO DE RECURSOS HÍDRICOS: INSTRUMENTO PARA O GERENCIAMENTO AMBIENTAL DAS ÁGUAS DE ABASTECIMENTO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Alzira Maria Ribeiro dos Reis

Servidora Técnica-administrativa e Mestra em Ciência e Meio Ambiente – ICS/UFPA. E-mail: alzira0185@gmail.com

Gilmar Wanzeller Siqueira

Servidor Técnico-administrativo da UFPA e Professor Doutor no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Meio Ambiente do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará (PPGCMA/ICEN/UFPA). E-mail: gilmar@ufpa.br

Teresa Cristina Cardoso Alvares

Servidora Técnica-administrativa e Mestra em Ciência e Meio Ambiente – ICB/UFPA. E-mail: alvarescristina@hotmail.com

Maria da Conceição Gonçalves Ferreira

Servidora Técnica-administrativa, Especialista em Administração Estratégica – FGV/UFPA e Mestra em Ciência e Meio Ambiente – PROPLAN/UFPA. E-mail: concici@ufpa.br

Rafaela Reis da Costa

Mestranda em Engenharia Civil no Programa de Pós Graduação de Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal do Pará. E-mail: rafaela_reis.costa@hotmail.com

Jessyca Camilly Silva de Deus

Engenharia Ambiental pela Faculdade Estácio Belém - E-mail: rafaela_reis.costa@hotmail.com

Adnilson Igor Martins da Silva

Engenheiro Sanitarista da Prefeitura Multicampi da UFPA e Doutorando em Engenharia Civil. E-mail: adnilson@ufpa.br

Alda Lucia da Costa Camelo

Servidora Técnica-administrativa e Mestra em Ciência e Meio Ambiente. E-mail: cameloalda@gmail.com.

RESUMO: O objetivo deste trabalho é analisar os aspectos gerais da outorga de direito de uso de recursos hídricos, propondo assim um projeto de outorga para gerenciamento ambiental das águas de abastecimento da cidade universitária José da Silveira Netto, com base na Instrução Normativa nº 3 de 26/03/2014 da SEMAS/PA. Conclui-se nessa pesquisa que deve-se implantar um modelo de outorga de direito de uso dos recursos hídricos do campus da UFPA a fim de suprir essa exigência, e atender a legislação vigente, bem como todas as condicionantes técnicas propostas pelo órgão ambiental responsável.

PALAVRAS-CHAVE: Outorga da Água, Cidade Universitária José da Silveira Netto, UFPA.

GRANTING OF RIGHTS TO USE WATER RESOURCES: INSTRUMENT FOR THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF WATER SUPPLY AT THE FEDERAL UNIVERSITY OF PARÁ

ABSTRACT: Therefore, the objective of this paper is to analyze the general aspects of the

granting of the right to use water resources, proposing a grant project for environmental management of water supply of the university city, based on Normative Instruction No. 3 of 03/26/2014 of SEMAS / PA. It is concluded in this research that a model of granting of right of use of water resources of the campus of UFPA must be implemented in order to meet this requirement, and to comply with the current legislation, as well as all the technical constraints proposed by the responsible environmental agency.

KEYWORDS: Water Grant, University City José da Silveira Netto, UFPA.

INTRODUÇÃO

A Outorga é um dos instrumentos da Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos por meio do qual o Poder Público autoriza o usuário, sob condições preestabelecidas, a utilizar ou realizar interferências hidráulicas nos recursos hídricos necessários à sua atividade, garantindo o direito de acesso a esses recursos, dado que a água é um bem de domínio público (PARÁ 2014). É fundamental que todos os usuários estejam regularizados e utilizando as águas de que necessitam dentro dos limites e das condições dispostas no ato da Outorga. Os usuários que não possuem outorga estão sujeitos a notificações, multas e até embargos de suas atividades, previstos em Lei.

Nessa ordem de ideias, a outorga desponta como um dos instrumentos de maior importância para a viabilização dos fundamentos e dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos. Prova disso é que, de todos os instrumentos da referida política, esse é o único previsto expressamente pela Constituição Federal.

A Outorga no Estado do Pará, está disciplinada na Lei Estadual no 6.381, de 25 de julho de 2001, na Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos no 003, de 03 de setembro de 2008, e na Instrução Normativa da SEMA nº 003, de 26 de março de 2014. Ou seja, é um instrumento com amplo amparo legal e que dá ao outorgado plenas garantias de direito de acesso e de uso de recursos hídricos.

Durante o estudo, não foi identificado documento referente a licença de exploração de recurso hídrico, junto ao órgão ambiental ou seja, a outorga para captação de água subterrânea, sendo passível de aplicação de sanções à UFPA, pelo órgão gestor, por não possuir tal documento.

Esta pesquisa tem como objetivo geral, propor os procedimentos necessários para a implementação do instrumento de outorga para o gerenciamento ambiental das águas de abastecimento da cidade universitária da Universidade Federal do Pará (UFPA), com base na IN nº 3 de 26/03/2014 da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará (SEMAS) (PARÁ, 2014), a fim de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício do direito de acesso à água, conforme dispõe a Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado do Pará.

METODOLOGIA

A metodologia foi realizada por meio de pesquisa qualitativa, quantitativa e de campo, fundamentada em fonte documental e bibliográfica, relatório técnico de execução do poço pela FEMAC (FEMAC - Geosolo Engenharia Ltda) disponibilizado pela prefeitura do campus universitário da UFPA, visitas técnicas na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM/PA) e conversas diretas na SEMAS/PA, bem como levantamento de dados para os procedimentos administrativos e técnicos, disponíveis no próprio site do órgão ambiental.

Área de Estudo

O presente estudo foi desenvolvido na Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto, sede da UFPA. Criada pela Lei nº 3.191, de 2 de julho de 1957 e sancionada pelo Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira, é uma instituição federal de ensino superior, organizada sob a forma de autarquia, vinculada ao Ministério da Educação (MEC), através da Secretaria de Ensino Superior (SESu). A UFPA fica localizada às margens do Rio Guamá precisamente à margem direita, cerca de 10 km do centro da cidade de Belém do Pará, abrangendo os rios Tucunduba e Sapucajuba. É uma das universidades mais importantes do país e possui uma área de 1.787.085,57 m² de área urbana e uma população de mais de 50 mil pessoas entre elas professores, estudantes, funcionários e outros, sendo 2.944 professores, incluindo efetivos do ensino superior, ensino básico, substitutos e visitantes; 2.553 servidores técnico-administrativos; 9.249 alunos de cursos de pós-graduação e 20.606 alunos matriculados nos cursos de graduação na capital (UFPA, 2018). A figura 01 destaca o mapa de localização do campus universitário da UFPA. Por sua vez, a cidade universitária é composta pelo Campus 1 (Setor básico), Campus 2 (Setor profissional), o Campus 3 (Setor saúde) e o Campus 4 (Setor esportivo). A figura 02 ilustra os setores devidamente situados na cidade universitária:



Figura 1: Mapa de localização da sede do Campus Universitário da UFPB.

Fonte: Ferreira (2019)



Figura 2: Localização dos Setores da cidade universitária

Fonte: Google Earth, modificado por Monteiro e Perdigão (2012)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Sistema de Abastecimento de Água da cidade Universitária está em funcionamento desde sua concepção, em 1957, porém a Estação de Tratamento de Água – ETA passou a funcionar a partir da década de 80 até os dias atuais.

A capacidade inicialmente seria com três módulos, com capacidade de 240 m³/h, mas acabou sendo projetada com dois módulos, capaz de atender uma vazão de 160m³/h (SILVA, 2012).

Através de levantamento de campo, pode-se constatar que foram construídos 6 (seis) poços, sendo dois (2) na década de 70 e 80 e que segundo Silva (2012), estavam desativados e os poços que operavam à época de sua pesquisa, foram perfurados em 2000, 2002 e 2003, respectivamente e o último foi construído no ano de 2009 (P6), com uma vazão de 200 m³/hora é o único que atualmente está atendendo o consumo da população da cidade universitária. A figura 03 mostra os locais de abastecimento de água na UFPA (ETA e Concessionária Local) e as devidas localizações dos poços.

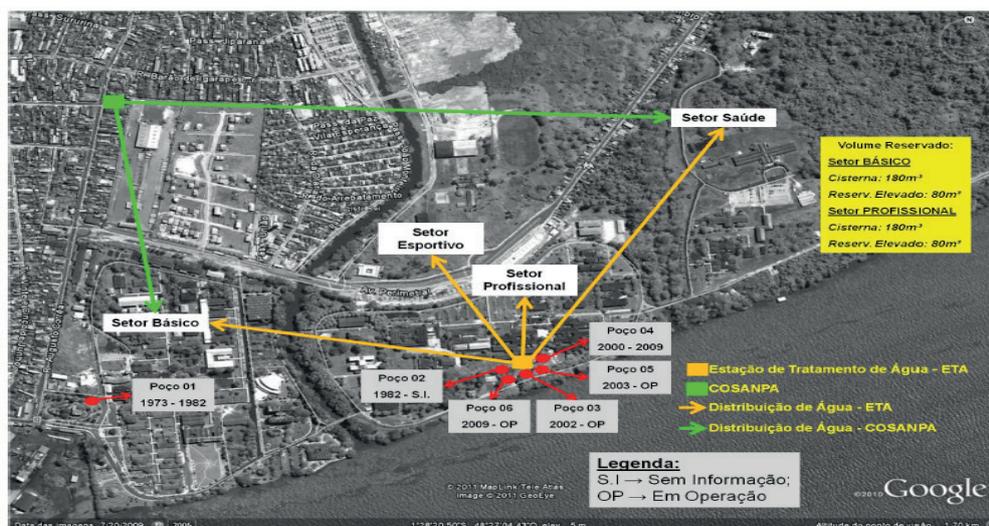


Figura 3: Locais de abastecimento de água na UFPA (ETA e Concessionária Local) e Localização dos Poços.

Fonte: Silva (2012).

A Estação de Tratamento de Água, faz o tratamento da água destinada ao abastecimento da cidade universitária. A ETA (vide figura 04), foi inaugurada em 02 de julho de 1987 e está em funcionamento até os dias de hoje, realizando o tratamento da água subterrânea utilizada no abastecimento dos setores básico e profissional do campus. É constituída por dois aeradores tipo tabuleiro, dois leitos de contato de fluxo ascendente, quatro filtros de fluxo descendente e sistema de desinfecção com cloro (PEREIRA; SILVA; SOUSA, 2001). A UFPA sempre manteve equipe de servidores responsáveis por esse serviço. A ETA mantém um posto de serviço por 24h, contando com 4 Bombeiros Hidráulicos, prestando serviço terceirizado até os dias de hoje (SILVA, 2012).



Figura 4: Vista parcial da estação de tratamento de água da cidade universitária.

Fonte: Créditos dos Autores, 2019.

A maioria dos prédios localizados na cidade universitária, segundo a Prefeitura do campus, não possui hidrômetro, o que dificulta calcular o real consumo em cada prédio e para estimar a demanda total foi adotado o valor de 13,2 L/hab. dia. Logo o consumo humano estimado: 811.813,2 L/dia, sendo 811,81 m³/dia.

Quando da elaboração dessa pesquisa, apenas o poço seis (P6) construído em 2009, estava em funcionamento (vide figura 05).



Figura 5: Vista geral do poço artesiano em funcionamento na cidade universitária.

Fonte: Crédito dos Autores, 2019.

Funcionários responsáveis pelo sistema de abastecimento da universidade informaram que estão realizando a limpeza de mais um poço, o qual será reativado para abastecer o campus. Dentre os resultados, pode-se constatar que o poço construído em 2009, não apresenta todas as condições sanitárias necessárias exigidas pelo órgão ambiental para ser feita a Outorga de direito de uso dos recursos hídricos, haja vista que a boca do poço encontra-se exposta a entrada de insetos e roedores, entre outras possíveis fontes de poluição da água, sendo necessário proteger a boca do poço com uma tampa lacre, fazer a limpeza e colocar uma grade

em torno do mesmo e por último a instalação de hidrômetro na tubulação de saída antes de qualquer desvio, para o monitoramento do volume captado de água.

Os poços abandonados ou em funcionamento que acarretem ou possam acarretar poluição ou representem riscos aos aquíferos e as perfurações realizadas para outros fins que não a extração de água, segundo a Resolução CERH nº 3, de 03 de setembro de 2008 em seu artigo 29, deverão ser adequadamente tamponados, de forma a evitar acidentes que contaminem ou poluam os aquíferos e o seu parágrafo único diz que os responsáveis pelos poços ficam obrigados a comunicar ao órgão gestor dos recursos hídricos do estado a desativação destes, temporária ou definitiva (PARÁ, 2008).

Segundo nota técnica sobre tamponamento de poços tubulares (PARÁ, 2014), o tamponamento de um poço deve ser planejado e executado de modo a melhor adaptá-lo às condições geológicas e hidrogeológicas locais. Tais serviços devem ser realizados por profissionais habilitados ou empresas qualificadas que estejam familiarizados às práticas de construção de poços tubulares. A figura 06 ilustra a boca do poço:



Figura 6: Vista parcial da boca do poço artesiano.

Fonte: Crédito dos Autores, 2019.

Para solicitar a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos, junto a SEMAS, é importante que o poço artesiano esteja com todos os dispositivos instalados e nas sequências exigidas, pois a política dos recursos hídricos já é consolidada, ela obriga os usuários que captam água para fins diversos estar com as condições sanitárias adequadas e seguirem os procedimentos para estarem legalizados perante o órgão ambiental. Segundo a Instrução Normativa nº 03 de 26 de março 2014, em seu artigo 3º, VIII, é necessário o registro fotográfico, atualizado, do(s) ponto(s) de captação ou de lançamento ou dos locais de intervenção em termos de obras hidráulicas. Conforme modelo visualizado na figura 07 abaixo, temos os itens: 1 que é o poço; o 2 é o dispositivo para leitura e análise do poço; o 3 é o hidrômetro para aferir a vazão do poço e o 4 é a torneira que é o dispositivo para coleta de água.



Figura 7: Modelo fotográfico de instalação dos dispositivos para outorga do poço artesiano.

Fonte: Alagoas (2016).

Segundo o laboratório Multianálises - Laudo nº 2018/09-1823(MULTIANÁLISES, 2018), as amostras coletadas diretamente do poço artesiano em relação às análises microbiológicas, apresentaram ausência de Coliformes Totais e *Escherichia coli* e no parâmetro físico-químico apresentou alterações na cor aparente, turbidez e ferro total, ou seja, os resultados estão em desacordo com a Legislação, ou seja, no valor máximo permitido (VMP), conforme portaria de consolidação nº 5 de 03/10/2017 MS. Porém em estudos realizados pela pesquisadora Beatriz Bentes em 2015 no seu trabalho “Quantificação de Parâmetros Físico-Químicos e de Metais em Água Consumida na Cidade Universitária “Professor José da Silveira Netto” – Belém (PA)”, os resultados obtidos para os pontos de coleta, estiveram sempre abaixo dos valores máximos permitidos pela legislação, com exceção da turbidez para com valores respectivamente em 13,55 mg.L⁻¹; 31,50 mg.L⁻¹; 5,38 mg.L⁻¹; 6,13 mg.L⁻¹ e 5,55 mg.L⁻¹ (valor aceitável ≤ 5 uT) e do pH para as águas subterrâneas com média de 4,9 (valor aceitável entre 5,5 e 8,5), no geral os resultados obtidos por essa pesquisadora indicavam que a qualidade da água é adequada, tomando por base os parâmetros ambientais analisados. A água quando consumida sem tratamento, torna-se um potencial risco a saúde. Desta forma a Universidade dispõe de um Sistema de Desferrização – Sistema de Tratamento de Água (ETA), ficando assim disposto o pronto funcionamento de água potável.

Conforme observamos na figura 08 a água é captada do poço, direcionada a estação de tratamento de água da cidade universitária e após o tratamento, é direcionada a caixa d'água e posteriormente a rede de distribuição de água e, por fim, aos setores.



Figura 8: Fluxograma do uso da água nos setores da Cidade Universitária

Fonte: Crédito da Autora (2019).

De acordo com o relatório técnico da FEMAC (2009), o teste de bombeamento foi realizado com uma eletrobomba submersa da marca EBARA modelo BHS 804-2, com motor de 40 HP, instalada a uma profundidade de 54 metros com coluna de recalque em tubos de ferro galvanizado de 6" de diâmetro. As medições de vazões foram feitas em um tanque de ferro com volume de 3.300 litros e para medições de níveis d'água do poço foi utilizado um medidor de nível eletrônico. Segundo FEMAC (2009, p.12), no quadro 1, o teste de produção foi realizado do tipo escalonado com 3 etapas progressivas de vazão, mantendo-se a vazão constante em cada etapa. O tempo total de duração do teste foi de 24 horas com 8 horas para cada etapa de vazão.

| Teste de produção | | | |
|------------------------------|--------------|---------------------------|------------------|
| Nível estático (ne): 8,71 m | | Tempo de bombeamento: 24h | |
| Nível dinâmico (nd): 23,44 m | | Vazão máxima: 212,12 m³/h | |
| Etapa | Vazão (m³/h) | Nível dinâmico (m) | Rebaixamento (m) |
| 1 | 94,29 | 14,42 | 5,74 |
| 2 | 154,29 | 18,76 | 10,05 |
| 3 | 212,14 | 23,44 | 14,73 |

Quadro 1: Teste escalonado de produção do poço.

Fonte: Femac - GeoSolo Engenharia Ltda (2009)

Com o término do teste, a bomba foi desligada e foi realizado o teste de recuperação de nível, conforme quadro 2 a seguir (FEMAC, 2009):

| Teste de recuperação de nível | | |
|-------------------------------|--------------------|----------------------|
| Nível estático (ne): 8,71 m | | Duração do teste: 2h |
| Tempo (min) | Nível dinâmico (m) | Rebaixamento (m) |

| | | |
|-----|-------|-------|
| 0 | 23,44 | 14,73 |
| 1 | 9,31 | 0,60 |
| 2 | 9,16 | 0,45 |
| 3 | 9,09 | 0,38 |
| 4 | 9,05 | 0,34 |
| 5 | 9,02 | 0,31 |
| 10 | 8,97 | 0,26 |
| 20 | 8,95 | 0,24 |
| 30 | 8,90 | 0,19 |
| 45 | 8,86 | 0,15 |
| 60 | 8,81 | 0,10 |
| 90 | 8,78 | 0,07 |
| 120 | 8,73 | 0,02 |

Tabela 2: Dados obtidos a partir do teste de recuperação de nível.

Fonte: FEMAC - GeoSolo Engenharia Ltda (2009)

Segundo Cooper & Jacob (1946), o rebaixamento em um poço bombeado obedece, aproximadamente, à equação característica abaixo:

$$s = BQ + CQ^2$$

Sendo:

s é o rebaixamento, medido no poço em bombeamento em metros(m);

B é o coeficiente de perda do aquífero;

C é o coeficiente de perdas do poço;

Q é a vazão (m³/h).

O termo BQ representa o rebaixamento devido às perdas do aquífero e o termo CQ² o sobre-rebaixamento devido às perdas de carga do poço. Portanto, a equação acima pode ser escrita a partir dos resultados obtidos no teste de produção escalonado, monta-se a Tabela 3, onde os valores de s, correspondentes a cada etapa de bombeamento, foram tomados a intervalos de tempo iguais (8h), a partir do início de cada etapa e sempre referidos ao nível estático (FEMAC, 2009).

| Etapa | Q (m³/h) | S (m) | S/q (m/m³/h) |
|-------|----------|-------|--------------|
| 1 | 94,29 | 5,74 | 0,0609 |
| 2 | 154,29 | 10,05 | 0,0651 |
| 3 | 212,14 | 14,73 | 0,0694 |

Tabela 3 - Resultados obtidos do Teste Escalonado

Fonte: FEMAC - GeoSolo Engenharia Ltda (2009)

O Gráfico 1, apresenta o Rebaixamento específico x Vazão

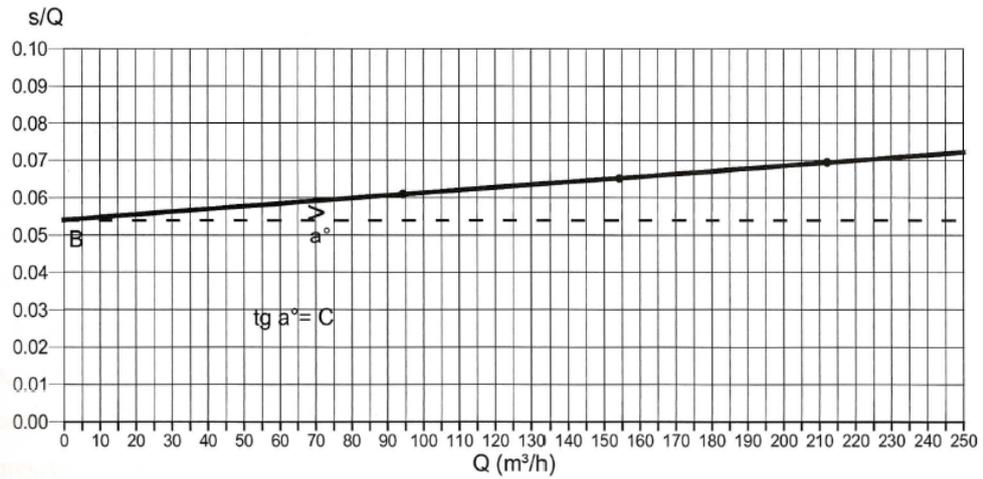


Gráfico 1 – Rebaixamento específico x vazão

Fonte: FEMAC - GeoSolo Engenharia Ltda (2009).

Portanto, segundo FEMAC (2009), da curva característica do poço, foram extraídos os coeficientes B e C do gráfico, obtendo-se:

$$B = 0,0054;$$

$$C = (0,072-0,054)/250 = 0,000072.$$

A equação característica do poço é: $s = 0,054Q + 0,00072Q^2$. A curva característica do poço, com base nos dados do teste de produção é apresentada no Gráfico 2 (FEMAC, p.14):

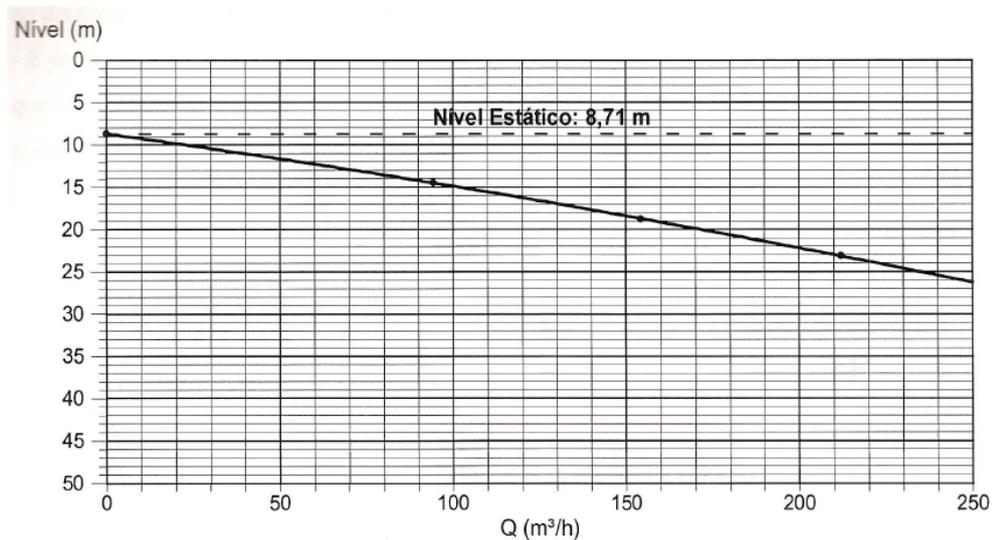


Gráfico 2 - Curva Característica do Poço

Fonte: FEMAC - GeoSolo Engenharia Ltda (2009)

Segundo Femac-Geosolo Engenharia Ltda (2009), é aconselhável que o funcionamento diário do poço não ultrapasse o período máximo de 16 horas, ficando pelo menos 8 horas para recuperação de nível, o que irá diminuir a perda de vazão específica no decorrer de sua exploração, assim como é recomendável que pelo menos a cada 2 anos seja feita uma limpeza e desinfecção do poço, para que não

haja perda de qualidade da água e diminuição de vazão causada por incrustações que poderão surgir nos filtros do poço.

Apesar de o poço ter sido construído obedecendo às melhores condições ambientais, alcançando o objetivo quanto à produção de água, o mesmo está sujeito a problemas mecânicos, químicos, biológicos e geológicos. Atualmente o poço, não apresenta todas as condições necessárias já citadas nas condições ambientais e sanitárias, exigidas pelo órgão ambiental para dar entrada ao processo de outorga de direito de uso dos recursos hídricos, devendo ser sanada, por estar comprometendo a segurança do poço, que corre risco de contaminação de seu aquífero.

Deverá ser tomadas medidas com relação ao desperdício da água explorada, pois há um consumo maior de energia desnecessária para o acionamento da bomba, devendo ser corrigido o aerador e os componentes do sistema de abastecimento de água. Em relação aos poços que estão inoperantes, é aconselhável o seu tamponamento que são procedimentos empregados no preenchimento de um poço por calda de cimento, bentonita, brita ou outros materiais inertes com objetivo de restabelecer as condições originais do aquífero e evitar contaminação do aquífero no subsolo.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados gerados sobre as condições atuais do poço que abastece a cidade universitária, foi constatado que o mesmo não se encontra totalmente adequado para dar entrada na solicitação de outorga de uso dos recursos hídricos junto a SEMAS/PA, por não atender as exigências padrões perante o órgão ambiental, tendo em vista problemas de ordens técnicas e de saneamento básico. Solucionando essas irregularidades em que o poço se encontra, posteriormente a UFPA poderá entrar com o processo de regularização, a fim de atender a legislação vigente, bem como todas as condicionantes técnicas propostas pelo órgão ambiental responsável.

REFERÊNCIAS

ALAGOAS. Secretaria de estado do meio ambiente e dos recursos hídricos. **Modelo de instalação dos dispositivos para outorga de poços**. [2016]. Disponível em <http://www.semah.al.gov.br/recursos-hidricos/outorga>. Acesso em: 2 jul. 2019.

BENTES, Beatriz Alvez. **Quantificação de Parâmetros Físico-Químicos e de Metais em Água Consumida na Cidade Universitária “Professor José da Silveira Netto– Belém (PA)”**, Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Química, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, p.59, 2015.

COOPER JUNIOR, H. H.; JACOB, C. E. A generalized graphical method for evaluating formational constants and summarizing well field history. **Transactions, American Geophysical Union**. Washington, v. 27, 4. ed., p. 526-634, 1946. Disponível em: https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1029/TR027i004p00526?purchase_referrer=agupubs.onlinelibrary.wiley.com&tracking_

action=preview_click&r3_referer=wol&show_checkout=1. Acesso em: 2 jun. 2019.

FERREIRA, M.C.G. **Trote Ecológico no Campus Sede da Universidade Federal do Pará, Belém-PA, Brasil: Memória e Percepção de um Legado.** Dissertação de Mestrado Ciências e Meio Ambiente, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Meio Ambiente (PPGCMA), p. 95, 2019.

FEMAC - Geosolo Engenharia Ltda. **Construção do poço tubular profundo UFPA P4:** Relatório técnico final. Belém, 2009. 16 p.

MONTEIRO, E. C., PERDIGÃO, A. K. **Acessibilidade e desenho universal no campus da Ufpa:** Uma Discussão sobre as calçadas. 15 f. 2012. USP - SP. Acesso em: https://www.usp.br/nutau/nutau_2012/2dia/20120630223548_ACESSIBILIDADE%20E%20DESENHO%20UNIVERSAL%20NO%20CAMPUS%20DA%20UFPA%20UMA%20DISCUSSO%20SOBRE%20AS%20CALADAS.pdf. Acesso em: 02 out.2019.

MULTIANÁLISES. **Relatório de ensaio.** Laudo nº 201809-118223. Belém, 2018. 06 p..

PARÁ. **Lei nº 6.381, de 25 de julho de 2001.** Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos. 2001. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2001/07/25/9760/>. Acesso em: 18 jul. 2018.. Acesso em: 26 maio 2019.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Instrução Normativa nº 003, de 26 de março de 2014.** Dispõe sobre os procedimentos administrativos específicos para o protocolo de processos de solicitação de Outorga Preventiva, Outorga de Direito...2014. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2014/03/27/instrucao-normativa-no-003-de-26-de-marco-de-2014-publicada-no-doepa-no-32-610-de-27032014-caderno-4-paginas-7-8/>. Acesso em: 31 mar. 2018.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. **Manual para usuários - outorga de direito de uso de recursos hídricos.** Belém, 2014a. 26 p. Disponível em: http://www.sema.pa.gov.br/wp-content/uploads/2012/09/Manual_para_Outorga_de_Direito_de_Uso_de_RH_FINAL_MENOR_06082014.pdf. Acesso em: 18 jul. 2018.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade. **Nota Técnica:** sobre tamponamento de poços tubulares. Critérios e procedimentos a serem adotados para tamponamento de poços tubulares profundos e poços escavados. [2014b?]. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/diretorias/recursos-hidricos/outorga/documentos-necessarios/>. Acesso em: 28 jun. 2019.

PARÁ. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Resolução nº 3 de 03 de setembro de 2008.** Dispõe sobre a outorga de direito de uso dos recursos hídricos no Estado do Pará. 2008a. Disponível em: https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2016/08/Resolucao_CERH_03_dispoe_sobre-_outorga.pdf. Acesso em: 2 out. 2018.

PEREIRA, J. A. R.; SILVA, M. N. A.; SOUSA, E. C. M. 2001. **Controle e recuperação da operação da estação de tratamento de água, tipo desferrização, do campus Guamá da Universidade Federal do Pará.** In: 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.

SILVA, Adnilson Igor Martins da. **Análise econômica de sistema de abastecimento de água público fechado: estudo de caso da cidade universitária Professor José Da Silveira Netto – Belém (PA).** 2012. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação, Universidade Federal do Pará, Belém, 2012. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/3540>. Acesso em 18 jan. 2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Anuário estatístico 2018: ano base 2017,** 317 p. Disponível em: http://www.proplan.ufpa.br/images/conteudo/proplan/dinfi/anuario%20estatistico/Anuario_Estatistico_2018_AB_2017.pdf. Acesso em: 26 jul. 2018.

A TEORIA DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: DO PLANEJAMENTO À EXECUÇÃO

Schirley Costalonga

Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos
Hídricos
Cariacica – Espírito Santo

RESUMO: A crescente preocupação com as questões ambientais tem demonstrado a importância da preservação dos ecossistemas. Nesse contexto, a execução de projetos que objetivem a restauração florestal aumentou consideravelmente nas últimas décadas; infelizmente, a maioria deles fracassam, pois foram mal planejados, utilizaram técnicas e espécies inadequadas para o local degradado, ou negligenciaram o monitoramento. Destarte, é fundamental que o restaurador saiba elaborar um bom projeto executivo e invista no processo de avaliação, garantindo, assim, o sucesso da restauração.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento da restauração. Monitoramento. Indicadores ecológicos.

THE ECOLOGICAL RESTORATION THEORY: PLANNING AND EXECUTION

ABSTRACT: The concern about environmental issues has shown the importance of preserving ecosystems. In this context, the implementation of projects aimed at forest restoration has

increased considerably in recent decades. Unfortunately, most of them fail due they are poorly planned, using techniques and species unsuitable for the degraded site, or neglect the monitoring. Thus, it is essential that the restoration professional knows how to elaborate a good executive project and invest in the evaluation process, thus guaranteeing the success of the restoration.

KEYWORDS: Restoration Planning. Monitoring. Environmental filters. Ecological indicators.

1 | INTRODUÇÃO

Restaurar um ambiente degradado não é tarefa simples; exige conhecimento das teorias ecológicas que regem o funcionamento de ecossistemas saudáveis e um excelente planejamento das ações a serem implementadas, além de exigir do restaurador um monitoramento constante.

Tendo em vista a crescente preocupação quanto à conservação ambiental, esse trabalho objetivou explorar os aspectos que compõem um projeto de restauração bem-sucedido.

2 | O PROCESSO DA RESTAURAÇÃO DE

ECOSSISTEMAS

O principal objetivo de um projeto de restauração consiste em reiniciar os processos ecológicos perdidos na degradação, a fim de restabelecer os atributos que caracterizam ecossistemas restaurados (CLEWEL; ARONSON, 2013) e sua execução bem-sucedida se baseia em três pilares: eliminação dos fatores de degradação, escolha da técnica adequada para o local a ser restaurado e monitoramento periódico.

De modo geral, há, segundo Rodrigues (2001), quatro abordagens para a recuperação de áreas degradadas:

1. Nenhuma ação;
2. Restauração de alguns serviços ecossistêmicos através da substituição de um ecossistema degradado por um ecossistema produtivo;
3. Reabilitação, recuperando algumas das funções do ecossistema e algumas de suas espécies originais; e
4. Restauração da área em sua composição original de espécies e estrutura.

Há dois tipos de restauração: a passiva (ou facilitadora) e a ativa. A primeira utiliza a capacidade autogênicas (resiliência) do próprio ambiente para acelerar os processos naturais de sucessão, visando facilitar a trajetória de restauração por meio de isolamento dos fatores degradadores e da remoção de filtros ecológicos prejudiciais (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015), sendo recomendada para locais onde as condições iniciais do ecossistema permitem sua recuperação sem a necessidade de grandes intervenções (CECCON, 2013); a segunda, por sua vez, depende da ação do restaurados em todas as etapas e é empregada em locais com níveis altos de estresse e com predominância de espécies invasoras (RODRIGUES, 2013).

Entre as duas, a técnica de restauração passiva é sempre mais indicada, porque os colonizadores costumam ser melhor adaptados, o valor natural da área restaurada espontaneamente costuma ser maior, seus estágios seriais (...) oferecem refúgio para a vida silvestre e seu custo é menor. Além disso, uma ação ativa mal feita pode, até mesmo, atrasar a restauração. (RODRIGUES, 2013).

3 | PLANEJANDO A RESTAURAÇÃO: DO PROJETO À FLORESTA EM PÉ

Para que a ação de restauração seja eficaz, é primordial que o projeto executivo seja bem elaborado, elencando os objetivos gerais e específicos e descrevendo sucinta e corretamente todas as etapas do processo, desde o preparo do solo até as campanhas de monitoramento.

De modo geral, o projeto de restauração deverá conter minimamente os seguintes itens:

- Justificativa clara e objetivos do projeto;

- Histórico de degradação e descrição ecológica da área a ser restaurada;
- Escolha e descrição do ecossistema de referência;
- Explicação sobre a(s) técnica(s) proposta(s);
- Protocolos de monitoramento, com os indicadores a serem avaliados;
- Cronogramas e orçamentos para preparação da área, atividades de instalação e monitoramento, incluindo uma estratégia para correções imediatas no decorrer do projeto; e
- Estratégias para proteção e manutenção a longo prazo do ecossistema restaurado.

Independentemente do tipo de restauração, o isolamento da área é fundamental, a fim de cessar e/ou evitar os fatores de degradação que podem comprometer o processo.

3.1 Reconhecimento da área e dos fatores de degradação

Deve ser a primeira etapa do planejamento, na qual o restaurador deverá buscar informações acerca do histórico de ocupação do local a ser restaurado, identificando os fatores de degradação, tanto atuais como futuros.

Neste momento, é primordial que seja verificada a existência de fragmentos florestais próximos, identificando seu grau de degradação e se eles podem contribuir para a resiliência da área em questão, condição essencial na escolha da metodologia a ser empregada.

Em relação à capacidade de resiliência, o padrão de distribuição da vegetação é uma metodologia eficaz para identificar sua existência.

(...) em florestas tropicais brasileiras, espera-se o padrão J invertido, isto é, com maior número de indivíduos concentrados nas menores classes diamétricas e menor número nas classes seguintes. Esse decréscimo gradual indica que a floresta é composta em sua maioria por população de jovens, de maneira tal que existe um contingente de indivíduos regenerantes que podem sustentar o avanço sucessional da floresta (MARTINS, 2015).

Outra forma de diagnosticar o potencial de resiliência é através da germinação do banco de sementes, um sistema dinâmico influenciado por fatores bióticos e abióticos; caso não haja germinação ou haja baixa densidade e riqueza de espécies nativas, a área perdeu seu potencial regenerador. Assim, será necessário usar já na implantação do projeto, grande diversidade de espécies (MARTINS, 2015).

A presença de indivíduos regenerantes de espécies nativas em uma dada área é resultado da expressão do banco de sementes, da rebrota de estruturas vegetativas como tocos e raízes geminíferas e da presença prévia de plântulas e indivíduos juvenis remanescentes da vegetação original ou resultado dos processos de

regeneração natural. Assim, a resiliência local de uma determinada área vai ser influenciada pela quantidade, composição e distribuição espacial dos indivíduos regenerantes de espécies nativas já presentes ou que poderão ser estabelecidas pela expressão do banco de sementes do solo e da chuva de sementes oriundas dos fragmentos florestais vizinhos. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

3.2 Escolha da técnica de restauração

A escolha da metodologia deve ser baseada nos objetivos elencados no projeto de restauração e em um diagnóstico, tanto da área degradada, quanto da matriz circundante (CECCON, 2013).

Segundo a Resolução CONAMA nº 429 (BRASIL, 2011), essa escolha deve estar em consonância com os seguintes aspectos:

1. A proteção das espécies nativas mediante isolamento da área a ser recuperada;
2. Adoção de medidas de controle e erradicação de espécies invasoras;
3. Adoção de medidas de prevenção, combate e controle de fogo;
4. Adoção de medidas de controle de erosão, se necessário;
5. Prevenção e controle do acesso de animais domésticos;
6. Adoção de medidas para conservação e atração de animais nativos dispersores de sementes.

O nível de degradação também deve ser considerado no momento de definição da técnica.

(...) em áreas mais degradadas, é interessante selecionar poucas espécies que sejam tolerantes ao fator limitante da área; uma quantidade maior de espécies é indicada para locais menos degradados. Da mesma forma, quanto mais degradada for a área, maior deverá ser a muda, de forma a garantir que aguarde melhor os estresses ambientais a que estará sujeita (RODRIGUES, 2001).

Outro fator a ser considerado diz respeito à distância entre a área degradada e fragmentos florestais remanescentes. Em locais distantes e carentes de banco de sementes e de indivíduos regenerantes, a restauração deverá se valer de espécies nativas regionais características de estágios iniciais da sucessão e que sejam boas recobridoras de solo, prevendo-se o plantio posterior de espécies finais de sucessão (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Diversas são as técnicas que podem ser empregadas em projetos de restauração, indo desde condução da regeneração natural (em áreas com alta resiliência) até plantio em área total (quando não houver resiliência). A seguir, serão discutidas as principais metodologias restauradoras.

3.2.1 Condução da regeneração natural

Técnica altamente dependente da resiliência do ecossistema a ser restaurado, sendo imprescindível para o seu sucesso a correta identificação dos fatores degradadores que dificultem a regeneração da vegetação (CECCON, 2015).

As principais barreiras são: falta de fonte de sementes e dispersores; barreiras bióticas (como a presença de certas espécies exóticas); compactação do solo; incerteza na direção; dificuldade em se obter florestas com alta diversidade de espécies; e tempo necessário para condução da regeneração (CECCON, 2015).

Para que um ecossistema seja resiliente, é fundamental que haja um banco de sementes funcional, ou seja, com capacidade de produzir plântulas saudáveis que, ao se desenvolverem, formarão uma cobertura florestal estruturada, capaz de se perpetuar e sustentar comunidades faunísticas. A chegada de sementes vindas de fragmentos vizinhos, bem como a duração e intensidade da degradação afetam diretamente a qualidade do banco de sementes (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015); para Martins (2015),

Embora muitas espécies pioneiras consigam formar banco de sementes persistente, mantendo as sementes viáveis em estado de dormência no solo por anos ou décadas e outras consigam rebrotar, também por longos períodos após a remoção da parte aérea, é evidente que, quanto maior o tempo em que a vegetação foi suprimida, menor tende a ser a riqueza de espécies no banco de sementes do solo (...). (MARTINS, 2015).

Diversos são os fatores capazes de comprometer o sucesso da condução da regeneração de uma determinada área (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015):

- Tempo de uso do solo: quanto maior for o tempo de degradação, menores serão os remanescentes de vegetação nativa existentes no local;
- Formas de uso do solo: sistemas de produção agrícola, pecuária ou florestal influenciam a autorrecuperação local;
- Histórico de degradação da área: a condução da regeneração consiste incondicionalmente em proteger a área dos fatores de degradação, bem como realizar o manejo de trepadeiras e espécies invasoras;
- Tipo de vegetação: a resiliência de um ecossistema pode aumentar se for constituído de espécies vegetais adaptadas aos distúrbios que ocorrem na área;
- Conectividade da paisagem: quanto mais fragmentada for uma paisagem, menor será sua conectividade com outros fragmentos, dificultando o fluxo da biota;
- Determinação de microssítio de regeneração: a existência de indivíduos regenerantes oriundos da chuva de sementes de fragmentos circundantes de-

pende da existência de microssítios, áreas onde não há restrições bióticas e abióticas ao estabelecimento e ao recrutamento da vegetação

Durante o processo de condução da regeneração natural, percebe-se uma distribuição espacial desigual da vegetação regenerante, com áreas apresentando baixa densidade e outras com aglomerado de indivíduos (microssítios). Segundo Brancalion, Gandolfi e Rodrigues (2015), isso ocorre graças à “(...) irregularidade inerente aos processos naturais (...) relacionados à dispersão de sementes e à disponibilidade de microssítios favoráveis ao estabelecimento de plântulas, ou mesmo dos históricos distintos de degradação desses trechos durante o (...) uso anterior da área”. Identificar a presença desses microssítios auxiliam o restaurador na decisão de onde será necessário intensificar os esforços de restauração com plantios de adensamento e onde basta um manejo de ervas daninhas.

A composição de espécies nesses microssítios pode acelerar ou inibir a regeneração natural do ecossistema, uma vez que o predomínio de indivíduos característicos de estágios tardios de sucessão, ou seja, espécies cujo crescimento é favorecido em ambiente sombreado, haverá grande restrição para a dispersão dessas por toda a área, haja vista a ausência de espécies sombreadoras que ofereçam um habitat adequado ao seu desenvolvimento; assim, deverá ser feito um plantio com espécies nativas iniciais da sucessão, que suportam condições à pleno sol) (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

3.2.2 Plantio de enriquecimento e de adensamento

Conforme exposto acima, a heterogeneidade e baixa diversidade apresentadas pela comunidade regenerante pode exigir do restaurador o plantio de mudas, mesmo em áreas com elevado poder de regeneração natural. Por não ocorrerem em toda a área a ser restaurada, esses plantios são chamados de adensamento e enriquecimento.

O plantio de enriquecimento é feito em ecossistemas com estado intermediário de perturbação, distante de fragmentos florestais que poderiam prover sementes e propágulos para acelerar sua recuperação e quando é povoado por espécies iniciais de sucessão. Caracteriza-se, portanto, no plantio de espécies dos estágios finais da sucessão ecológica, com o objetivo de garantir a continuidade do processo de restauração (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015; CECCON, 2015).

Por sua vez, o adensamento consiste em acelerar o processo de regeneração por meio do plantio de espécies nativas e iniciais de sucessão, visando o preenchimento de “espaços vazios nos trechos em que não ocorreu regeneração natural” (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

3.2.3 Nucleação

Técnica que utiliza espécies facilitadoras capazes de desencadear diversos

mecanismos e interações com outras espécies (fauna e microorganismos), criando, assim, condições ambientais favoráveis ao estabelecimento de espécies mais exigentes quanto aos recursos ambientais; esses “núcleos” de vegetação se expandirão, preenchendo toda a área e colonizando os trechos desprovidos de vegetação, favorecendo, assim, a chegada de outras espécies (CECCON, 2015; BRANCALION, GANDOLFI e RODRIGUES, 2015; MARTINS, 2015).

Funciona, basicamente, como um mecanismo de retroalimentação, onde há um doador e um receptor. A principal ideia é promover gatilhos ecológicos que consigam aumentar a diversidade de rotas sucessionais, criando um sistema menos determinístico, onde poderão convergir múltiplos pontos de equilíbrio no espaço e no tempo ao gerar fenômenos eventuais e aleatórios que permitam maiores aberturas para variedade de fluxos próprios dos sistemas naturais. (...). Quando esses núcleos começam a adquirir funcionalidade, o fluxo doador-receptor chega a ser modificado, já que os mesmos núcleos podem constituir novas fontes de distensão e estabelecer uma segunda rota de conectividade. (CECCON, 2015).

Conforme Brancalion, Gandolfi e Rodrigues (2015), dois pressupostos básicos sustentam a nucleação, a se saber:

1. Condições favoráveis para a dispersão das espécies nativas para a área em restauração; e
2. Condições favoráveis para o estabelecimento das sementes dispersas e para a expansão dos núcleos de espécies nativas.

3.2.4 Transposição de topsoil e de serrapilheira

A transposição da camada superficial de solo florestal (topsoil) e de serrapilheira alóctone apresentam princípios e objetivos semelhantes, uma vez que constituem importante reservatório de sementes e propágulos, além de ser fonte de matéria orgânica, microfauna e mesofauna, componentes fundamentais para a saúde de uma floresta e que ativarão a ciclagem de nutrientes da área em restauração, melhorando sua fertilidade (MARTINS, 2015).

Os benefícios obtidos com essa técnica não se restringem ao aproveitamento das sementes presentes no solo, visto que há a presença também de materiais de reprodução vegetativa, como troncos, raízes e galhos, cuja rebrota pode auxiliar na recuperação da área. Além disso, há inóculos de fungos e micorrizas, bactérias simbióticas fixadoras de nitrogênio, de matéria orgânica, de nutrientes e de diversas comunidades de insetos e microorganismos. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Ambas as técnicas possuem alta imprevisibilidade, uma vez que não é possível conhecer previamente a composição do banco de sementes ali presente, nem qual será a taxa de germinação (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

A camada superficial do solo de floresta secundária jovem tende a ter maior potencial de aproveitamento do banco de sementes quando comparada com o banco de sementes de floresta madura, uma vez que o predomínio de pioneiras nas

florestas secundárias em regeneração inicial faz aumentar a produção e dispersão de sementes dessas espécies. Por sua vez, florestas maduras tendem a ter um banco de plântulas mais desenvolvido.

(...)

A coleta deverá ser feita em uma camada aproximada de 20 a 30 cm de espessura, onde está a grande maioria das sementes viáveis. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

A fim de evitar a introdução de espécies exóticas ao ecossistema em restauração, a fonte de topsoil e serrapilheira deverá ser de mesma fitofisionomia e estar próximo.

3.2.5 Plantio direto e semeadura em área total

São técnicas aplicadas em áreas cujo potencial de regeneração natural é nulo ou extremamente baixo. O objetivo do plantio de mudas é a formação de uma fisionomia florestal que recubra toda a área no menor tempo possível, criando um “ambiente adequado para a regeneração do sub-bosque” (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Em casos onde há escassez de mão-de-obra, não há fontes adequadas de sementes ou quando há impedimentos físicos ao plantio de mudas, a semeadura direta é alternativa ideal (CECCON, 2015). Sua vantagem é “permitir a formação de uma comunidade vegetal mais bem adaptada às condições de degradação da área, diferentemente do plantio de mudas, que pré-determina o número de indivíduos por espécie” (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015). Se for realizada em local onde predominam espécies iniciais, é denominada semeadura direta de enriquecimento e deve conter apenas sementes de espécies de sombra.

Independente da técnica utilizada, a escolha das espécies é fator importante a ser considerado.

É preciso escolher espécies que desempenhem satisfatoriamente a função de recobrir o solo em um curto espaço de tempo, mas simultaneamente mantenham esse solo recoberto pelo maior tempo possível por meio de maior longevidade do dossel, dando condições para as espécies mais finais de sucessão e outras formas de vida recrutarem no interior da área recoberta, seja nos casos em que essas espécies foram implantadas, seja naqueles em que se regeneraram naturalmente. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Nos primórdios da ecologia da restauração, as espécies vegetais eram classificadas em grupos ecológicos segundo o estágio sucessional em que eram predominantes; a classificação em espécies pioneiras (início de sucessão), secundárias iniciais e tardias e climáticas (final de sucessão) consideravam características como velocidade de crescimento, tolerância à sombra, tamanho das sementes e época de dispersão, dentre outras (RODRIGUES; BRANCALION; ISEMHAGEN, 2009).

O sistema de plantio mais utilizado era em linhas, dividindo pioneiras de não pioneiras (secundárias e climáticas); todavia, ao longo dos anos percebeu-se que

isso não garantia o sucesso da restauração, haja vista o crescimento acelerado em altura, mas não em diâmetro, de algumas espécies, tornando-as ineficazes no quesito cobertura do solo (RODRIGUES; BRANCALION; ISEMHAGEN, 2009). Desta forma, as espécies passaram a ser classificadas em grupos funcionais de preenchimento, aquelas com bom crescimento e boa cobertura de copa, capazes de recobrir a área rapidamente, e de diversidade, responsáveis pela perpetuação da vegetação, uma vez que demoram mais para saírem do sistema em comparação com as anteriores (RODRIGUES; BRANCALION; ISEMHAGEN, 2009; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Para Rodrigues (2013), o nível de diversidade a ser contemplado no processo de restauração deve considerar “não só a quantidade de espécies, mas também a diversidade funcional, que é a diversidade de modos como as espécies reagem a processos ecológicos ou condições ambientais”.

A escolha das espécies deve considerar os seguintes fatores (RODRIGUES, 2013):

- Caso os objetivos da restauração não estejam em consonância com as condições atuais do ecossistema, será necessário maior esforço e recursos;
- As espécies precisam estar adaptadas às condições iniciais da área;
- Em casos em que o ambiente não comporte as espécies desejadas, deve-se utilizar espécies nativas que sejam tolerantes às condições ambientais e que criem condições para o estabelecimento dessas; e
- O projeto de restauração deve criar condições para que as espécies desejadas consigam se estabelecer.

Martins (2015) sugere o plantio de ervas e arbustos de ciclo de vida curto, (feijão-de-porco, crotalária, feijão-guandu, etc.) entre as linhas de plantio a fim de ocupar o sub-bosque recobrir o solo durante o crescimento das espécies arbóreas.

(...) essas espécies promovem rápida cobertura do solo, incorporação e manutenção da matéria orgânica e fixação de nitrogênio, que protegem o solo da erosão e melhora sua fertilidade, podendo propiciar melhores condições para o avanço da sucessão nessas áreas. (...). Nesse modelo, à medida que as espécies arbóreas plantadas em linhas se desenvolvem e sombreiam o solo, as herbáceas e arbustivas de ciclo curto estão saindo do sistema. Após esse período, como certo nível de sombreamento do solo já é promovido pelas espécies arbóreas, realiza-se o enriquecimento com arbustos típicos de sub-bosque.

Para garantir o pleno desenvolvimento das espécies, é necessário realizar campanhas de manutenção periódica, executando os seguintes procedimentos operacionais (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015):

- Recuperação do solo em casos de erosão ou outro fator que impeça o plantio imediato.

- Preparo do solo com adubação prévia e correção de pH;
- Controle de formigas cortadeiras antes do plantio (30 e 7 dias) e a cada 15 dias nos dois primeiros meses e depois a cada dois meses nos 2 primeiros anos;
- Controle de plantas competidoras e invasoras;
- Adubação de base e do plantio;
- Irrigação nos dias que sucedem o plantio e em ausência de precipitação por mais de cinco dias (mínimo de 5 litros por planta); recomenda-se o uso de gel hidrorretentor para reduzir a necessidade de irrigação.

3.3 Monitoramento da restauração

Frequentemente negligenciado nos projetos de restauração, o monitoramento é imprescindível, pois sinaliza se o processo está sendo bem-sucedido ou se há necessidade de corrigir a trajetória. Ele deve ser realizado periodicamente, por meio de indicadores ecológicos e estar em consonância com os objetivos constantes no projeto executivo.

O planejamento do monitoramento envolve as seguintes etapas (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015):

- Escolha de indicadores;
- Definição do método de amostragem e dos critérios para mensurar cada indicador;
- Definição dos critérios de interpretação dos resultados de cada indicador e do que será considerado como sucesso do projeto;
- Definição do cronograma de monitoramento.

Os indicadores de monitoramento traduzem os atributos inerentes a um ecossistema preservado e os dados fornecidos por eles devem ser comparados com um ecossistema adotado como referência e com as metas estabelecidas no início da restauração (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015; MARTINS, 2015); portanto, a metodologia utilizada para o monitoramento da área em restauração deve, também, ser aplicada no local de referência (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Em áreas com baixa ou nenhuma resiliência, as campanhas de monitoramento devem ser intensificadas, a fim de que a necessidade de intervenção seja precocemente identificada.

Em áreas em processo de regeneração natural, o objetivo do monitoramento é avaliar o potencial de formação de dossel florestal por parte dos regenerantes; assim, devem ser considerados na avaliação apenas os indivíduos com altura mínima de 30

cm, haja vista a elevada mortalidade nas fases iniciais do ciclo de vida das plantas (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Para o monitoramento da regeneração natural podem ser consideradas como insuficientes, regulares e boas, respectivamente, densidades menores que 1.500, entre 1501 e 3000 e maiores que 3000 indivíduos por hectare. Os valores de densidade considerados como adequados para regeneração natural são, normalmente, superiores às observadas para os plantios de mudas (1.666 indivíduos por hectare em plantios com espaçamento 3 m x 2 m), porque a regeneração natural ocorre de maneira irregular pela área, de forma que haja sempre a concentração dos regenerantes em algum ponto e falta deles em outro; por isso, consideram-se como referência 3000 indivíduos por hectare, que é o dobro de densidade dos plantios de muda, o que deve expressar uma densidade alta o suficiente para permitir uma boa comparação de toda a área, eventualmente suprimindo essa irregularidade espacial. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Os principais atributos relacionados ao desenvolvimento da comunidade e seus respectivos indicadores são (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015):

- **Estrutura:** refere-se à organização espacial da comunidade vegetal; diferentes indicadores podem ser usados para caracterizar este atributo, tais como a altura média do dossel, presença de indivíduos emergentes, número de estratos verticais, cobertura do solo pela copa das árvores, estrutura do sub-bosque, densidade total de indivíduos e cobertura de gramíneas.
- **Composição:** mensurado pela riqueza de espécies nativas (plantadas ou regenerante), riqueza de invasoras e não invasoras, grupos funcionais, perda foliar, síndrome de polinização e de dispersão, dentre outros.
- **Funcionamento:** diz respeito ao restabelecimento dos processos ecológicos e os indicadores utilizados incluem mortalidade, recrutamento de indivíduos, herbivoria e predação de sementes, etc.
- **Serviços ecossistêmicos:** bens produzidos pelos ecossistemas, tais como alimentos, água doce, recursos genéticos, etc. 3 – culturais: são os benefícios sociais e psicológicos gerados à sociedade.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, a busca pelo desenvolvimento sustentável e a conscientização acerca da importância da preservação dos ecossistemas, inúmeros projetos de restauração vêm sendo executados; todavia, poucos são aqueles que obtêm sucesso. A escolha da técnica e de espécies a serem utilizadas, bem como um monitoramento antes, durante e depois da implantação são fatores fundamentais para o restabelecimento de florestas saudáveis e diversas.

REFERÊNCIAS

BRANCALION, P.H.S; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de textos. 2015.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 429, de 28 de fevereiro de 2011**. Publicada no DOU nº 43, em 02 mar. 2011. Brasília: CONAMA, 2011.

CECCON, E. **Restauración em bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales**. México: Ediciones Diaz de Santos, 2013.

CLEWELL, A.F; ARONSON, J. **Ecological restoration: principles, values and structure of an emerging profession**. 2ª ed. Island press, 2013.

MARTINS, S.V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2015.

RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora planta, 2001.

RODRIGUES, R.R; BRANCALION, P.H.S; ISEMHAGEN, I. **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009.

RODRIGUES, E. **Ecologia da restauração**. Londrina: Editora Planta, 2013.

SER - Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International. 2004.

ASPECTOS ECOLÓGICOS DA RESTAURAÇÃO FLORESTAL

Schirley Costalonga

Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos
Hídricos
Cariacica – Espírito Santo

RESUMO: As ações antrópicas podem causar modificações severas nos ecossistemas, impactando sua estrutura e composição biológica e impedindo sua autorrecuperação. Nesse contexto, o restaurador deverá ter conhecimento acerca das bases ecológicas vigentes em um ecossistema equilibrado e aplica-las no projeto de restauração a fim de ter sucesso no restabelecimento dos mecanismos ecológicos responsáveis pela autorregulação intrínseca dos ecossistemas; ademais, a comparação com fragmentos florestais saudáveis permite corrigir a trajetória da restauração rapidamente.

PALAVRAS-CHAVE: Atributos de ecossistemas. Sucessão ecológica. Filtros ambientais. Ecologia da restauração.

ECOLOGICAL ASPECTS OF FOREST RESTORATION

ABSTRACT: The human actions can affect the structure and biological composition of ecosystems, preventing their recover by themselves. In this context, the restoration

professional should have knowledge about the ecological bases in force in a balanced ecosystem and apply them in the restoration project to be successful in restoring the ecological mechanisms responsible for intrinsic ecosystems self-regulation; moreover, it is essential to compare the progress of recovery with a healthy forest fragment to correct the restoration path quickly.

KEYWORDS: Ecosystem's attributes. Ecological succession. Environmental filters. Ecological restoration.

1 | INTRODUÇÃO

O uso indiscriminado dos recursos naturais afeta irremediavelmente a estrutura das comunidades biológicas, impedindo sua autorrecuperação.

Na busca pelo desenvolvimento sustentável, a restauração ambiental tem ganhado destaque, porém, poucos são os projetos bem-sucedidos, uma vez que, em sua maioria, não consideram os princípios ecológicos responsáveis pela manutenção de florestas preservadas. Diante disto, esse trabalho faz uma revisão sobre o surgimento da ecologia da restauração como ciência, suas bases ecológicas e os atributos necessários para que um ecossistema seja considerado

restaurado.

2 | O DESENVOLVIMENTO DA ECOLOGIA DA RESTAURAÇÃO

As primeiras intervenções humanas com a finalidade de incrementar a proteção dos recursos naturais e restabelecer as funções ecológicas de ambientes degradados eram puramente empíricas e sem qualquer fundamentação científica (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

No Brasil, a primeira iniciativa de recuperação ambiental ocorreu em 1844, com a atuação da polícia imperial no combate ao desmatamento de áreas montanhosas e culminou com o Decreto Imperial nº 577, que deu início ao reflorestamento da Floresta da Tijuca, em 1862 (CECCON, 2013; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Em 1920, ocorreram estudos sobre a revegetação de áreas degradadas pela mineração; quatorze anos depois, Aldo Leopold lançou a “Declaração ética da terra”, incluindo no conceito de conservação a restauração de comunidades ‘por meio da educação da população (CECCON, 2013).

A primeira definição de restauração, cunhada em 1980 por Brad Shaw e Chadwick, englobava toda e qualquer atividade que levasse à melhoria nas condições de áreas degradadas (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015); formavam-se, portanto, as bases científicas do que seria conhecida como a ciência da Ecologia da Restauração, tendo sido publicado o livro *Restoration Ecology* (MARTINS, 2015).

A Society for Ecological Restoration (SER) foi criada em 1988 e ampliou as discussões sobre restauração ecológica, resultando, em 1990, em sua primeira definição: “processo de alterar intencionalmente uma área para estabelecer um ecossistema histórico nativo” (CECCON, 2013; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

A partir daí diversas foram as alterações ocorridas tentando aprimorar essa definição; em 1993, Aronson e colaboradores dividiram o conceito em *strictu sensu* (definição dada pela SER em 1990) e *latu sensu* (simplesmente deter a degradação e redirecionar o local à uma trajetória semelhante àquela anterior ao dano) (CECCON, 2013).

Em 1994, a restauração foi redefinida como “processo de reparar o dano causado pelo homem à diversidade e dinâmica de ecossistemas nativos” (SER, apud BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015); porém, apenas um ano depois, a SER modificou o conceito adotado, passando a vigorar como “o processo de renovar e manter a saúde dos ecossistemas “. Nesse mesmo ano, a sucessão ecológica passou a ser vista como uma etapa da restauração (MEFFE; CARROL, apud CECCON, 2013).

Em 1999 aconteceu no Brasil, o I Simpósio sobre restauração ecológica de ecossistemas naturais (MARTINS, 2015).

Jackson, Lopukine e Hillyard disseram, em 2003, que a restauração ecológica era composta por 4 componentes (ecológico, social, cultural e econômico), levando - assim - à criação de uma definição holística proposta por Engel e Parrrota, sendo a restauração ecológica a ciência, prática e arte de assistir e manejar a recuperação da integridade ecológica dos ecossistemas, incluindo o nível mínimo de biodiversidade e de variabilidade na estrutura e funcionamento dos processos ecológicos, considerando-se seus valores ecológicos, econômicos e sociais (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Diante deste panorama, a SER adotou, em 2004, nova definição para restauração ecológica, vigente até os dias atuais: processo de assistência na recomposição de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído (CECCON, 2013; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Segundo Clewell e Aronson (2007, apud BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015), a restauração ecológica é,

(...) sob o ponto de vista ecológico, uma atividade intencional que inicia ou acelera a recuperação do ecossistema com relação à sua composição de espécies, estrutura de comunidade, função ecológica, adequabilidade do ambiente físico para dar suporte a biota e conectividade com a paisagem circundante. Sob o ponto de vista socioeconômico, o restabelecimento de fluxos de bens e serviços naturais (...) que os ecossistemas provêm à sociedade. Sob o ponto de vista dos valores pessoais e culturais, representa a renovação de nosso relacionamento com a natureza (...).

O processo de restauração no Brasil passou por diversas fases (RODRIGUES; BRANCALION; ISEMHAGEN, 2009):

- Fase 1 – Baseada no plantio aleatório e sem critérios ecológicos de espécies climáticas (final da sucessão), levando à introdução das principais espécies invasoras presentes no Brasil hoje;
- Fase 2 – A sucessão ecológica passou a nortear o plantio de árvores nativas, priorizando aquelas de crescimento rápido; entretanto, as espécies não pertenciam necessariamente à mesma fitofisionomia;
- Fase 3 – Restauração baseada na sucessão determinística, a fim de reproduzir na área em restauração uma floresta definida como modelo;
- Fase 4 – O modelo de floresta madura é abandonado e o foco é direcionado para a restauração dos processos ecológicos responsáveis pela reconstrução de uma floresta (fase atual);
- Fase 5 – Incorporação do conceito de diversidade genética na restauração ecológica;
- Fase 6 – Inserção de outras formas de vida no processo;
- Fase 7 – Adota-se o conceito de grupos funcionais;

- Fase 8 – A restauração ecológica passa a ser vista por uma óptica ecossistêmica, abrangendo todos os aspectos de um ecossistema equilibrado (incluindo suas funções biogeoquímicas) - fase futura.

3 | PRINCÍPIOS ECOLÓGICOS QUE NORTEIAM A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Por serem dinâmicos, a composição e abundância de espécies em um ecossistema dependem diretamente de uma série de processos ecológicos, como polinização, dispersão e germinação de sementes e o estabelecimento de plântulas (CLEWEL; ARONSON, 2013). A ciência base da restauração ecossistêmica é denominada Ecologia da Restauração, definida pela SER como

O processo de alterar intencionalmente um local para restabelecer um ecossistema que ocupava aquele local originalmente. O objetivo deste processo é copiar a estrutura, o funcionamento, a diversidade e a dinâmica de ecossistemas específicos” (RODRIGUES, 2001).

O principal interesse na restauração biológica é criar as condições ambientais adequadas que permitam a reintrodução das comunidades de fauna e, principalmente de flora (RODRIGUES, 2013), uma vez que esta constitui a base das cadeias tróficas (os produtores primários).

(...) a reconstrução da comunidade vegetal é condição fundamental para a restauração. Muitos animais dependem das plantas de maneira diária e constante para sua alimentação enquanto as plantas dependem dos animais de maneira mais casual para sua reprodução e nutrição; por isso, geralmente, a restauração da comunidade vegetal precede a animal. (RODRIGUES, 2013).

De modo geral, o estabelecimento de uma floresta dependerá do recrutamento de indivíduos da comunidade vegetal, ou seja,

(...) as sementes dispersas ou semeadas terão que germinar e dar origem a plântulas, ao passo que parte das sementes dispersas irá morrer; as plântulas, após emergirem, devem conseguir se estabelecer (...). Chama-se, então, de recrutamento o número de indivíduos que consegue passar de uma fase do ciclo de vida para outra em um dado intervalo de tempo. Para serem recrutados, os indivíduos (...) têm que sobreviver, crescer e se desenvolver, podendo então passar pelas fases de jovens ou de juvenil, depois de adulto jovem e mais tarde de adulto reprodutivo; no entanto, a efetiva formação e manutenção de uma população local (...) apenas ocorrerá quando os indivíduos (...) atingirem a fase reprodutiva e forem capazes de se reproduzir e formar frutos e sementes que, ao se espalharem pela floresta, germinarão e formarão novos indivíduos, que por sua vez reinicia o ciclo de vida da espécie na área. (CLEWEL; ARONSON, 2013).

Segundo Ceccon (2013), a restauração de um ecossistema requer uma vasta informação ecológica, visto que a interação entre os diferentes organismos que o compõe (como a relação planta-polinizador) determina como eles superarão as

perturbações existentes no ambiente; destarte, é imprescindível compreender como essas interações contribuem para a regeneração natural de locais impactados e quais os fatores limitantes ao processo.

Portanto, a dinâmica de um ecossistema é o resultado de mecanismos ecológicos que permitem sua autorregulação e reação às mudanças que, porventura, possam afetá-lo (CECCON, 2013). Esses mecanismos são:

3.1 Modelo de estados alternativos

Segundo este modelo, há diferentes combinações ao acaso para estados do ecossistema frente às condições ambientais ou distúrbios e estas combinações são intercambiáveis no tempo e espaço.

Assim, a influência exercida pelos distúrbios sobre a vegetação permite que ocorram diversas condições climáticas em um mesmo ambiente, haja vista a imprevisibilidade das trajetórias sucessionais (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

3.2 Modelo de estado e transição

De acordo com Ceccon (2013), este modelo “(...) tenta explicar desde os conceitos da não-linearidade às relações temporais existentes entre estados sucessionais de comunidades vegetais, onde as transições entre estados podem ser transitórias ou persistente e sua dinâmica é fortemente suscetível a perturbações naturais ou práticas de manejo”.

Dessa forma o habitat que é recriado nunca será exatamente idêntico ao anterior, assim como a chegada de novas espécies na comunidade não será igual, nem os distúrbios (naturais ou antrópicos) serão iguais e em mesma sequência temporal e tampouco a comunidade local se autorregulará, fatos que produzem uma reconstrução natural sem cópia. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

3.3 Teoria do acoplamento ou montagem de ecossistemas

Explica como sítios com condições ambientais semelhantes podem apresentar comunidades distintas. Segundo esta teoria, a formação da comunidade biológica é o resultado de flutuações ao acaso de um grupo comum de espécies e seus requerimentos a nível de nicho. “Assim, quando todas as espécies são ecologicamente equivalentes, a variação ao acaso na colonização, migração e taxa de extinção entre as espécies conduzirá a diferentes composições entre esses sítios” (CECCON, 2013).

De acordo com Rodrigues (2013), “as diferenças na composição de espécies de locais semelhantes se devem a diferentes ordens de chegada das espécies”, propiciando distintas oportunidades em diferentes momentos, conforme o momento em que elas se estabelecem.

Deste modo, uma sequência de montagem que inclua uma determinada espécie desde o início se desenrola de forma muito diversa daquelas que não incluem tal espécie. Como as sequências de imigração têm muito de acaso, (...) o equilíbrio que a comunidade encontra deveria igualmente ser ao acaso. (RODRIGUES, 2013).

A montagem de ecossistemas se baseia em três mecanismos ecológicos (RODRIGUES, 2013):

- 1 - Competição entre duas espécies, conferindo vantagem àquela que chega primeiro; portanto, a ordem de introdução é fundamental para a restauração;
- 2 - Presença de espécies-chave, cujo papel único no ecossistema interfere tanto na composição de espécies, como no meio abiótico;
- 3 - Quantidade de tentativas de imigração em uma comunidade, influenciando a composição de espécies de um local, destacando a importância do contexto da paisagem.

De modo geral, funciona como uma sucessão secundária, visto que,

Apesar da quantidade de espécies e de suas múltiplas combinações possíveis de chegada sugerirem infinitas possibilidades de montagem, ecossistemas costumam montar-se de formas típicas em determinados momentos e locais, porque, sendo constante o conjunto de espécies, serão também as estratégias de dispersão e aquelas que condicionam uma chegada precoce ou tardia na área degradada. (RODRIGUES, 2013).

Distúrbios ambientais fazem parte do processo de montagem de ecossistemas; níveis intermediários de distúrbios, insuficientes para impedir o estabelecimento de espécies, podem propiciar altos índices de diversidade por proporcionar oportunidade para as mais adaptadas (RODRIGUES, 2013).

3.4 Ontogenia

Refere-se ao estudo de como as relações ecológicas mudam ao longo da vida de um indivíduo, tendo em vista que seus diferentes estágios de vida requerem condições ambientais distintas (CECCON, 2013).

3.5 Sucessão ecológica

Definida como o processo ecológico no qual as comunidades vegetais se sucedem em um local graças às mudanças graduais e progressivas no ambiente (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015; MARTINS, 2015), a sucessão ecológica foi descrita no século XVII, mas só ganhou notoriedade em 1916 com os estudos de Clements (RODRIGUES, 2013;), sendo considerada, atualmente, a teoria mais utilizada na restauração.

Pode ser classificada em primária (quando ocorre em local onde o substrato nunca foi colonizado e a vegetação se estabelece pela primeira vez) e secundária

(ocorre em local onde a vegetação pré-existente foi eliminada) (BRANCALION, GANDOLFI E RODRIGUES, 2015; MARTINS, 2015).

De modo geral, as três premissas que norteiam o processo sucessional são:

- 1 – A disponibilidade diferencial de sítios abertos e condições favoráveis para que as plantas cresçam;
- 2 - A disponibilidade diferencial das espécies, ou seja, o fornecimento contínuo de espécies vegetais para que umas possam substituir as outras, permitindo mudanças;
- 3 - A necessidade de que as espécies presentes e ingressantes apresentem diferentes comportamentos e exigências ecológicas, para que também umas possam substituir as outras ao longo do tempo. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Ao longo do processo sucessional de uma floresta, ocorrem alterações consideráveis em seu desenvolvimento estrutural, ocasionando aumento de nutrientes e biomassa, devido às diferenças significativas na produção de serapilheira (RODRIGUES, 2013; MARTINS, 2015); por sua vez, a composição e riqueza de espécies também se modifica, seja por exclusão competitiva, seja por aumento na complexidade estrutural da comunidade vegetal, o que, em um efeito dominó, culmina em mudanças no habitat, redução na intensidade luminosa, incremento de biomassa e disponibilidade de nutrientes do solo, propiciando condições para que uma nova comunidade vegetal possa suceder a anterior (MARTINS, 2015). Assim, influência dos distúrbios na sucessão de comunidades vegetais (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Nesse contexto, as mudanças ocorridas também influenciam a dinâmica da fauna associada à vegetação, já que as espécies vegetais características de estágios sucessionais avançados de florestas tropicais apresentam a polinização e a dispersão de sementes realizadas pela interação com os animais. (MARTINS, 2015).

Diante disso e tendo em vista que as características físicas dos sistemas biológicos regem o fluxo de matéria e energia em ecossistemas, é fundamental para o processo de restauração que se considere a capacidade das espécies biológicas de alterar os atributos físicos de um ambiente (RODRIGUES, 2013).

A substituição de espécies ao longo da sucessão pode ocorrer conforme os seguintes mecanismos (RODRIGUES, 2013; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015; MARTINS, 2015):

1. Modelo de facilitação: parte do princípio que a primeira colonização após um distúrbio só pode ser feita por espécies pioneiras capazes de suportarem as condições desfavoráveis, tornando o ambiente apto para o estabelecimento de espécies com maior exigência ambiental. Assim, o estabelecimento de espécies características de fases mais tardias do processo sucessional depende diretamente daquelas ditas iniciais.

2. Modelo de inibição: os primeiros colonizadores se mantêm na área impedindo a entrada das espécies mais tardias até que haja uma nova perturbação para reiniciar o sistema.
3. Modelo de tolerância ou hipótese nula: a chegada dos primeiros colonizadores não influencia a chegada de espécies tardias.
4. Teoria de nicho: pressupõe que o sucesso na colonização de determinado local é determinado pela amplitude e sobreposição de nichos; a diferenciação de nicho permite que as espécies coexistam e evitem forte concorrência.
5. Teoria neutra unificada da biodiversidade e biogeografia: Contrária a teoria de nicho e prediz que a estrutura das comunidades é determinada por restrições na dispersão dos indivíduos, gerando uma alta correlação espacial da composição de espécies; destarte, as espécies seriam simpátricas e equivalentes troficamente (nichos ecológicos semelhantes), competindo por recursos iguais ou similares.
6. Teoria da redundância funcional: a extinção de espécies não provoca efeito no funcionamento do ecossistema, contanto que cada grupo funcional esteja representado minimamente por uma espécie.

Algumas vezes, pode ocorrer um desvio nas rotas naturais do processo sucessional em ecossistemas degradados, culminando na chamada sucessão suspensa.

Quando ocorre esse fenômeno, as entradas naturais aos ecossistemas já não são capazes de responder às perdas de matéria orgânica no solo, nutrientes, biomassa, fontes de propágulos, entre outros, sendo necessário, portanto, a intervenção humana para estabilizar e reverter os processos de degradação por meio da aceleração e do direcionamento da seleção natural. (CECCON, 2013).

De acordo com Tonhasca-Junior (2005, apud MARTINS 2015), o processo de sucessão em florestas tropicais tem forte relação com a teoria de plantas estrategistas *r* e *k*.

Plantas *r*-estrategistas investem em rápido crescimento, propágulos menores, elevadas taxas reprodutivas e pouca longevidade e, por isso, são mais adaptadas a ambientes de forte instabilidade. Plantas *k*-estrategistas [por sua vez] apresentam maior atividade, propágulos maiores, crescimento lento, melhor investimento reprodutivo e, por isso, são mais dependentes de ambientes estáveis. Assim, a colonização (...) se daria, primeiramente, pelas espécies pioneiras *r*-estrategistas, que possuem importante papel no sombreamento do solo e na melhoria das condições edáficas, passando, a posteriori, para a predominância respectivamente de espécies secundárias iniciais e tardias (*k* estrategistas).

3.6 Filtros ambientais

Segundo Rodrigues (2013), consistem no “conjunto de fatores [ou distúrbios] que impedem que os indivíduos passem à próxima fase”, exercendo influência diferenciada

conforme o estágio de seus ciclos de vida; para o autor, os filtros ambientais não são sequenciais e não interagem uns com os outros e as espécies que os superam e conseguem se estabelecer irão influenciar sua natureza, passando, então, a filtrar outras espécies (ex.: competição interespecífica).

No início do processo sucessional, o primeiro filtro a ser superado pelas espécies a fim de se estabelecerem em um novo local consiste nas características físicas do ambiente; superada esta barreira, outros filtros abióticos passam a ter influência e são fundamentais para a sustentabilidade de um ecossistema; nas etapas mais tardias da sucessão, onde a densidade e biomassa estão maiores, os filtros bióticos se tornam determinantes (RODRIGUES, 2013). De modo geral, quando os filtros sofrem modificações abruptas a ponto de alterar sua ocorrência natural, a capacidade de reação das comunidades é drasticamente reduzida, comprometendo a estabilidade dos ecossistemas, levando-o ao colapso (Ceccon, 2013).

Ao contrário, quando as modificações são lentas, facilitam a adaptação e o estabelecimento das espécies, além de elevar a sustentabilidade do ecossistema em questão (RODRIGUES, 2013).

Dentre os filtros ambientais, a interação entre a disponibilidade de matéria orgânica e radiação luminosa incidente exerce importante papel na sustentabilidade dos ecossistemas, tendo em vista que o material vegetal senescente (folhas, ramos e flores) se soma aos detritos animais e, durante sua decomposição, obstrui a quantidade de radiação solar que atinge o solo (RODRIGUES, 2013).

Em ecossistemas terrestres, a limitação da radiação solar direta no solo é quase sempre uma etapa importante da restauração, pois além de reduzir a evapotranspiração e com ela o estresse hídrico das plantas, também permite que pequenas raízes explorem melhor a fértil superfície do solo, o que é ainda mais importante para plantas menores, que ainda estão estabelecendo-se.

Em ecossistemas aquáticos esta matéria orgânica consome oxigênio do meio quando se decompõe, dificultando sua restauração. (RODRIGUES, 2013).

A composição dos filtros ambientais em um ecossistema é regida por dois mecanismos: competição e facilitação.

Facilitação é uma das forças mais poderosas da estruturação de comunidades vegetais e está sendo considerada como o mecanismo ecológico a ser usado como ferramenta de restauração (...). Os mecanismos de facilitação mais frequentemente lembrados são a atração de polinizadores, o impacto de arbustos na capacidade de compartilhar recursos por meio de redes de micorrizas e o efeito de planta focal, o que significa o auxílio e proteção de plântulas de espécies por indivíduos maduros de outra espécie.

(...)

Facilitação e competição não são mecanismos excludentes, afinal, por mais que duas plantas próximas melhorem o ambiente uma da outra, sempre estarão competindo em alguma medida (...). (RODRIGUES, 2013).

Em termos de condução da restauração em ecossistemas degradados, é preciso

considerar os diferentes papéis exercidos por esses mecanismos: em ambientes com degradações severas, a facilitação interespecífica assume maior relevância; por sua vez, em ambientes onde a melhoria dos processos ecológicos se deva à competição, a resposta máxima poderia ser atingida com combinações particulares de espécies mesmo em baixas densidades (RODRIGUES, 2013).

4 | CLASSIFICAÇÃO DE FRAGMENTOS FLORESTAIS DEGRADADOS E CARACTERÍSTICAS DE UM ECOSISTEMA DE REFERENCIA

Tendo em vista que o objetivo final da restauração ecológica é o restabelecimento, no local degradado, de condições ambientais similares a um ambiente preservado, a escolha adequada do ecossistema que servirá de referência para o planejamento e monitoramento do projeto é premissa fundamental para o sucesso da restauração e sua escolha deve ser baseada na expressão bem desenvolvida de sua biodiversidade.

Apesar da restauração almejar o estabelecimento de atributos semelhantes ao local adotado como referencial, sempre haverá diferenças.

Portanto, em uma floresta naturalmente restaurada, pode-se ou não encontrar as mesmas espécies que ocorrem na referência ou que ocorriam antes da degradação e, mesmo que se encontrem as mesmas espécies, os indivíduos que agora as representam não são os mesmos de antes, não têm exatamente o mesmo tamanho, a mesma forma de copa, etc. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Mesmo em um estado climácico, os ecossistemas são submetidos às variações naturais de composição e funcionamento, graças aos filtros que os constituem; destarte, recomenda-se que a referência para o projeto de restauração seja composta por um conjunto de fragmentos florestais com diferentes tamanhos e formatos, mas de mesma fitofisionomia do local a ser recuperado (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015). Segundo os autores,

Os fragmentos remanescentes ocorrentes na paisagem regional em diferentes posições do relevo e nível de degradação representam estados alternativos resultantes dos diferentes fatores de distúrbios aos quais os ecossistemas naturais foram submetidos historicamente (...). Dessa forma, esses fragmentos fornecem informações valiosíssimas para restauração, pois apontam os principais grupos de espécies em cada situação ambiental em que esses fragmentos estão presentes, que podem superar os filtros ecológicos resultantes dos diferentes fatores de distúrbio. Quanto maior for o número de fragmentos florestais amostrados como referência (...), maiores serão as chances de amostrar os possíveis estados alternativos que a área em restauração pode atingir no futuro. Haverá, portanto, maior base de conhecimento para planejar corretamente as ações e o conjunto de espécies a serem utilizadas no processo, bem como para monitorar no tempo a restauração dos processos ecológicos formadores e mantenedores de florestas tropicais.

Considerando os pressupostos acima,

Acredita-se que o ecossistema de referência maduro seja melhor referência como meta final de um processo de restauração ecológica, uma vez que (...) apresentarão mais espécies (...) e terão maiores interações entre essas espécies, além dos ecossistemas ali presentes serem mais complexos, tanto em termos estruturais como de funcionamento. Contudo, remanescentes intermediários também são bons candidatos a serem ecossistemas de referência. (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Segundo White e Walker (1997, apud CLEWELL; ARONSON, 2013), o ecossistema adotado como referência podem ser:

1. Mesmo lugar, mesmo período – o ecossistema a ser restaurado pode servir como referência, haja vista seu baixo nível de degradação, permitindo a preservação de características representativas de seu estado anterior;
2. Diferente lugar, mesmo período – adota-se como referência um refúgio, indicando que uma parte do ecossistema permanece intacto;
3. Mesmo lugar, diferente período – há informações sobre a história natural do local antes da degradação; e
4. Diferente lugar, diferente período – Não há informação disponível sobre o estado anterior à degradação, mas há informações sobre ecossistemas similares e próximos.

4.1 Atributos de ecossistemas restaurados

De acordo com a Society for Ecological Restoration (SER, 2004), um ecossistema verdadeiramente restaurado é autossuficiente em termos de recursos bióticos, além de apresentar resiliência frente às perturbações; haverá fluxos biótico e abiótico entre ele e fragmentos vizinhos, demonstrando ser esse um ambiente biologicamente saudável.

Por representarem o primeiro nível trófico, a comunidade vegetal é determinística para os atributos de ecossistemas restaurados, que podem ser diretos ou indiretos (SER, 2004; CLEWELL; ARONSON, 2013; BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

- Atributos diretos:

1. Composição de espécies: – um ecossistema restaurado contém um conjunto significativo e característico de espécies nativas (espécies invasoras estão ausentes), com representatividade de todos os grupos funcionais ou, caso falte algum, há potencial para colonizarem o local naturalmente;
2. Estrutura da comunidade – as populações estão abundantemente estabelecidas, com distribuição espacial adequada;
3. Ambiente abiótico – tem a capacidade física para sustentar populações reprodutivas, importante para sua estabilidade;

4. Contexto de paisagem – o ecossistema restaurado está perfeitamente integrado na paisagem com a qual interage, por meio de fluxos bióticos e abióticos.
- Atributos indiretos:
 1. Funcionalidade – os processos ecológicos ocorrem normalmente e em conformidade com seu estágio de desenvolvimento, sem sinais de disfunção;
 2. Continuidade histórica – a biodiversidade se recupera até o momento em que sua trajetória histórica foi interrompida;
 3. Complexidade ecológica – sua estrutura ecológica facilita a diferenciação de nichos e diversidade de habitats;
 4. Auto-organização - o ecossistema desenvolve estratégias para a conservação dos recursos naturais, aumentando sua autonomia;
 5. Resiliência - o ecossistema resiste e se auto recupera de distúrbios severos e pode, até mesmo, se beneficiar dos eventos de estresse.
 6. Autossustentabilidade - o ecossistema é autossustentável e possui potencial de resistir indefinidamente. Aspectos de sua biodiversidade podem sofrer alterações frente ao fluxo interno e mudanças ambientais externas, mas nada que o afete consideravelmente;
 7. Suporte da biosfera - o ecossistema produz seu próprio oxigênio atmosférico e absorve CO₂, provendo habitat ideal para espécies raras e endêmicas.

4.2 Classificação de fragmentos florestais quanto ao nível de degradação

O tamanho e forma de um fragmento florestal exercem papel crucial em sua estrutura e composição; fragmentos pequenos apresentam forte efeito de borda, levando ao predomínio de grupos funcionais característicos de estágios iniciais de sucessão. Já em fragmentos grandes e arredondados, há pouco efeito de borda, permitindo que o local sustente espécies com maiores exigências quanto aos recursos ambientais - final de sucessão (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015).

Dependendo do nível de perturbação existente, os fragmentos florestais podem ser classificados em (BRANCALION; GANDOLFI; RODRIGUES, 2015):

- Fragmentos conservados: sua estrutura e composição estão preservadas, bastando apenas isolá-los para protegê-los de possíveis perturbações;
- Fragmentos pouco degradados: seu isolamento pode promover sua recuperação, mas o manejo de competidoras e plantio de enriquecimento aceleram o processo; e
- Fragmentos degradados: necessitam de ações intensas quanto ao controle de competidoras e manutenção do plantio, haja vista que nunca se recupe-

rariam espontaneamente.

A avaliação do nível de degradação de um fragmento florestal pode ser feita segundo indicadores que mensurem os efeitos dos distúrbios sobre os componentes de uma comunidade. Dentre esses indicadores,

Os índices de integridade biológica (...) são indicadores bióticos que incorporam os componentes da comunidade que são sensíveis à uma ampla gama de ações humanas. (...). As medidas mais comuns utilizadas no índice de integridade biológica incluem as mudanças na riqueza taxonômica, na composição de espécies, na saúde dos indivíduos, na organização de cadeias tróficas e outros atributos biológicos que respondam à influência humana. (CECCON, 2013).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora seja uma ciência recente, a restauração ecológica está ganhando notoriedade e se tornando imprescindível frente à necessidade atual de se resgatar os serviços ecossistêmicos de locais degradados pela ação humana e, para que isso seja feito corretamente, em pouco tempo e com menos recursos financeiros, devem ser considerados todos os conceitos ecológicos necessários à ecossistemas em equilíbrio, buscando sua autossustentabilidade e resiliência.

REFERÊNCIAS

BRANCALION, P.H.S; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R.R. **Restauração florestal**. São Paulo: Oficina de textos. 2015.

CECCON, E. **Restauración em bosques tropicales: fundamentos ecológicos, prácticos y sociales**. México: Ediciones Diaz de Santos, 2013.

CLEWELL, A.F; ARONSON, J. **Ecological restoration: principles, values and structure of an emerging profession**. 2ª ed. Island press, 2013.

MARTINS, S.V. **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 2ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2015.

RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Editora planta, 2001.

RODRIGUES, R.R; BRANCALION, P.H.S; ISEMHAGEN, I. **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009.

RODRIGUES, E. **Ecologia da restauração**. Londrina: Editora Planta, 2013.

SER - Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International. 2004.

CRIAÇÃO DE CORREDORES ECOLÓGICOS URBANOS NA CIDADE DE PETROLINA

Uldérico Rios Oliveira

Universidade do Estado da Bahia – UNEB,
Departamento de Ciências Humanas, Campus IX,
Colegiado de Engenharia Agrônômica
Barreiras – Bahia

Ivan André Alvarez

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária –
EMBRAPA Territorial
Campinas – São Paulo

RESUMO: A criação de corredores ecológicos urbanos tem como finalidade principal interligar fragmentos florestais interrompidos por áreas urbanas. O objetivo aqui foi de propor a criação de corredores ecológicos urbanos na cidade de Petrolina a partir do diagnóstico da arborização urbana. Os estudos foram conduzidos no centro de Petrolina, Pernambuco. Os indivíduos arbóreos presentes foram georreferenciados e informações referentes ao inventário qualitativo das plantas foram coletadas. Os dados foram armazenados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) por meio do programa ArcGIS 9.1 onde criou-se um banco de dados das espécies. Foram encontrados 1440 indivíduos arbóreos, distribuídos em 13 famílias, 33 gêneros e 39 espécies. Foi indicada também uma lista de 26 espécies arbóreas da Caatinga para serem plantadas nas ruas e avenidas que irão compor os corredores. As informações

especializadas e reunidas num banco de dados resultaram em três corredores ecológicos urbanos que unirão os fragmentos da orla fluvial com o Parque Municipal Josepha Coelho e com o fragmento florestal do 72º Batalhão de Infantaria Motorizado.

PALAVRAS-CHAVE: arborização urbana; ecologia urbana; espaços verdes; geotecnologias.

CREATION OF URBAN ECOLOGICAL CORRIDORS IN PETROLINA CITY

ABSTRACT: The creation of urban ecological corridors has as its main purpose to interconnect forest fragments interrupted by urban areas. The objective here was to propose the creation of urban ecological corridors in the city of Petrolina from the diagnosis of urban afforestation. The studies were conducted at the center of Petrolina, Pernambuco. The tree individuals present were georeferenced and information regarding the qualitative inventory of the plants was collected. The data were stored in a Geographic Information System (GIS) through the ArcGIS 9.1 program where a species database was created. 1440 tree individuals were found, distributed in 13 families, 33 genera and 39 species. A list of 26 Caatinga tree species was also indicated to be planted in the streets and avenues that will make up the corridors. Spatialized information

gathered in a database resulted in three urban ecological corridors that will link the riverbank fragments with Josepha Coelho Municipal Park and the 72nd Motorized Infantry Battalion forest fragment.

KEYWORDS: urban arborization; urban ecology; green spaces; Geotechnology.

1 | INTRODUÇÃO

A vegetação sob todas as suas formas (arborização, áreas verdes, gramados, florestas urbanas) constitui um elemento do ecossistema urbano e natural. Por muito tempo os espaços verdes foram relegados ao segundo plano em função do crescimento e desenvolvimento das cidades, pois estava associada ao perigo e à rusticidade e frequentemente relacionada à falta de civilização (COSTA; FERREIRA, 2008).

A vegetação, quando constituída principalmente de espécies arbóreas, conduz a uma ampla gama de benefícios e funções ambientais; os espaços verdes urbanos frequentemente acomodam grupos variados de pequenos animais e flora, fornecendo locais acessíveis, com elementos naturais ou não, para o lazer da população (JIM; CHEN, 2003).

A arborização é essencial na composição do verde urbano e desempenha importante papel na manutenção da qualidade ambiental das cidades, influenciando significativamente nas condições microclimáticas. Segundo Milano e Dalcin (2000), as árvores nas cidades são de grande importância, as quais podem ser mensuradas, avaliadas e monitoradas, caracterizando benefícios e, conseqüentemente, objetivos que passam a ser estabelecidos no planejamento, como estabilização sonora, melhoria estética das cidades, ação sobre a saúde humana, benefícios sociais, econômicos e políticos.

A partir desta constante preocupação com o verde urbano, nascem as diversas propostas de conservação e preservação dos espaços verdes urbanos.

Em áreas de intenso crescimento populacional, a atividade humana transforma a paisagem original em um mosaico fragmentado. As manchas podem estar conectadas por corredores ecológicos que também têm suas qualidades como meio de fluxo gênico ou mesmo como hábitat para manutenção de população de espécies biológicas da flora e fauna determinadas pelos seus padrões espaciais (FORMAN, 1995).

Assim, os corredores ecológicos, delineados a partir de um minucioso processo de planejamento entre mais variados benefícios está relacionado à solução de conflitos e otimização dos benefícios existentes entre ocupação urbana e paisagens. Quando implantados, tornam-se extremamente importantes e proporcionado de uma série de vantagens, como: otimização de uso de recursos naturais; auxílio ao ordenamento do território; tentativa de frear a ocupação de áreas com valores ecológicos alto, evitando desastres naturais, e adaptação às mudanças climáticas, fornecendo maior

resiliência aos ambientes urbanos (LEITE, 2012).

Este trabalho teve como objetivo propor a criação de Corredores Ecológicos na cidade de Petrolina, com a perspectiva de contribuir para a manutenção e a recuperação das matas ciliares do rio São Francisco, consideradas áreas de preservação permanente, assim como estabelecer a ligação entre fragmentos florestais dentro da área urbana, proporcionem um fluxo gênico e habitat de espécies biológicas da flora e fauna.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos foram realizados na cidade de Petrolina, situada no sertão de Pernambuco (Figura 1), com uma população estimada de 343.865 habitantes e área de 4.561,870 km² (IBGE, 2018). O Clima Tropical Semiárido predomina, com médias anuais de temperatura de 26°C, precipitação de 535,5mm e de umidade relativa do ar de 66% (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2012). A vegetação natural predominante é de Caatinga hiperxerófila. Segundo Sá et al. (2003) o município de Petrolina está inserido em uma região de muito alta importância biológica e prioritária para conservação, aonde existem várias espécies de ocorrência endêmica e ameaçadas de extinção.



Figura 1. Localização da cidade de Petrolina-PE.

Os trabalhos da caracterização da arborização foram conduzidos na avenida Monsenhor Ângelo Sampaio com 1,09km, centro da cidade (Figura 2a); travessa Dr. Júlio de Melo com 524 m, centro (Figura 2b); rua Cabrobó com 732 m, no bairro Vila Eduardo (Figuras 2c); rua André Vidal de Negreiros com 651 m, no bairro Maria Auxiliadora (Figura 2d); e Orla Fluvial/avenida Cardoso de Sá com uma extensão aproximada de 2Km, centro (Figura 2e).



Figura 2. Locais do inventário arbóreo.

As atividades foram desenvolvidas a partir de estudos da arborização do centro da cidade de Petrolina-PE, no período entre 2009 a 2011, fundamentados nos trabalhos científicos (ALVAREZ et al., 2009; OLIVEIRA, et al., 2012), nascendo assim a proposta dos corredores ecológicos urbanos.

Foram observados os espaços e áreas verdes urbanas da cidade de Petrolina, por meio de visitas, observações “*in loco*”, análises de imagens de satélite e auxílio do Google Earth.

Foi realizado o levantamento de todas as espécies com altura mínima de 1,80 m, presentes nas ruas e avenidas pré-selecionadas (Figura 2). Analisou-se o mapa das áreas da cidade, onde todos os indivíduos arbóreos presentes foram georreferenciados com uso da tecnologia *Global Positioning System* (GPS), com precisão de 1 metro, mapeados, fotografados e identificados. Os dados foram coletados e organizados em formulários específicos e um banco de dados geográfico.

As espécies foram classificadas em exóticas, nativas do Brasil e do bioma Caatinga utilizando as referências GIULIETTI et al., 2002; LORENZI et al., 2001; LORENZI, 2002; LORENZI et al., 2003; LORENZI et al., 2004; LORENZI; SOUZA, 2008 e LORENZI, 2010.

Os dados foram armazenados no SIG e integrados às informações da base cartográfica. As análises espaciais foram realizadas por meio do programa ArcGIS 9.1®, no Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto da Embrapa Semiárido.

A lista das espécies com potenciais para compor os corredores ecológicos e as etapas para planejamento dos plantios foi obtida a partir de observações em campo,

produção de mudas da região, pesquisas e revisões bibliográficas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Espaços verdes urbanos de petrolina

Dentre os vários potenciais de espaços verdes urbanos analisados na cidade de Petrolina, aquelas que apresentam maiores potenciais para o estudo foram: A Orla Fluvial, Parque Municipal Josepha Coelho e o 72º Batalhão de Infantaria Motorizado. Essas áreas proporcionam maior conforto térmico ao ambiente urbano, filtram ruídos, amenizam a poluição sonora, elevam a qualidade do ar, aumentam o teor de oxigênio, aumentam o teor de umidade, absorvem o gás carbônico, predomínio de vegetação independente de seu porte e áreas de lazer/recreação. Além de apresentarem funções sociais, estéticas, ecológicas, educativas e psicológicas.

A Orla Fluvial/avenida Cardoso de Sá (Figura 3 e 4) localizada no centro da cidade de Petrolina, banhada pelo rio São Francisco, maior cartão postal da cidade, bastante utilizada pelos moradores e turistas para prática de lazer, esportes e eventos. Sua vegetação é bastante alterada, apesar de ser uma Área de Preservação Permanente.



Figura 3. Orla Fluvial: a) vegetação da “mata ciliar”; b) área para lazer e prática de esportes; c) área destinada para eventos; e d) Cais das “barquinhas”.



Figura 4. Imagem de satélite da Orla Fluvial/avenida Cardoso de Sá, Centro, Petrolina-PE (Google Earth, 2012).

O Parque Municipal Josepha Coelho (Figura 5 e 6), encontra-se no bairro Maria Auxiliadora, com uma área de aproximadamente 0,16 Km². O local é um dos principais espaços verdes, bastante utilizado pelos moradores, para eventos, lazer e a prática de esportes. Sua vegetação é bastante diversificada.



Figura 5. Parque Municipal Josepha Coelho: a) entrada principal; b) área de lazer e academia; c) área para prática de caminhada; e d) área para eventos.

Figura 6. Imagem de satélite do Parque Municipal Josepha Coelho, Maria Auxiliadora, Petrolina-PE (Google Earth, 2012).

O 72º Batalhão de Infantaria Motorizado (Figura 7 e 8) está localizado no bairro Vila Eduardo, com uma área de aproximadamente 5,20 km², da qual preserva, desde a sua criação, uma vegetação de 3 km² inserida na área, conta com o primeiro parque zoobotânico do Comando Militar do Nordeste, além de ser uma Área de Preservação Permanente. Segundo Verde-Oliva (2009) são 22 viveiros e mais de 40 espécies de vegetais, ajudando a preservar espécies da fauna e da flora do bioma da Caatinga.



Figura 7. 72º Batalhão de Infantaria Motorizado: a) entrada principal; b) área frontal da entrada; c) vista frontal, com destaque para vegetação; e d) Vista lateral.



Figura 8. Imagem de satélite do 72º Batalhão de Infantaria Motorizado, Vila Eduardo, Petrolina-PE (Google Earth, 2012).

Do ponto de vista ecológico, Lapoix (1979) considera fundamental uma distribuição espacial homogênea dos espaços verdes dentro da malha urbana. Segundo Poland (1973), do ponto de vista socioeconômico, principalmente no que se refere à recreação, esta consideração também é válida.

3.2 Caracterização da arborização

Nos locais, ruas e avenidas, selecionados para compor os corredores ecológicos urbanos foram analisados um total de 1440 indivíduos arbóreos, destes 93% foram identificados, os quais estão distribuídos em 13 famílias, 33 gêneros e 39 espécies. Destes indivíduos, 901 inventariados na Orla Fluvial, 119 na travessa Dr. Júlio de Melo, 111 na avenida Monsenhor Ângelo Sampaio, 184 na rua André Vidal de Negreiros e 125 na rua Cabrobó.

Dos 1440 indivíduos analisados, apenas 10,2% são nativas do Brasil, destes, 4,0% são nativas do bioma Caatinga (Figura 9), sendo caraibeira - *Tabebuia aurea* (1,9%) e mulungu - *Erythrina velutina* (0,2%) que ocorrem no bioma Caatinga, mas não exclusivamente (Nativa); juazeiro - *Ziziphus joazeiro* (1,0%), cascudo - *Handroanthus spongiosus* (0,5%), catingueira - *Poincianella pyramidalis* (0,2%), umbu - *Spondias tuberosa* (0,2%) ocorrem exclusivamente no bioma Caatinga (Endêmica).

As espécies mais abundantes em número de indivíduos foram algaroba - *Prosopis juliflora* (18,4%), fícus - *Ficus benjamina* (15,6%), *Leucaena* sp. (8,8%), tamareira - *Phoenix dactylifera* (8,5%) e nim - *Azadirachta indica* (7,7%) todas exóticas, as quais apresentam com 89,9%. Podemos também observar as 10 espécies mais representativas dentre as 39 espécies identificadas na Figura 10.

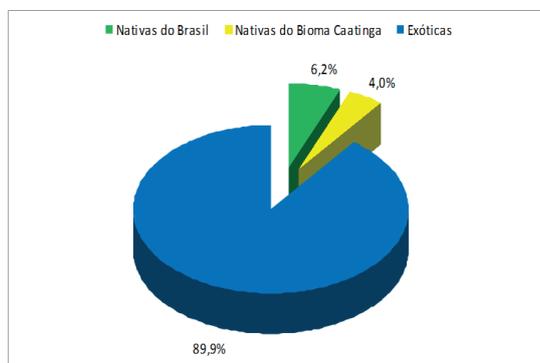


Figura 9. Relação dos indivíduos nativos do Brasil, Nativos do bioma Caatinga e Exóticas, presentes no levantamento arbóreo.

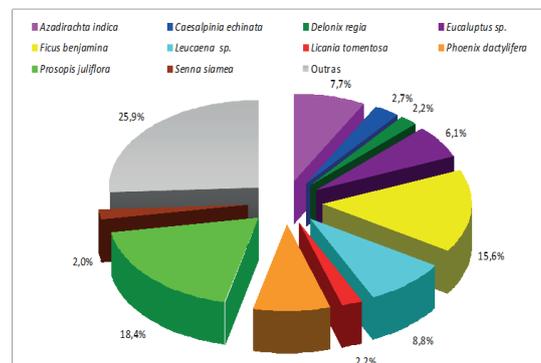


Figura 10. Representação das 10 principais espécies com maiores frequências no levantamento arbóreo.

Segundo Lima et al. (1990) a espécie de maior representatividade na cidade de Petrolina no ano de 1990 foi castanhola (*Terminalia catappa*) com um percentual de 49,89% da espécie. Segundo estudos baseados de Oliveira et al. (2009; 2011) e Alvarez et al. (2009) sobre a arborização do centro da cidade de Petrolina e no bairro São Gonçalo, fícus (*Ficus benjamina*) foi a espécie que apresentou maior quantidade.

No estudo foi possível perceber que o número de algaroba (*Prosopis juliflora*) está relativamente maior que o de fícus (*Ficus benjamina*). A grande concentração de algaroba (*Prosopis juliflora*) na Orla Fluvial deve-se ao fato de ser uma espécie invasora na mata ciliar do rio São Francisco.

O levantamento indica uma grande necessidade de plantio de espécies nativas do bioma Caatinga. Porém, atualmente a vegetação nativa que é quase inexistente, apresenta-se completamente devastada e o plantio de reposição ocorre sem planejamento e com utilização de espécies exóticas.

Segundo Alvarez et al. (2010) novos empreendimentos introduzidos na região de forma convencional removem em definitivo a vegetação nativa da Caatinga. Por sua vez esta atividade vem reduzindo a cobertura verde natural, podendo haver colapso ambiental do ecossistema existente.

4.3 Espacialização das espécies e proposta dos corredores ecológicos a partir da análise espacial

A partir das análises e observações dos 1440 indivíduos arbóreos, foram

georreferenciadas todas as espécies, o mapa foi exportado para o programa ArcGIS e gerado os *layers* dos indivíduos espacializados, como podemos observar nas Figuras 11 e 12.

A partir do mapa gerado, foi elaborado um banco de dados geográfico com plano de informação de cada espécie arbórea espacializadas (Figura 11), quanto a seu nome científico, popular, altura, tamanho da copa, tipo de poda, fitossanidade, danos associados e presença de rede elétrica (ao clicar sobre uma espécie aparecerá às informações).

Para finalizar, criou-se *layout* (Figura 12) a fim de representar como ficará a formação dos corredores ecológicos. A arborização das ruas e avenidas em estudo contribuirá na formação dos corredores ecológicos, as quais unirão os fragmentos das “matas ciliares” (Orla Fluvial/avenida Cardoso de Sá) com Parque Josepha Coelho e o 72º Batalhão de Infantaria Motorizado.



Figura 11. Indivíduos arbóreos espacializados com uso da ferramenta SIG.



Figura 12. Área dos corredores ecológicos urbanos na cidade de Petrolina-PE.

Ricklefs (2010) relata a importância de empregar a técnica de modelagem para estudar corredores ecológicos, tornando-se uma ferramenta especialmente poderosa se o modelo for combinado com experimento de campo.

Segundo o SNUC (2012) as atividades desenvolvidas nas áreas que compõem os corredores ecológicos devem ser feitas de forma que não interfiram significativamente na conexão da paisagem. Os corredores ecológicos podem ser partes integrantes de mosaicos de áreas protegidas.

4.4. Espécies indicadas

baseado em Alvarez et al. (2012), estudos, pesquisas, observações e visitas a campo, foi gerada uma lista de 26 espécies para serem plantadas nestas ruas e avenidas (Tabela 1), entre nativas e endêmicas do bioma Caatinga, com grande potencial para a arborização e formação dos corredores ecológicos, bem como o local onde estas espécies devem ser plantadas.

| Nome vulgar | Espécie | Local |
|------------------------|---|--|
| aroeira | <i>Myracrodruon urundeuva</i> M. Allemão | calçadas |
| baraúna | <i>Schinopsis brasiliensis</i> Engl. | calçadas |
| barriguda | <i>Ceiba glaziovii</i> K. Schum | canteiro central |
| caraibeira | <i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) S. Moore | calçadas largas e canteiro central |
| carnaúba | <i>Copernicia prunifera</i> (Mil.) H.E. Moorel | canteiro central |
| casculo ou sete-cascas | <i>Handroanthus shongiosus</i> (Rizzini) S. Grose | calçadas |
| catingueira | <i>Poincianella pyramidalis</i> (Tul.) L.P. Queiroz | canteiro central com fio de alta tensão ou compondo com uma espécie de maior porte |
| Feijão-bravo | <i>Cappars hastata</i> Jacq. | calçada estreita |
| guatambuzinho | <i>Aspidosperma riedelii</i> Mull. Arg. | calçadas largas e canteiro central |
| imbiuruçu | <i>Pseudobombax marginatum</i> (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A Robyns | canteiro central |
| imbiuruçu | <i>Pseudobombax simplicifolium</i> A. Robyns | canteiro central |
| imburana-de-cambão | <i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) J.B. Gillet | canteiro central |
| ipê-roxo | <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex. DC) Mattos | calçadas e canteiro central |
| Jatobá | <i>Hymenaea martiana</i> Hayne | calçadas largas e canteiro central |
| Juazeiro | <i>Ziziphus joazeiro</i> Mart. | canteiro central |
| licurizeiro | <i>Syagrus coronta</i> (mart.) Becc. | canteiro central |
| mangabeira | <i>Hancornia speciosa</i> Gomes | calçadas e canteiro central |
| monzé | <i>Albizia polycephala</i> (Benth.) Killip | calçadas largas e canteiro central |
| mulungu | <i>Erythrina velutrina</i> Jacq. | canteiro central |
| pau-branco | <i>Auxemma onocalyx</i> (Fr. All.) Baill. | calçadas e canteiro central |
| pau-mocó | <i>Luetzelburgia bahiensis</i> Yakovlev | caçadas estreitas |
| pereiro | <i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart | calçadas estreitas com uma condução correta (se irrigada, poda de 3 em 3 meses) |
| são-joão | <i>Senna spectabilis</i> (DC.) Irwin et Barn. Var. <i>Excelsa</i> (Schrad) H.S. Irwin & Barneby | calçadas (bem conduzido) |
| umbu | <i>Spondias tuberosa</i> Arruda | canteiro central |
| umbrana-de-cheiro | <i>Amburana cearensis</i> (Allemão) A.C. Sm. | calçadas largas e canteiro central |
| veludo | <i>Guettarda viburnoides</i> Cham. & Schltld. | calçadas e canteiro central |

Tabela 1. Lista de espécies para a serem utilizadas no plantio nas avenidas e ruas que formaram os corredores ecológicos.

Os plantios destas novas espécies ajudarão o deslocamento da fauna e flora como o aumento do número de espécies arbóreas do bioma local, assim os corredores ecológicos unirão os fragmentos das matas ciliares (Orla Fluvial) com ruas, avenidas, praças, Parque Municipal Josepha Coelho e com o fragmento florestal do 72º Batalhão de Infantaria Motorizado.

O uso de diferentes espécies nativas e a ampliação das áreas urbanas arborizadas são importantes para a diversificação e aumento das fontes de alimentação para a fauna silvestre.

Alvarez et al. (2012) comentam que vários aspectos técnicos devem ser levados em conta na escolha de uma árvore para arborização, em especial com espécies

da Caatinga; por exemplo, presença de espinhos, porte, inserção da folha no caule, época de flor ou inflorescência. Em resumo, as características botânicas da planta, junto com as arquitetônicas e paisagísticas do local a ser arborizado devem ser consideradas na escolha das espécies. Santana e Santos (1999) citam o fícus e o flamboyant como exemplo de plantas exóticas mal escolhidas na arborização urbana do semiárido.

Millano e Dalcin (2000) as árvores nas cidades apresentam diversos aspectos positivos, os quais podem ser mensurados, avaliados e monitorados, proporcionando o direcionamento do planejamento urbano. No caso do Semiárido não se conhece cidade que fez esse planejamento, portanto, é preciso que características típicas como a escassez de chuva por longo período, a intensa radiação e altas temperaturas sejam consideradas, mesmo para as plantas da Caatinga.

Entretanto a propagação das plantas apresenta segredos e detalhes importantes que precisam ser conhecidos por quem se aventura na área de produção de mudas. Da utilização adequada das inúmeras técnicas de propagação disponíveis, depende em muito a qualidade das mudas produzidas, a qual irá refletir no sucesso ou não do futuro plantio em campo.

Segundo Sanchotene (2009), em se tratando de qualidades das mudas para Arborização Urbana, está relacionada à saúde e ao padrão exigido para uso das mesmas em vias públicas, sendo ambos resultantes de técnicas de produção e cultivo adotadas. A grande maioria das espécies é propagada por semente ou estaca. A obtenção de mudas altas e com alta qualidade é um processo complexo. Algumas espécies crescem notadamente nas embalagens e, através de podas de formação, condução e adubação, conquistam o padrão necessário para serem usadas em Arborização Urbana, com relativa brevidade. Outras, após a germinação das sementes e com o porte adequado são embaladas, onde permanecem até constituírem torrão firme para posteriormente serem plantadas no chão recebendo tratamentos culturais em busca do padrão desejado.

A seleção das espécies deve considerar, necessariamente, os seguintes itens: capacidade de adaptação, sobrevivência e desenvolvimento no local do plantio, além de características como porte, tipo de copa, folhas, flores, ausência de frutos, hábito de crescimento das raízes, ausência de princípios tóxicos, adaptabilidade climática, resistência a pragas e doenças, tolerância a poluentes e a baixas condições de aeração do solo (RGE, 2010; ALVAREZ et al. 2012).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Petrolina apresenta-se com vários potenciais de espaços e verdes, merecendo destaque em estudo a Orla Fluvial, Parque Municipal Josepha Coelho e o 72º Batalhão de Infantaria Motorizado. No entanto, diante das observações pode-se

perceber que a expansão urbana na cidade acarretaram mudanças significativas na paisagem. O avanço do ambiente construído sobre os espaço e áreas verdes, deu uma nova configuração ambiental.

A ampla cobertura vegetal existente no passado deu lugar a uma ocupação residencial e em alguns casos com habitações construídas de maneira irregular, como é o caso da Orla Fluvial, as construções não obedecem ao Código Florestal, caracterizando o cenário da desvalorização das paisagens naturais. Assim, a disputa econômica pelo crescimento empresarial inibe propostas de recuperação, ou melhor, de conservação do que ainda resta de ambiente natural da região.

A arborização de Petrolina não apresenta uma identidade própria do bioma local (Caatinga). Portanto, é necessário que os órgãos competentes elaborem um Plano Diretor de Arborização Urbana que estabeleça normas de conservação das árvores nos logradouros públicos da cidade, bem como o plantio das espécies da flora nativa indicadas.

O banco de dados, as bases cartográficas, fotografias e os mapas temáticos gerados contribuíram com o estudo. As informações especializadas e reunidas num banco de dados foram adequadas para representar a arborização urbana na área dos corredores ecológicos urbanos.

A lista das espécies do bioma Caatinga apresentada é de suma importância, pois irá colaborar com a manutenção da biodiversidade, e assim formarão os corredores ecológicos urbanos que unirão os fragmentos das matas ciliares (Orla Fluvial) com o Parque Municipal Josepha Coelho e com o fragmento florestal do 72º Batalhão de Infantaria Motorizado.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, I. A.; OLIVEIRA, U. R.; CARVALHO, J. C. L. De; TAURA, T. A. **Uso de geotecnologias para subsidiar planos de ação da arborização viária do centro de Petrolina-PE.** In Anais 13º Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, Rio Branco. Diversidade na floresta e na cidade: coletânea de trabalhos. Rio Branco: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2009. 1 CD-ROM.

ALVAREZ, I. A.; OLIVEIRA, U. R.; SANTOS, S. M.; SILVA, M. P.; VASCONCELOS, V. A. F. **Inventário Arbóreo Urbano da Orla Fluvial da Cidade de Petrolina-PE para Implantação de Corredores Ecológicos.** In: Congresso Nacional de Botânica, SBB, Manaus-AM, 2010.

ALVAREZ, I.A.; OLIVEIRA, U.R.; MATTOS, P.P. de; BRAZ, E.M.; CANETTI, A. **Arborização urbana no semiárido:** espécies potenciais da Caatinga. Colombo, PR, Embrapa Florestas, Documentos 243, 2012.

COSTA, R. G.; FERREIRA, C.C M. **Um Estudo Das Áreas Verdes, Arborização Ligada ao Sistema Viário e Qualidade de Vida na Região Central da Cidade de Juiz de Fora - MG.** Revista Virtú, 2008.

EMBRAPA SEMI-ÁRIDO. **Médias Anuais da Estação Agrometeorológica de Bebedouro.** Disponível em: <<http://www.cpatas.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-anual.html>>, acesso em: 15 – set. - 2018.

FORMAN, R. T. **Land mosaics: the ecology of landscape and regions**. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.

GIULIETTI, A.M., HARLEY, R.M., QUEIROZ, L.P., BARBOSA, M.R.V., NETA, A.L.B.; FIGUEIREDO, M.A. 2002. Espécies endêmicas da Caatinga. SAMPAIO, E. V. S. B.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARO ROJAS, C.F.L. (Ed.). **Vegetação e flora da Caatinga**. Recife: PNE/CNIP, 2002. p.103-105.

IBGE – **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. 2018. Petrolina, Pernambuco. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/petrolina/panorama>>, acesso em: 05 – mai. - 2019.

JIM, C.Y.; CHEN, S.S. Comprehensive greenspace planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing City, China. **Landscape and Urban Planning**, [SI] v. 998. p. 1-22. 2003.

LAPOIX, F. Cidades verdes e abertas. In: **Enciclopédia de Ecologia**. São Paulo, EDUSP, 1979. p.324-336.

LEITE, J. R. **Corredores ecológicos na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo: possibilidades e conflitos**. Tese (Doutorado – Área de Concentração: Paisagem e Ambiente) – FAUUSP. São Paulo, 2012.

LIMA, P.C.F. ; OLIVEIRA, V.R.; NASCIMENTO, C.E.S. ; TORRES, S.B. **Diagnóstico da arborização de ruas de Petrolina-PE**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO DE RUAS DE PETROLINA-PE, 1990, CURITIBA. Anais, 1990.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M. **Plantas Ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras**. 4ª ed. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum. p.1120, 2008.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v.01, 4ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. p. 384, 2002.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras - manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v.02, 2ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. p.384, 2002.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores Exóticas no Brasil - madeiras, ornamentais e exóticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. p.384, 2003.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; COSTA, J.T. de M.; CEQUEIRA, L.S.C.; FERREIRA, E. **Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. 2ª ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. p.432, 2004.

LORENZI, H. **Flora brasileira: Arecaceae (palmeiras)**. 1 ed. São Paulo: Nova Odessa, , 367p 2010.

MILANO, M.S.; DALCIN, E.C. **Arborização de vias públicas**. Rio de Janeiro: Light, 2000.

OLIVEIRA, U. R.; SILVA, M. P. Da; VASCONCELOS, V. A. F. De; ALVAREZ, I. A. **Arborização urbana do centro de Petrolina-PE**. In Anais 13º Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, Rio Branco. Diversidade na floresta e na cidade: coletânea de trabalhos. Rio Branco: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2009. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, U. R.; COLICHINI, C. A.; ALVAREZ, I. A.; AMORIM, M. C. C. **Arborização das ruas do bairro São Gonçalo em Petrolina-PE**. In: XV Congresso Brasileiro de Arborização Urbana. Recife. Responsabilidade Pública e Qualidade Ambiental: coletânea de trabalhos. Sociedade Brasileira de Arborização Urbana: coletânea de trabalhos. 2011. 1 CD-ROM.

ONO, S.; BARROS, M. T. L. de; CONRADO, G. N.; **A utilização de SIG no planejamento e Gestão de Bacias Urbanas**. In: AbrhSig. São Paulo/SP: 2005.

POLAND, C.C. O verde urbano e o conservacionismo no planejamento das cidades. FBCN, **Boletim Informativo** nº 8. p.3-9. 1973.

RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010. xxxii, 503 p.

RGE - Rio Grande Energia/Gestão Ambiental. **Manual de Arborização Urbana**. Disponível em: <http://www.rge-rs.com.br/gestao_ambiental/index.asp>. Acessado em: 12 - dez. - 2012.

SÁ, I. B.; RICHÉ, G. R.; FOTIUS, G. A. Fatores abióticos: áreas e ações prioritárias para conservação da caatinga. In: SILVA, J. M. C. et al. (Org.). **Biodiversidade da caatinga**: e ações prioritárias para conservação. Brasília: 2003. p.37-44.

SANCHOTENE, M.C.C. **Mercado de Mudanças para Arborização Urbana: Padrão de Qualidade e Comércio no Rio Grande do Sul**. In Anais 13º Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, Rio Branco. Diversidade na floresta e na cidade: coletânea de trabalhos. Rio Branco: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, 2009. 1 CD-ROM.

SANTANA, J.R.F.; SANTOS, G.M.M. **Arborização do Campos da UEFS: exemplo a ser seguido ou um grande equívoco?**. Sitientibus, n.20, p.103-107. Feira de Santana, 1999.

SNUC - **SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA**. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/250/_publicacao/250_publicacao30082011035301.pdf>. Acesso em: 07 – dez. - 2012.

VERDE-OLIVA. 72º Batalhão de Infantaria Motorizado. **Revista Verde Oliva**, nº 200, ano XXXV, Ed. Jan/Fev/Mar, 2009.

IMPACTOS DO TROTE ECOLÓGICO IMPLANTADO NO CAMPUS UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, ENTRE 1990 A 1997: MEMÓRIA E PERCEPÇÃO DE UM LEGADO

Maria da Conceição Gonçalves Ferreira

Servidora Técnica-administrativa, Especialista em Administração Estratégica – FGV/UFPA e Mestra em Ciência e Meio Ambiente – PROPLAN/UFPA.
E-mail: conc@ufpa.br

Gilmar Wanzeller Siqueira

Servidor Técnico-administrativo e Professor Doutor no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Meio Ambiente do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará (PPGCMA/ICEN/UFPA). E-mail: gilmar@ufpa.br

Noemi Vianna Martins Leão

Pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural da Amazônia. E-mail: noemi.leao@embrapa.br

Teresa Cristina Cardoso Alvares

Servidora Técnica-administrativa e Mestra em Ciência e Meio Ambiente – ICB/UFPA. E-mail: alvarescristina@hotmail.com

Alzira Maria Ribeiro dos Reis

Servidora Técnica-Administrativa e Mestra em Ciência e Meio Ambiente – ICS/UFPA. E-mail: alzira0185@gmail.com

Camila Ferreira dos Santos

Aluna do Curso de Engenharia Mecânica da UFPA – ITEC/UFPA. E-mail: ferreiracamila@outlook.com

Milena de Lima Wanzeller

Bacharel e Licenciada em Artes Visuais pela Universidade da Amazônia (UNAMA). Aluna do Curso de Arquitetura da Faculdade Ideal (FACI) – E-mail: wanzellermilena@gmail.com

Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

Assistente Social pela Universidade da Amazônia (UNAMA) e Bacharel em Direito pela Faculdade Metropolitana da Amazônia (FAMAZ). E-mail: malics@yahoo.com.br

RESUMO: O Campus Universitário do Guamá sede da Universidade Federal do Pará foi instalada em uma área de várzea alagada, margeada e cortada por rios perenes, causando perda da cobertura vegetal nativa. Este estudo investiga os impactos do projeto Trote Ecológico implantado no campus no período de 1990 a 1997. A pesquisa baseou-se na memória documentada ou percebida dos implementadores e servidores que vivenciaram esses trotes. Os resultados mostram o êxito do projeto quanto à arborização do campus e na mudança de comportamento da comunidade universitária em relação às ações de preservação ambiental na instituição e para além dos muros institucionais.

PALAVRAS-CHAVE: Trote Ecológico; Reflorestamento; Educação Ambiental.

IMPACTS OF THE ECOLOGICAL TROT IMPLEMENTED AT THE UNIVERSITY CAMPUS OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF PARÁ, BETWEEN 1990 AND 1997: MEMORY AND PERCEPTION OF A LEGACY

ABSTRACT: The Guamá University Campus, headquartered at the Federal University of Pará, was installed in an area of flooded floodplain, bordered and cut by perennial rivers, causing loss of native vegetation. This study investigates the impacts of the Ecological Trot project implemented on campus from 1990 to 1997. The research was based on the documented or perceived memory of the implementers and servers who experienced these prank calls. The results show the success of the project in campus afforestation and in changing the behavior of the university community in relation to environmental preservation actions in the institution and beyond the institutional walls.

KEYWORDS: Ecological Trot; Reforestation; Environmental Education.

INTRODUÇÃO

Os recursos naturais sempre fizeram parte da cobiça do homem para a sustentação do desenvolvimento, como base para os sistemas econômico, social e político, constituindo cenários para os conflitos entre os povos. Para suprir as necessidades da humanidade, a capacidade dos recursos naturais e tecnológicos foram consideradas como fatores determinantes e condicionantes para o crescimento das populações e sua distribuição no território terrestre dos tempos antigos aos atuais (BURSZTYN; PERSEGONA, 2008).

Amato-Lourenço *et al.*, (2016) consideram que, o desenvolvimento de grandes metrópoles é fundamentado na condensação de processos sociais e espaciais, criando padrões urbanísticos inadequados e planejamentos desestruturados, na contramão de modelos urbanos mais sustentáveis. Assim, a diminuição de áreas verdes disponíveis à população, resultante de supressão de cobertura vegetal, destaca-se dentre os aspectos maléficos à vida associados aos processos de expansão acelerada das grandes metrópoles.

No Brasil, essas transformações foram remodelando o mapa econômico e humano e avançando do litoral no sentido das áreas interioranas e chegando enfim à Região Amazônica, causando danos ao um patrimônio ambiental de valor inestimável, onde as políticas de proteção ambiental não têm impedido o uso indevido e degradante desses recursos (SAYAGO *et al.*, 2004).

A Universidade Federal do Pará (UFPA) foi criada em 1957 funcionando em prédios espalhados na cidade, porém só foi instalada de forma agregada, na década de 60, em uma área de 450 hectares constituída de várzea e com densa vegetação, margeada e cortada por rios e igarapés. Para construção dos primeiros pavilhões de salas de aula que constituiriam o Conjunto Universitário Pioneiro, foi executado supressão vegetal nessas respectivas áreas, trazendo perdas ao meio ambiente (UFPA, 2010).

Este estudo tem como objetivo investigar os impactos causados pelo projeto Trote Ecológico (TE) implantado no campus sede da UFPA, em Belém do Pará, na Região Amazônica, no período de 1990 a 1997, a fim de determinar se houve legado

arbóreo e se contribuiu para o amadurecimento e a conscientização da comunidade acadêmica em relação às questões ambientais.

METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida teve um caráter descritivo, utilizando técnicas padronizadas de coletas de dados, tais como o questionário e a observação sistemática (GIL, 2002). Essa pesquisa fundamentou-se na memória documentada ou percebida pelos idealizadores e implementadores do projeto, e por servidores que vivenciaram o cotidiano das transformações ocorridas a partir da aplicação do TE. Verificou-se também a evolução da massa arbórea da área do estudo a partir do processamento de imagens de satélite da vegetação para o cálculo dessa massa nos anos de 2005, 2011 e 2017.

O Campus sede da UFPA está localizado na cidade de Belém, capital do Estado do Pará, situado à margem direita do Rio Guamá a 1° 28' 18" S de latitude e 48° 27' 09" W de longitude, com área territorial aproximada de 2.064.755,90 m². Popularmente é chamado de Campus Guamá. Porém, a partir de do ano de 2007, passou a ser denominado oficialmente de Cidade Universitária José Silveira Netto, em homenagem ao fundador da Universidade (LISBÔA, 2011).

A Figura 1 apresenta uma visão geral da sede do campus universitário da UFPA, com a delimitação da área pesquisada em vermelho.



Figura 1: Mapa de localização da sede do Campus Universitário da UFPA.

Fonte: Ferreira, (p. 64, 2019).

A pesquisa foi estruturada em três fases distintas: a primeira fase teve como

objetivo identificar idealizadores ou implementadores do TE que pudessem relatar como se deu a implementação do TE na instituição; a segunda fase objetivou identificar o legado do TE baseado na percepção e na memória dos servidores técnicos-administrativo em educação que trabalhavam no campus no período de implantação desse projeto e que ainda permanecem ativos na instituição; e, a terceira fase teve como objetivo determinar o desenvolvimento da vegetação na área de estudo ao longo do tempo, após a aplicação do TE. Para tal, foi solicitado ao Sistema de Proteção da Amazônia Centro Regional de Belém (SIPAM CR BE) dados relacionados às imagens de satélite da vegetação na referida área, nos anos de 2005, 2011 e 2017, bem como a quantificação da vegetação na área de estudo nesses anos.

Ressalta-se que essa pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFPA, e aprovada pelo no dia 23 de janeiro de 2019, sob o Parecer Consubstanciado nº 3.118.929 - CAAE 01802918.5.0000.0018

ENTENDENDO O TROTE ECOLÓGICO ACADÊMICO NA UFPA

A UFPA desde a implantação de seu Conjunto Universitário Pioneiro luta em favor da recuperação das áreas degradadas de seu campus sede, e de outros diversos locais onde atua, seja em seus espaços não contíguos ao campus sede como a Escola de Aplicação, ou em seus *campi* e núcleos no interior do estado (UFPA, 1991). Porém, apesar das muitas tentativas de arborização no campus, o cenário desértico perdurou por décadas na instituição.

Foi nesse contexto que o projeto do TE foi idealizado e implantado a partir do concurso vestibular do ano de 1990 na UFPA, durante a gestão do então reitor Nilson Pinto de Oliveira, que tinha como vice-reitor o médico sanitário militante das causas ambientais preservacionistas, Camillo Martins Vianna, o qual capitaneava um grupo de preservacionistas das mais diversas áreas em torno das questões ambientais, especialmente as referentes à Amazônia (UFPA, 1990b).

O TE foi replicado como evento principal da programação de acolhimento dos ingressantes na instituição até 1997 e tinha a pretensão de contribuir no desenvolvimento de uma consciência preservacionista e de pertencimento nos alunos ingressantes da instituição e em toda a comunidade acadêmica, com o compromisso sócio-ambiental de reflorestar, para assim, recuperar os solos das áreas devastadas do campus da UFPA. O projeto agregava também a ideia de tornar mais humana e menos agressiva o ingresso dos alunos na Universidade, se contrapondo aos trotes desrespeitosos e violentos comumente aplicados no país, no ritual de passagem para ensino superior quando da aprovação do candidato no vestibular. A recepção do calouro na vida acadêmica sem uso de violência, demonstrava a possibilidade de construção de um mundo melhor (UFPA, 1990a).

O TE foi pensado para tornar-se um ícone na história da UFPA, pois previa a introdução de 200 espécies da Região Amazônica, além de algumas espécies

exóticas importantes culturalmente na região, úteis e de boa adaptação na região. Seria um legado para estudos e pesquisas às gerações futuras (UFPA, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa documental e os relatos obtidos junto aos implementadores do TE na primeira fase da pesquisa, evidenciaram que a UFPA implementou o TE durante oito anos, no período de 1990 a 1997. A aplicação do TE foi mais intensa nos os setores Básico e Profissional do Campus sede da UFPA, por serem as áreas mais desérticas do campus.

O êxito do projeto ficou evidenciado por meio de sua evolução e pelo seu espraiamento para os demais espaços do território da UFPA e ultrapassando seus muros, sendo adotado por outros órgãos e escolas como: a Mineração Rio do Norte, Secretaria de Agricultura do Estado do Pará, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, Sociedade de Preservação dos Recursos Naturais da Amazônia, União de ensino Superior do Pará e Vale do Rio Doce, Museu Paraense Emílio Goeldi, Escolas em Belém, dentre outros (UFPA, 1993). O prefeito do campus da UFPA da época, o Professor João Castro Filho, ressalta ainda que o projeto foi adotado em outras universidades do país e também no exterior, como a universidade em Nice na França (UFPA, 1993).

Dentre as oito questões constantes no formulário aplicado para coleta de percepção a questão 1: Você conheceu o Trote Ecológico implantado no campus sede da UFPA (1990 a 1997)? - Dos 122 servidores da amostra, 119 confirmaram ter conhecimento do TE aplicado na UFPA e somente 3 responderam que não conheceram o TE, isso porque, apesar de constarem no banco de dados com lotação no campus sede da UFPA, na verdade essas três pessoas estavam exercendo suas atividades em unidades fora do campus.

Na questão 2: Você teve alguma participação no Trote Ecológico? De o total da amostra de 122 servidores, 117 confirmaram com SIM e 5 responderam com NÃO assinalando que não tiveram nenhuma participação, como pode ser visto na figura 1, o resultado evidencia o êxito da amostra escolhida para a pesquisa de percepção do estudo, já a 96% confirmaram participação no TE.

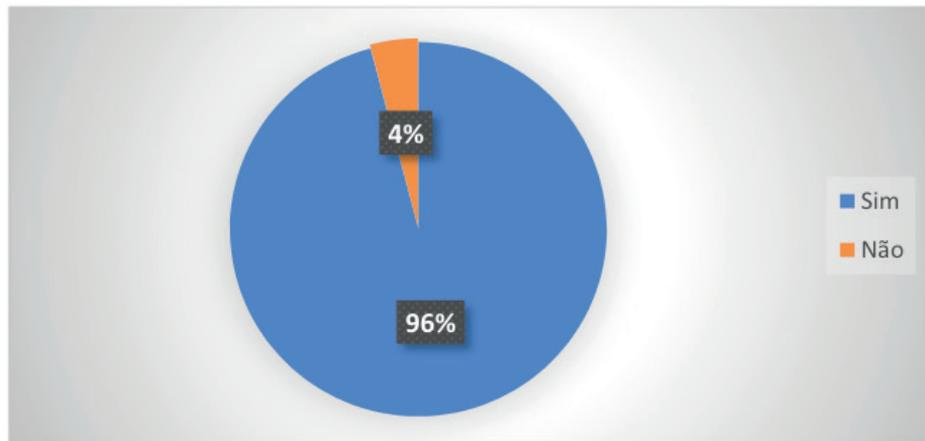


Figura 1: Resultado da questão 2 sobre a participação no Trote Ecológico.

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 3: Se SIM, qual sua participação? está subordinada a questão 2 anterior. As opções para respostas eram, “P” para quem teve participação ativa no TE e “O” para aqueles que só observaram o processo do TE. Dos 117 que responderam SIM na questão 2 anterior, 96 responderam com “O” e 21 marcaram “P”. Cinco servidores que completam a amostra não responderam, já que na questão 2 esses servidores responderam como “NÃO”, como mostra a figura 2. A evidência mostrada nessa figura, é explicada por meio do contexto organizacional, já que os servidores técnicos-administrativo permeiam na instituição cotidianamente em seus afazeres ligados a suas funções, e portanto, não tinham muita disponibilidade para atuar ativamente no TE, enquanto que os que confirmaram participação “P” são identificados como servidores cuja funções o colocam diretamente no contexto de aplicação do TE, são os vigilantes, motoristas, carpinteiros, jardineiros e aqueles servidores responsáveis por atividades de acolhimento aos ingressantes na vida acadêmica.

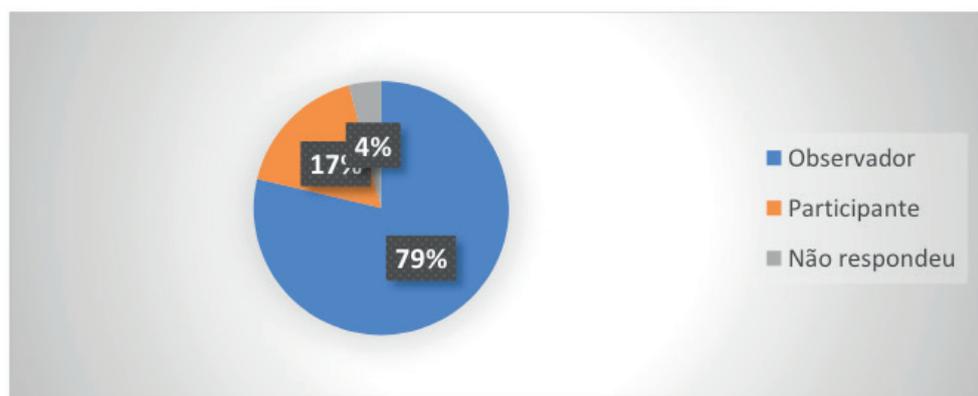


Figura 2: Resultado da questão 3 sobre o tipo de participação no Trote Ecológico.

Fonte: Dados da pesquisa.

A questão 4: Você considera o Trote Ecológico um instrumento importante para Educação Ambiental? Da amostra de 122 servidores, 118 confirmaram com SIM,

um servidor NÃO e 3 não houve resposta como pode ser visto na figura 3. Quando analisamos essa figura, evidenciam a concordância quase unânime dos respondentes em considerarem o TE como um instrumento importante para a EA na comunidade acadêmica.

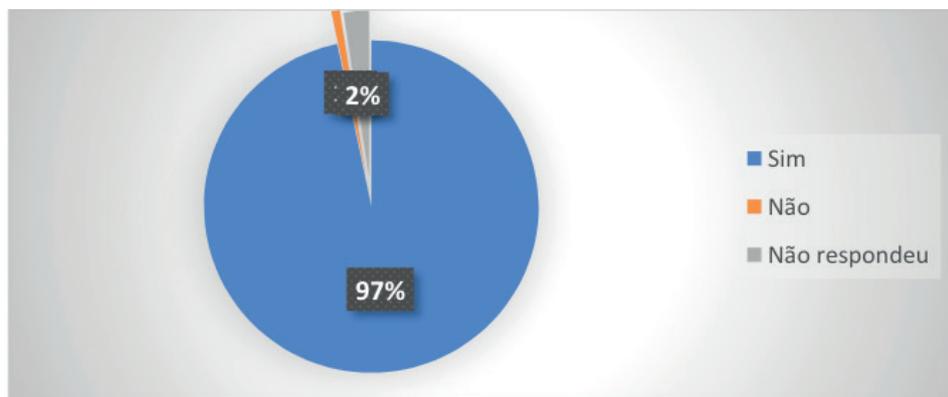


Figura 3: Resultado da questão 4 sobre Trote Ecológico ser um instrumento importante para Educação Ambiental

Fonte: Dados da pesquisa

A questão 5: Você concorda que o Trote Ecológico foi um instrumento fundamental para a arborização do campus sede da UFPA? Dos 119 servidores que vivenciaram o TE, houve unanimidade na resposta SIM como pode ser visto na figura 4. O resultado da questão 5 mostra uma unanimidade na concordância de que o TE foi fundamental para a arborização do campus, e certifica o aspecto do legado arbóreo para a Instituição. Os 2% que não responderam trata-se daqueles servidores que estavam localizados fora do campus sede no período em que o TE foi aplicado.

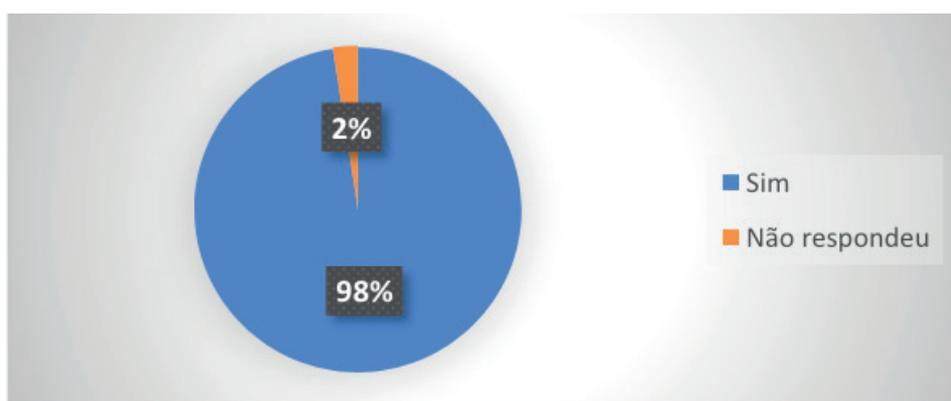


Figura 4: Resultado da questão 5 sobre o Trote Ecológico enquanto instrumento fundamental para a arborização do campus sede da UFPA.

Fonte: Dados da pesquisa

A questão 6: Qual o Trote de sua preferência para ser aplicado aos calouros na UFPA? Da amostra de 122, 114 optaram pelo modelo do TE enquanto, 4 preferiram o trote tradicional e 4 não houve resposta como pode ser visto na figura 05. As respostas da questão 6 evidenciam a preferência entre os entrevistados pelo TE no contexto

institucional, contra outros tipos de trotes culturalmente aplicados.

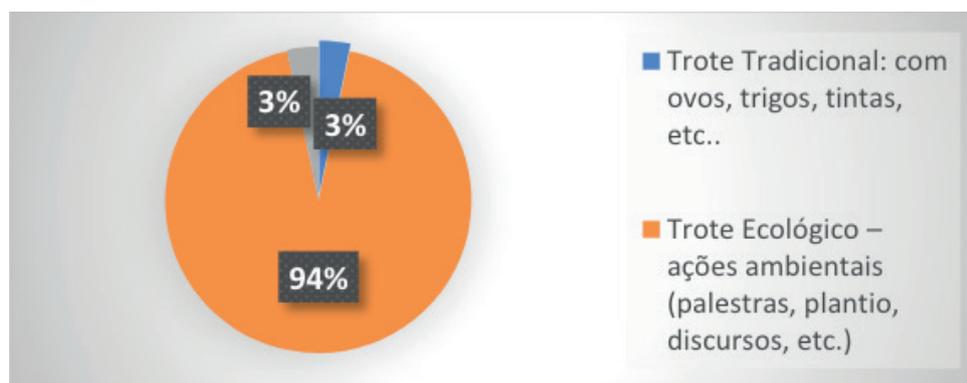


Figura 5: Resultado da questão 6 sobre a preferência em relação a tipos de trotes acadêmicos.

Fonte: Dados da pesquisa

As questões 7 e 8 são discursivas, onde o servidor ficava livre para se manifestar sobre elas. O objetivo dessas questões era importante para o estudo porque podia determinar por meio da percepção e memória do respondente, se ele percebeu mudanças na paisagem do campus, uma vez que ele vivencia o espaço desde a aplicação do TE até os dias de hoje.

Na questão 7, “Você poderia identificar alguma área onde houve plantio de árvore durante o TE, mas que deu lugar para construções (prédios, estacionamentos, outros.)? Se sim, cite”, o objetivo era coletar informações sobre áreas onde supressão vegetal foi percebida. Na análise, observou-se a concentração de respostas em relação a algumas áreas que, segundo os respondentes, houve maior concentração de impacto na paisagem com perda do “verde”: em frente a ponte sobre o igarapé Tucunduba, que liga o setor Básico do Profissional, vários prédios foram construídos, inclusive com perda de parte do bosque Paulo Cavalcante; em frente a Reitoria, onde foi perdido parte do bosque Adolpho Ducke; construção de prédios anexos a outros; construção do prédio da vigilância, que subtraiu uma parte do Bosque Murça Pires; dentre outros.

Na questão 8, “Você considera que o Trote Ecológico influenciou outras ações ligadas ao meio ambiente no âmbito da UFPA? Se SIM, quais?”- a ideia era identificar a percepção em relação ao legado da EA. A maioria das respostas considera que o TE favoreceu outras iniciativas de cuidados com o meio ambiente na instituição, resumidas em frases como: a preservação dos bosques Camillo Vianna e Benito Calzavara; as iniciativas em relação a mais plantio no campus, tanto por parte do setor de Paisagismo da Prefeitura do Campus como por iniciativas autônomas de algumas unidades da instituição, e, também por iniciativas individuais de servidores que passaram a plantar no próximo a seu local de trabalho, demonstrando assim, uma sensibilização que levou a mudança de comportamento dessas pessoas em relação a preservação e cuidados com o meio ambiente; a criação da Coordenadoria de Meio Ambiente da PCU, responsável por gerenciar coleta seletiva dos resíduos e avaliar

impactos, dentre outras atribuições; o setor de Paisagismo também foi percebido como mais atuante, principalmente nos últimos anos; a criação do Bosque UFPA Sustentável, localizado entre o Instituto de Educação e o Instituto de Tecnologia, uma iniciativa entre essas duas unidades, com a adoção de trotes ecológicos desde 2010 até hoje, aplicados com o apoio dos calouros dos cursos daqueles institutos.

As questões 9 e 10 foram estruturadas em itens: “a”, “b”, “c”, “d” e “e” alusivos ao tema enunciado da questão, onde o respondente atribuía um nível de importância para cada item, registrando valores de 1 a 5 sendo: 5 para importância máxima, 4 para importante, 3 para importância média, 2 para pouca importância e 1 para irrelevante.

Na questão 9 “Em relação ao Trote Ecológico quão importante você considera...”, contém os seguintes itens: a) Ver os calouros plantando “sua” árvore; b) Ver o envolvimento da comunidade universitária; c) As palestras e discursos sobre os temas relacionados ao meio ambiente; d) Os *shows* artísticos, e, e) Irrelevante (esse item foi suprimido na tabela por não constar marcação). A Tabela 2 a seguir sintetiza os resultados sobre a importância atribuída aos itens dessa questão.

| | Importância Máxima (%) | Importante (%) | Importância Média (%) | Pouco Importante (%) | Irrelevante (%) | Não Responde (%) |
|--|------------------------|----------------|-----------------------|----------------------|-----------------|------------------|
| a) Ver os calouros plantando “sua” árvore | 75 | 14 | 4 | 0 | 2 | 5 |
| b) Ver o envolvimento da comunidade universitária | 75 | 16 | 1 | 0 | 2 | 5 |
| c) As palestras e discursos sobre os temas relacionados ao meio ambiente | 61 | 18 | 13 | 1 | 2 | 6 |
| d) Os <i>shows</i> artísticos | 24 | 17 | 16 | 22 | 13 | 7 |

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Tabela 2 - Resultado sobre o grau de importância da questão 9, Campus sede UFPA, 2019

A tabela 2 acima, demonstra a relevância máxima atribuída pela maioria dos respondentes nos itens “a”, “b” e “c”, os quais evidenciam o processo de envolvimento da comunidade acadêmica na execução do TE; já o item “d” obteve o grau de importância máximo somente de 24% dos respondentes. Portanto, o movimento festivo em que os calouros eram envolvidos durante a aplicação do TE no campus, trazia uma dinâmica que agregava a comunidade acadêmica em torno da preservação do meio ambiente e a proteção de espécies da Amazônia brasileira, ao mesmo tempo em criava conexões para além dos muros institucionais.

A questão 10 “Nos dias atuais você considera como resultado do Trote Ecológico...”, agrega os seguintes itens: a) A arborização geral do campus; b) Os bosques como espaços de convivência e campo de pesquisa; c) A comunidade ficou mais alerta com as questões ambientais; d) Preservação de espécies da Amazônia Brasileira; e, e) Irrelevante (esse item foi suprimido na tabela por não constar

marcação). A Tabela 3 a seguir, demonstra os resultados sobre a importância atribuída aos itens dessa questão 10. A tabela 3 demonstra a relevância máxima atribuída pela maioria dos respondentes nos itens “a”, “b”, “c” e “d”; evidenciando a pertinências nas afirmativas desses quesitos e evidenciando o grau de importância do projeto TE para o campus, na percepção e na memória dos servidores técnico-administrativos entrevistados.

| | Importância Máxima (%) | Importante (%) | Importância Média (%) | Pouco Importante (%) | Irrelevante (%) | Não Respondeu (%) |
|--|------------------------|----------------|-----------------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| a) A arborização geral do campus | 81 | 16 | 3 | 2 | 1 | 7 |
| b) Os bosques como espaços de convivência e campo de pesquisa | 75 | 16 | 13 | 5 | 1 | 7 |
| c) A comunidade ficou mais alerta com as questões ambientais | 52 | 24 | 13 | 5 | 1 | 7 |
| d) Preservação de espécies da Amazônia Brasileira | 58 | 15 | 13 | 9 | 1 | 5 |

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Tabela 3 - Resultado sobre o grau de importância da questão 10, Campus sede UFPA, 2019.

A tabela 3 acima demonstra a relevância máxima atribuída pela maioria dos respondentes nos itens a, b, c, d evidenciando que os sujeitos da pesquisa concordam que o TE arborizou o campus, desenvolveu bosques e pomares, além de sensibilizar da comunidade acadêmica em relação às questões ambientais. Na terceira fase da pesquisa, verificou-se o desenvolvimento da vegetação na área de estudo ao longo do tempo, após a aplicação do TE, a partir de imagens de satélite processadas e fornecidas pelo SIPAM CR BE, que determinou a massa arbórea na área nos anos de 2005, 2011 e 2017, demonstrado na figura 6 a seguir.

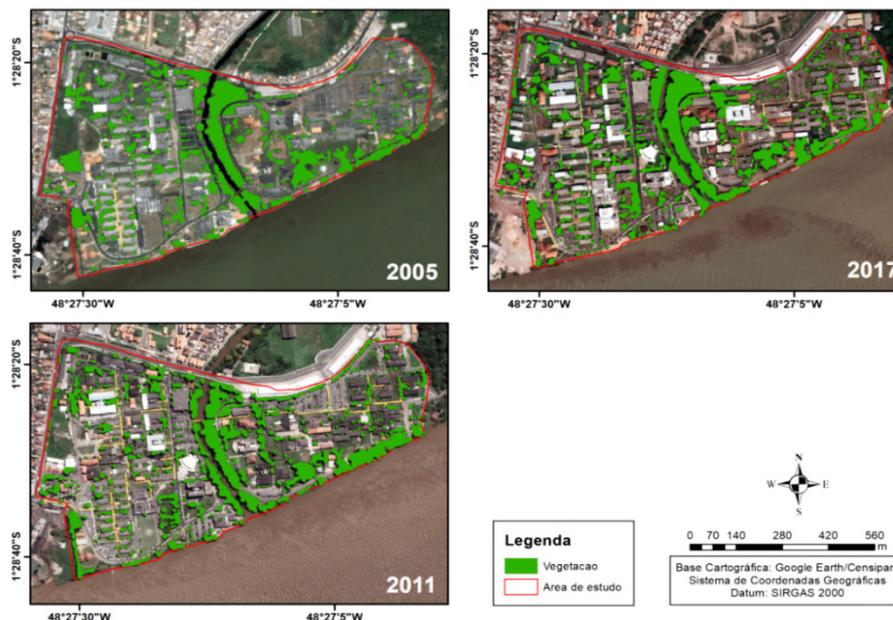


Figura 6: Mapas com as áreas florestadas no Básico e Profissional (2005, 2011 e 2017).

Fonte: SIPAM/CR/BE com base cartográfica da *Google Earth/IBGEworth* (2019)

Após a comparação entre as imagens nos anos de 2005, 2011 e 2017 foi calculado pelo SIPAM CR BE por meio do Sistema de Informações Geográficas, a massa arbórea da área do estudo, como mostra o quadro 1 a seguir:

| Ano/Imagem | Área em m ² | Ganho em m ² |
|------------|------------------------|-------------------------|
| 2005 | 106.800 | - |
| 2011 | 108.100 | 1.300 |
| 2017 | 122.800 | 14.700 |

Quadro 1: Evolução das áreas de vegetação, Campus sede UFFPA, 2019.

Fonte: SIPAM CR BE, (2019).

Os valores contidos no Quadro 1, demonstram que de 2005 a 2011 houve um ganho de massa arbórea de 1.300 m², de 2011 para 2017 o ganho foi de 14.700 m², sendo o ganho total de 16.000 m² considerando o período de 2005 a 2017, evidenciando que houve um impacto positivo na paisagem do campus em relação a cobertura arbórea, em consonância ao que foi percebido na pesquisa de percepção junto aos servidores objeto da pesquisa. Percebe-se ainda que, mesmo com as perdas arbóreas pontuais detectadas pela pesquisa, durante e após os oito anos de plantio e replantio, a prática do TE permaneceu como um instrumento de EA, para despertar a consciência ecológica dos calouros, de acordo (UFFPA, 1996) onde Camillo Vianna enfatiza o papel da UFFPA no processo de educação e valorização da floresta amazônica na contramão de sua acentuada devastação.

CONCLUSÕES

Três décadas após a aplicação do primeiro Trote Ecológico no campus sede da UFPA, a pesquisa constatou os impactos positivos que traduzem o êxito no alcance dos objetivos desse projeto por meio da evidenciação de um legado valioso tanto arbóreo como de educação ambiental deixado à instituição. Dessa forma, a arborização do Campus foi possível ao mesmo tempo em que chamava a atenção para o problema da degradação ambiental na Amazônia, despertando e conscientizando a sociedade para o tema ambiental, evidenciado nos resultados das três fases da pesquisa: a pesquisa documental e os relatos obtidos junto aos implementadores do TE evidenciaram que a adoção do TE na UFPA foi exitosa, e, que, evoluiu e espalhou-se para além de seus muros da instituição e do país, pois foi adotado até em uma universidade em Nice na França; na segunda fase a pesquisa de percepção junto aos servidores técnicos-administrativo, os quais observam a presença de áreas florestadas, em especial os bosques criados e preservados, a partir do TE, evidenciando uma educação ambiental, percebida pela sensibilização demonstrada pelos entrevistados e na mudança de comportamento da comunidade acadêmica; e, e a última fase da pesquisa comprovou que o TE impactou na evolução da massa arbórea, demonstrado com os cálculos de ganho de massa arbórea advindos a partir do TE e calculada a partir do processamento de imagens aéreas da área do estudo.

O TE tornou-se um símbolo orientador para outras ações relacionadas ao meio ambiente, espalhando-se para além dos muros da UFPA e assumindo outras configurações de forma a atender outras causas socioambientais emergentes, oportunizando o engajamento das gerações futuras no sentido de escrever uma história onde a natureza e a cadeia da vida possam coexistir sem que para isso o planeta feneça.

AGRADECIMENTOS

Em especial ao Professor Camillo Martins Vianna, militante das causas ambientais e líder do Projeto Trote Ecológico implementado na UFPA, na década de 90. Viveu até os últimos dos seus 93 anos lutando em favor dos recursos naturais e culturais da Amazônia.

REFERÊNCIAS

AMATO-LOURENÇO, Luís Fernando *et al.* Metrôpoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde. **Estud. av.**, São Paulo, v. 30, n. 86, p. 113-130, abr. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142016000100113&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 15 nov. 2017.

BURSZTYN, Marcel; PERSEGONA, Marcelo. A grande transformação ambiental: uma cronologia da dialética homem – natureza. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 405 p.

FERREIRA, Maria Gonçalves. **Trote Ecológico no Campus Sede da Universidade Federal do**

Pará, Belém-PA, Brasil: Memória e Percepção de um Legado. Dissertação de Mestrado Ciências e Meio Ambiente, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Meio Ambiente (PPGCMA), p. 95, 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LISBÔA, Larissa de Souza. **Uso e ocupação do solo na UFPA, Amazônia, Brasil:** história, evolução e desafios. 2011, 102f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental). Universidade de São Paulo, São Paulo: USP-S, 2011.

SAYAGO, Doris *et al.* **Amazônia: cenas e cenários.** Brasília: UnB, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. **Beira do Rio.** Informativo. UFPA. nº 37. Belém, jan. 1990a.

_____. **Beira do Rio.** Matéria: O verde trote de 1990. Órgão Informativo da Universidade Federal do Pará. nº 20. Belém, mar. 1990b.

_____. Registro da Prefeitura do Campus Universitário. Belém, 1991.

_____. **Órgão Informativo da Universidade Federal do Pará.** O Sucesso do Trote Ecológico de 1993. UFPA. nº 54. Belém, 2 de mar.1993.

_____. **Orla da UFPA será revitalizada.** 2010. Disponível em:

<https://ww2.ufpa.br/imprensa/noticia.php?cod=3752>. Acesso em: 13 mai. 2018.

_____. **Beira do Rio:** Jornal do campus. As flores do Campus: Jardins floridos juntam-se à beleza do Campus da UFPA. Órgão Informativo da Universidade Federal do Pará. nº 42. Belém, nov. 1996.

REDE DE ECONOMIA SOLIDÁRIA: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO NA BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES (BDTD)

Ted Dal Coletto
Marcos Ricardo Rosa Georges

RESUMO: O trabalho tem como característica a pesquisa bibliométrica, com o intuito da geração de conhecimento sobre o tema rede de economia solidária, a geração do conhecimento foi feita através das publicações realizadas na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). A análise foi feita com base nas seguintes características: gênero dos autores, método de coleta, estado da publicação, ano da publicação, instituição onde foi publicada, divisão entre tese e dissertações, característica da publicação e tema da publicação. Os resultados foram analisados e apresentados no trabalho.

1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e a ascensão do capitalismo nos últimos 50 anos acabaram gerando uma grande concentração de renda e desigualdades por todo mundo, a degradação do meio ambiente esta fortemente ligada a este processo de “desenvolvimento econômico”, pois os capitalistas visam somente lucros e com isso devastam o meio ambiente seja por resíduos de produção, desmatamento,

poluição de rios e outros fatores.

A sustentabilidade começou a ganhar atenção e visibilidade há pouco mais de 40 anos. O primeiro evento internacional relacionado ao tema foi a Conferência de Estocolmo em 1972 na Suécia, e as primeiras discussões começaram a surgir em relação á preservação do meio ambiente para as futuras gerações. Em 1992 ocorreu a ECO 92 ou RIO 92, neste evento foram definidas políticas para que pudessem se obter resultados positivos em relação ao meio ambiente, como a Convenção do Clima. Em 2002 ocorreu a Rio+10 em Johannesburgo, África do Sul com objetivo de se alcançar o desenvolvimento sustentável com caráter de preservação dos recursos naturais. Por fim a Rio + 20 realizado no Rio de Janeiro em 2012, analisou políticas ambientais existentes para a conservação do meio ambiente, tornando o assunto cada vez mais em evidencia devido às mudanças climáticas e degradação do meio ambiente vivenciada em nossa historia.

A economia solidária ganhou força no Brasil nos anos 90 com o intuito de diminuir a disparidade e desigualdade de renda e proporcionar melhores condições de trabalho e renda para pessoas em situação vulnerável. A economia solidária vem sendo estuda e implementada de diversas formas e tem como

característica a igualdade, seja pela posse dos meios de produção ou autogestão onde os próprios participantes tomam as decisões de forma coletiva e democrática (SINGER, 2008). Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (apud GEORGE, 2013), a economia solidária apresenta as seguintes características:

“[...]”

- Cooperação: Existência de interesses e objetivos comuns, união dos esforços e capacidades, propriedade coletiva parcial ou total de bens, partilha dos resultados e responsabilidade solidária diante das dificuldades.
- Autogestão: Exercício de práticas participativas de autogestão nos processos de trabalho, nas definições estratégicas e cotidianas dos empreendimentos, na direção e coordenação das ações nos seus diversos graus e interesses.
- Dimensão Econômica: Agregação de esforços, recursos e conhecimentos para viabilizar as iniciativas coletivas de produção, prestação de serviços, beneficiamento, crédito, comercialização e consumo.
- Solidariedade: Preocupação permanente com a justa distribuição dos resultados e a melhoria das condições de vida de participantes. Comprometimento com o meio ambiente saudável e com a comunidade, com movimentos emancipatórios e com o bem estar de trabalhadoras e consumidoras.”

As economias em redes ganharam força após os anos 90, a evolução econômica após esse período foi evidente e transformadora e ainda continua sendo, as novas tecnologias, estudos e processos mudaram totalmente as relações de trabalho e produção (CASTELLS, 1999), a informação e o conhecimento estão sendo transmitidos a todo o momento de forma simultânea e acelera criando assim uma rede interligada por todas as partes do mundo, as informações sejam da ordem econômica ou informativa chega ao mundo todo em questões de segundo e isso esta mudando completamente as relações sociais e econômicas.

As redes de economia solidária estão crescendo e se tornando uma rede de organização alternativa aos modelos tradicionais e estão ligadas ao terceiro setor (FARAH, 2006), portanto estão sendo fundamentais para o desenvolvimento econômico e também contribui para o meio ambiente devido à preocupação em manter o ecossistema sustentável para não causar danos á sua própria fonte de renda.

A importância das redes de economia solidária está se espalhando pelo Brasil todo e estão sendo importantíssimas para o processo de transformação econômico e social devido a sua nova forma de organização, as redes solidárias de coletores de lixo tem extrema importância no papel de destinação adequada dos resíduos sólidos gerados nas cidades (GEORGES, 2013), assim esse tipo de rede contribui com a sustentabilidade das cidades e gerando renda para as pessoas que participam do processo econômico e esse é o ponto fundamental para a mudança de paradigma econômico sustentável.

A escolha do tema foi devido ao fato do grande crescimento desse setor na economia e o movimento incipiente nos estudos que vem sendo apresentados, já que o tema tem extrema importância e novos estudos e pesquisas podem trazer grandes

resultados para a economia e a sustentabilidade.

2 | OBJETIVO GERAL

Este estudo tem como objetivo geral analisar as publicações acadêmicas brasileiras de teses e dissertações relacionadas ao tema de rede de economia solidária.

Os objetivos específicos desse trabalho são:

- Compreender melhor o conceito de economia solidária e rede de economia solidária;
- Compreender melhor o conceito de sustentabilidade;
- Familiarizar se com publicações acadêmicas do tipo teses e dissertações e identificar as principais instituições que produzem sobre redes solidárias.

3 | METODOLOGIA

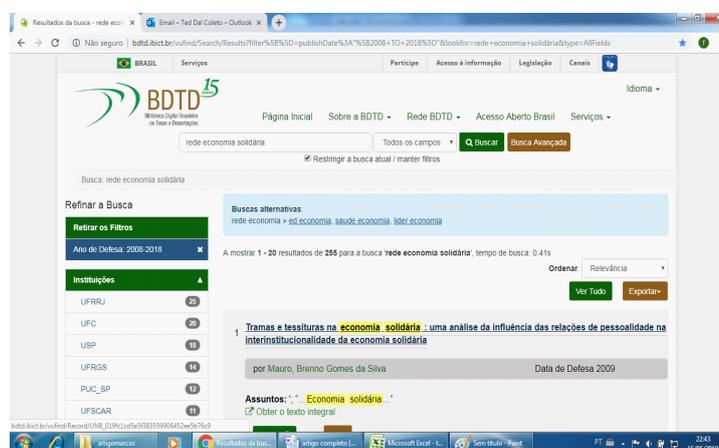
O presente estudo tem como metodologia o estudo bibliométrico visando responder o objetivo do estudo sobre analisar as Teses e Dissertações que contenham o assunto de Redes de Economia Solidária, portanto o foi realizada uma pesquisa de caráter qualitativo e quantitativo. A pesquisa bibliométrica tem como características fundamentais a identificação dos estudos, quantificação, análise e mostrar os estudos para se formar um padrão nos estudos já realizados em âmbito científico (ARAÚJO 2006).

A coleta de dados foi realizada na base da Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), por meio do princípio *desk research* que consiste em coletar informações disponíveis e já publicadas (NEVES e CONEJERO, 2012), as teses e dissertações foram selecionadas através das palavras chaves "rede economia solidária" e "*solidary network*", sendo duas expressões tema do estudo bibliométrico e a pesquisa foi realizada entre o ano de 2008 até 2018, a escolha da base para a realização do trabalho foi devido a sua importância em relação às publicações ocorridas, o portal conta com publicações de 114 instituições, totalizando 537.129 documentos publicados, as dissertações depositadas na base totalizam 394.651 e são 142.480 teses depositadas na base, portanto a escolha da base é de extrema importância e relevância para qualquer tema onde será feito um estudo bibliométrico consistente.

A pesquisa foi realizada na BDTD e resultou em 255 teses e dissertações, após o filtro sobre o tema foram selecionadas 22 teses e dissertações usando as palavras chaves mencionadas acima, a figura 1 demonstra como foi à coleta feita na BDTD, a análise das teses e dissertações ocorreu com o intuito de identificar a característica teórica ou estudo de caso (empírica), local da produção científica, tema principal, divisão entre teses e dissertações, total de publicações por ano no

período selecionado e a divisão entre gênero dos autores, permitindo assim uma análise do que já foi publicado no Brasil em relação a este tema. As publicações foram baixadas e exportadas para o Excel onde os dados foram gerados, transformados em informações e conhecimento para se obter os resultados do estudo.

Figura 1: Imagem da tela de busca avançada no portal da biblioteca digital brasileira de teses e dissertações



Fonte: <http://bdtb.ibict.br/vufind>, 2019

4 | RESULTADOS

Os resultados do estudo serão apresentados nesta seção, após a geração dos resultados em planilha de Excel constatou os seguintes resultados oriundos das 22 teses e dissertações selecionadas.

Com relação ao gênero dos autores as mulheres foram responsáveis por 72,73% das publicações realizadas totalizando 16 publicações, os homens foram responsáveis por 27,27% das publicações com um total de seis publicações realizadas no período analisado, demonstrado na tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Gênero da publicação

| Gênero | Número | % total |
|----------|--------|---------|
| Mulheres | 16 | 72,73% |
| Homens | 6 | 27,27% |
| Total | 22 | 100,00% |

Fonte: Elaboração própria

Com relação ao tipo de trabalho a diferenciação entre teses e dissertações publicadas resultou em um resultado surpreendente apenas duas teses foram publicadas no período analisado em quanto 20 trabalhos são dissertações, 90,91% foram dissertações, demonstrado na tabela 2 abaixo.

Tabela 2: Divisão entre tese e dissertações

| Tipo | Número | % total |
|--------------|--------|---------|
| Teses | 2 | 9,09% |
| Dissertações | 20 | 90,91% |
| Total | 22 | 100,00% |

Fonte: Elaboração própria

Os temas principais abordados foram em relação à análise das redes solidarias com 20 publicações num total de 90,91% do total, uma publicação tem como tema empreendimentos sociais solidários e a outra associações/cooperativismo totalizando 4,55% cada, a tabela 3 aborda esta relação.

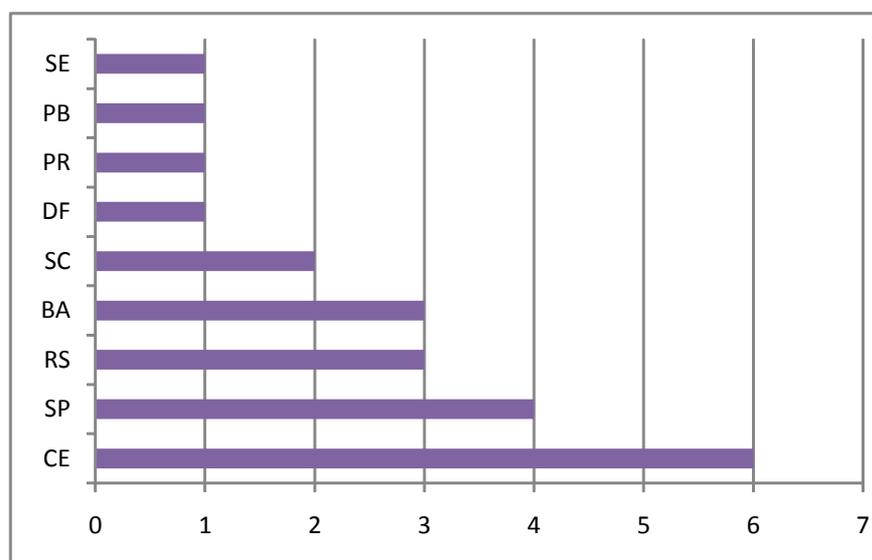
Tabela 3: Tema da publicação

| Tema | Número | % total |
|-------------------------|--------|---------|
| Redes | 20 | 90,91% |
| Emp. Sociais Solidários | 1 | 4,55% |
| Assoc/Cooperativas | 1 | 4,55% |
| Total | 22 | 100,00% |

Fonte: Elaboração própria

As universidades que estão tendo maiores publicações sobre as palavras chaves e o tema procurando foram a UNIFOR com quatro publicações, UFBA com três publicações, FURB com duas publicações, UFRGS com duas publicações e UFC também com duas publicações, a USP, UNESP, PUC-SP, UEPG, UFPB, UFPEL, UFS, UNISANTOS e UNB possuem uma publicação cada no período analisado de 2008 até 2018, com base nessas informações acima o estado do Ceará possui seis publicações, seguido por São Paulo com quatro publicações, Rio Grande do Sul e Bahia três publicações, Santa Catarina duas publicações e Distrito Federal, Paraná, Paraíba e Sergipe com uma publicação cada no estado, o gráfico 1 a seguir demonstra as publicações por estados.

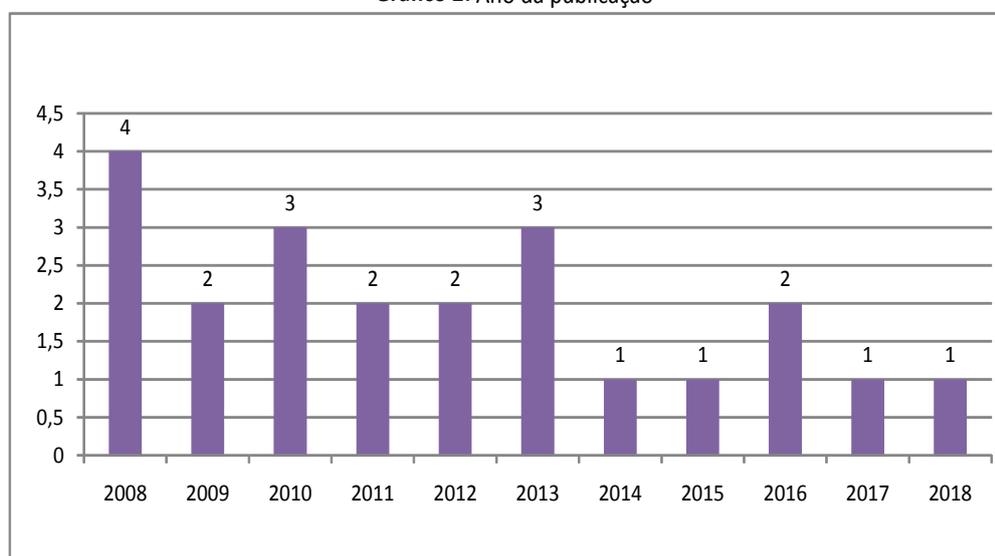
Gráfico 1: Estado da publicação



Fonte: Elaboração própria

Com relação ao ano das publicações, as publicações ocorreram com maior incidência no ano de 2008 com quatro publicações, 2010 e 2013 tiveram três publicações cada, nos anos de 2009, 2011, 2012, e 2016 foram realizadas duas publicações por ano e por fim nos anos de 2014, 2015, 2017 e 2018 contou com uma publicação cada, o ano de 2008 correspondeu por 18,18% das publicações realizadas no período analisado, a seguir o gráfico 2 com as publicações por ano.

Gráfico 2: Ano da publicação



Fonte: Elaboração própria

Com relação às características das publicações analisadas, o método do estudo de caso foi o mais escolhido em 18 publicações ele foi o escolhido com 81,82% do total, os estudos de caráter teórico somam duas publicações e duas publicações não foi possível localizar a característica contida no trabalho após longa análise, a tabela 4 mostra as características.

Tabela 4: Característica da publicação

| Característica | Número | % total |
|------------------|--------|---------|
| Estudo de caso | 18 | 81,82% |
| Teórico | 2 | 9,09% |
| S/ identificação | 2 | 9,09% |
| Total | 22 | 100,00% |

Fonte: Elaboração própria

Com relação ao método de coleta o mais usado foi à entrevista presente em doze publicações sendo assim um total de 54,55% de todas as publicações, o estudo bibliométrico combinado com a entrevista esteve presente em quatro publicações, o estudo bibliométrico esteve presente em três publicações, uma publicação foi realizada com questionários e novamente duas publicações não foram possíveis a identificação desses dados, a seguir a tabela 5 com o método de coleta.

Tabela 5: Método de coleta

| Método | Número | % total |
|------------------|--------|---------|
| Entrevista | 12 | 54,55% |
| Entrev/Biblio | 4 | 18,18% |
| Bibliométrico | 3 | 13,64% |
| Questionário | 1 | 4,55% |
| S/ identificação | 2 | 9,09% |
| Total | 22 | 100,00% |

Fonte: Elaboração própria

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo bibliométrico realizado com o tema principal Redes de Economia Solidária resultou em 22 teses e dissertações publicadas na BDTD no período de 2008 até 2018, a ocorrência do número de teses e dissertações publicadas mostram que este assunto ainda é incipiente no Brasil, na media foram apenas 2,2 publicações por ano no período analisado, considerado um resultado baixo pela importância do tema principalmente no Brasil, onde a desigualdade economia e social é muito alta e as redes de economia solidária podem ser uma saída pra essa situação e ajudam também em relação a sustentabilidade do meio ambiente, já que muitas redes exercem função social ambiental importantíssimas.

A incidência de maior número de publicações ocorreu no começo do período analisado, entre 2008 e 2013, onde se concentraram 72,73% das publicações com 16 publicações neste período, de 2013 até 2018 só tiveram seis publicações mostrando a diminuição no interesse" nos estudos desse tema. Um fator relevante

são os números de teses e dissertações publicadas, apenas duas teses mostrando que o tema precisa ser analisado com maior profundidade para a maior geração de conhecimento e expansões dessas redes solidariam por todo o Brasil, contribuindo com um desenvolvimento pleno de pessoas em situações menos desfavorecidas e vulneráveis.

O tema redes solidárias foi o mais usado nas publicações e também o estudo de caso em sua grande totalidade, faltam estudos teóricos para o aprofundamento do tema e melhor entendimento sobre as informações geradas, apenas nove estados possuem publicações sobre o tema, totalizando apenas 33,33% dos estados brasileiros mais o Distrito Federal, esses dados mostram a fragilidade do tema em nível nacional, aonde em sua grande maioria não vem sendo objeto de estudo e publicações.

O tema redes de economia solidária é pouco estudado no Brasil e necessita de maiores conhecimentos e estudos para a evolução em todo território nacional, portanto verifica-se a necessidade de aumento nos estudos e publicações e a situação "embrionária" do tema que conta com apenas 22 publicações em um período de 10 anos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. A. **Bibliometria: evolução histórica e questões atuais**. Em *Questão*, v.12, n.1, p. 11-32, 2002.

CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. 2. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

FARAH, Marta F. S. Inovação e governo local no Brasil contemporâneo. In: JACOBI, Pedro; PINHO, José A. (Orgs.). **Inovação no campo da gestão pública local: novos desafios, novos patamares**. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

GEORGES, M. R. R.. **O LIXO COMO PRODUTO LOGÍSTICO DE CADEIA DE SUPRIMENTOS REVERSA E SOLIDÁRIA**. In: *Convibra - Congresso Virtual Brasileiro de Administração*, 2013. anais do Convibra, 2013.

NEVES, Marcos Fava; CONEJERO, Marco Antonio. **Uma contribuição empírica para geração de métodos de planejamento e gestão**. *Revista de Administração*, v. 47, n. 4, p. 699-714, 2012.

SINGER, Paul (2008), "**Economia solidária: entrevista com Paul Singer**", *Estudos Avançados*, vol. 22, pp. 288-314.

Site: <<http://bdt.d.ibict.br/vufind/>>, acessado em 05 de Abril de 2019.

AMBIENTE DISCURSIVO EM UMA MÍDIA INFANTIL

Raiana Cunha de Figueiredo

Universidade do Estado do Amazonas – UEA
Manaus – Amazonas

Caroline Barroncas de Oliveira

Universidade do Estado do Amazonas – UEA
Manaus – Amazonas

Mônica de Oliveira Costa

Universidade do Estado do Amazonas – UEA
Manaus – Amazonas

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo problematizar modos de ver sobre ambiente(s) nos enunciados da trama do longa-metragem “Zootopia: Essa Cidade é o Bicho”, pela ótica das fronteiras dos Estudos Culturais e algumas ferramentas de Foucault. O que se pensa e o que se diz sobre ambiente em um filme infantil norteia a organização e a construção de saberes sobre essa temática nos processos educativos da escola. O filme elencado constrói uma trama discursiva que entrelaça representações de natureza e de alguns seres que nela habitam a gênero/sexualidade, raça, etnia/nacionalidade e padrões socioculturais. Desta forma, as mídias infantis têm se constituído em espaços educativos que ensinam uma série de aspectos, colocando em circulação e fixando determinadas identidades e padrões culturais, atuando na contemporaneidade como uma Pedagogia Cultural. Neste contexto, surge

a necessidade de analisar quais os tipos de Enunciados estão sendo construídos e, para isso, observamos as práticas discursivas e não-discursivas do ambiente da trama. Desta forma, o resultado obtido foi uma rede discursiva que revela ideia de como o Ambiente em forma de currículo produz uma infância para o discurso dominante do capital, esse movimento foi a partir da análise do discurso e dos Enunciados tendo o Ambiente como palco onde eles atuam podendo desenhar as linhas e contornos dos modelos de infância. Assim, há um modo aprimorado de produzir essa infância através da plasticidade dos enunciados, do Discurso produzidos pelo Currículo e vinculados ao Ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: ambiente. discurso. currículo pós-crítico.

DISCUSSION ENVIRONMENT IN A CHILD MEDIA

ABSTRACT: The present work has the objective to analyze ways of seeing about environment (s) in the statements of the plot of the feature film "Zootopia", from the perspective of the Cultural Studies frontiers and some tools of Foucault. What is thought and what is said about environment in a children's film guides the organization and construction of knowledge about this theme in the school's educational

processes. The cast film constructs a discursive plot that interweaves representations of nature and some beings that inhabit the genre / sexuality, race, ethnicity / nationality, and sociocultural patterns. In this way, children's media has been constituted in educational spaces that teach a bunch of aspects, putting in circulation and fixing certain cultural identities and patterns, acting in the contemporaneity as a Cultural Pedagogy. In this context, the need arises to analyze which types of statements are being constructed and, to do that, we observe the discursive and non-discursive practices of the plot environment. In this way, the result was a discursive network that reveals the idea of how the environment in the form of a curriculum produces a childhood for the dominant discourse of capital. This movement was based on the analysis of the discourse and the statements, having the environment as the stage where they act and can draw the lines and outlines of childhood models. Thus, there is an improved way to produce this childhood through the plasticity of the utterances, the Discourse produced by the Curriculum and linked to the Environment.

KEYWORDS: environment. speech. post-critical curriculum.

1 | INTRODUÇÃO

É muito comum ouvirmos os acadêmicos e/ou profissionais da área da educação reivindicando que se pense nas especificidades de Ambiente, Meio Ambiente, Educação Ambiental seja para os materiais didáticos, para os currículos, para as necessidades de alunos e professores, ou até mesmo para as características climáticas, econômicas, geográficas e tantas outras questões que se diz própria de discursos proferidos quando se relaciona com o Ambiente. Mas, percebemos que se continua afirmando a velha organização dos conhecimentos em uma estruturação que discute Ambiente articulado a ideia de Natureza, do que é natural.

A partir deste contexto é que nesse trabalho, objetivamos pensar/problematizar/questionar/reinventar sobre que Ambiente se pensa quando se assume a necessidade e importância de contemplar os ambientes midiáticos e os modos como vem sendo formatada e naturalizada um tipo de criança e infância, tornada lugar comum em tantos discursos. Apontamos como produtivo a investigação dos modos como os ambientes das mídias infantis valoriza alguns aspectos que de tanto serem repetidos sem nenhuma problematização tornam-se verdades absolutas e inquestionáveis. Vale ressaltar que

tratamos o ambiente como um produto de discursos e não como espaço/lugar perene em que os seres vivem, sempre em harmonia com tudo o que os cerca. Ambiente como objeto discursivo, muda de acordo com as condições históricas, culturais e sociais. Pois no discurso econômico o ambiente é sustentável; no discurso ambientalista ele é intocado; já para a política militar do governo brasileiro na década de 1950 era ocupável; nos relatos bíblicos era dominado; em culturas de povos da floresta era sagrado, mas e na atualidade, o que é ambiente? (OLIVEIRA, 2015, p.11).

Aquilo que chamamos ambiente é assim entendido como produto de discursos proferidos por diferentes instituições, que são produtoras de rituais que não falam de qualquer coisa, e nem de qualquer jeito, pois há regras que ensinam modos de ver e dizer o ambiente na atualidade, sendo que estas instituições proferem discursos nada desinteressados. No entanto, dentre as várias instituições que falam de ambiente hoje, recebem destaque nas mídias algumas que tem o foco em temas como: preservação, conservação e sustentabilidade do ambiente (OLIVEIRA, 2015; GARRÉ, 2015), esquecendo que ambiente está relacionado com fabricações tanto bióticas quanto abióticas, sociais e culturais. Estes enfoques vão sendo dispersos em vários formatos de mídias, no caso das crianças, as mídias infantis, especialmente, os filmes infantis.

Desta forma, visualizamos que não há somente um tipo de discurso ao qual tem formado as crianças, muito pelo contrário, é notório que nestas atrações midiáticas há um disciplinamento para que as práticas sociais sejam naturalizadas desde a tenra idade. É comum em nossos dias termos contato com discursos feministas, machistas, discursos de gênero, de posição da mulher na sociedade dentre outros em âmbito acadêmico, contudo, engana-se os que pensam que esse tipo de discurso é oriundo somente do mundo adulto, os filmes e programas apresentados são materialidades vivas que as coisas do mundo adulto são incluídas nos corpos desde a primeira infância. Com estas reflexões pensamos o quanto estes são importante artefato midiático que (re)produzem verdades sobre criança e, conseqüentemente, fabrica uma/algumas ideias de ambiente e infância.

Nesse contexto, a mídia desempenha importante papel na fabricação de subjetividades ao interpelar de forma insidiosa diferentes tipos de leitores através de textos verbais (ou não) e a partir deles determinar, prescrever, ensinar como os indivíduos devem se comportar (BASTOS & CHAVES, 2015, p. 91).

Isso nos faz problematizar, questionar, duvidar, suspeitar dos discursos que nos atravessam e nos constituem enquanto sujeitos. Uma vez que, filmes infantis têm se constituído em espaços educativos que ensinam de forma prazerosa sobre uma série de aspectos, promovendo, colocando em circulação e fixando determinadas identidades e padrões culturais, ou seja, atuando na contemporaneidade como uma Pedagogia Cultural. Compreendemos Pedagogia Cultural, como nos esclarece Silva (1999) quando afirma que ao mesmo tempo que a “cultura é vista como uma pedagogia, a pedagogia é vista como uma forma cultural” (p.139).

Desta forma entendemos a mídia como currículo, e concordamos com Paraíso quando nos esclarece que currículo é um território múltiplo de todos os tipos, de disseminação de diversos saberes, de encontros e proliferação de vários sentidos. Pois,

é certo que um currículo é também território povoado por buscas de ordenamentos (de pessoas e espaços), de organizações (de disciplinas e campos), de sequenciações (de conteúdos e níveis de aprendizagens), de estruturações

(de tempos e pré-requisitos), de enquadramentos (de pessoas e horários), de divisões (de tempo, espaço, áreas, conteúdos, disciplinas, aprendizagens, tipos, espécies...). Isso tudo porque o que está em jogo em um currículo é a constituição de modos de vida, a tal ponto que a vida de muitas pessoas depende do currículo (2010, p.588).

Assim, a pedagogia torna-se cultural e o cultural torna-se pedagógico, “e os processos escolares são comparáveis aos processos de sistemas culturais extraescolares” (WORTMANN, 2007, p.77). É neste entendimento que visualizamos a pedagogia exercida pelas mídias, especificamente, as dos filmes infantis sob as produções infantis, fabricando seus modos de ver e entender o ambiente.

2 | O AMBIENTE NAS MÍDIAS INFANTIS

O poder disciplinar é [...] um poder que, em vez de se apropriar e de retirar, tem como função maior “adestrar”: ou sem dúvida adestrar para retirar e se apropriar ainda mais e melhor. Ele não amarra as forças para reduzi-las; procura ligá-las para multiplicá-las e utilizá-las num todo. [...] “Adestra” as multidões confusas (FOUCAULT, 2010, p.143).

Então de forma silenciosa e sistemática, o disciplinamento nos molda a partir dos discursos vigentes atuando na homogeneização da nossa maneira de pensar, ver e dizer o mundo, assim como atua de forma punitiva ao nos afastar para as margens caso não sigamos os padrões determinados. A mídia vem enquanto instituição propagadora desta naturalização de verdades fabricadas, sabemos que

da era da industrialização à era da informatização, muitas foram as transformações operadas e continuamente naturalizadas no nosso cotidiano. Fez-se natural e desejável que estas novidades fizessem parte de nossas vidas, modificassem nossas percepções e nossos parâmetros, redimensionassem nossos objetivos, relativizassem nossos saberes e verdades (ROCHA, 2005, p.20-21).

Procurando responder a indagação da pesquisa, foi verificada uma série de coisas, visto que o discurso é uma ferramenta social que impõe verdade aqueles que o ouvem como mencionado, a primeiro ponto que podemos constatar é que Foucault dá características para a existência e identificação desse discurso, nos valendo dessa certeza, buscamos obras que nos dissessem como esse discurso é formulado e transformado em prática pelo processo disciplinar.

Partimos então para essa jornada e podemos perceber que ao proferirmos a palavra discurso na ótica Foucaultiana nos é um fato verídico que este não surge do nada para o nada ele é uma construção, como se ele fosse uma personagem para uma peça de teatro ele é constituído de partes.

E destrinchando estas o cunho é: [...]que não mais se relacione o discurso ao solo inicial de uma experiência nem à instância a priori de um conhecimento; mas que

nele mesmo o interroguemos sobre as regras de sua formação. (FOUCAULT, 2008, p. 89) quando se visa entender algo tão complexo imagino como se dessecando um corpo e na imaginação de um corpo chamado Discurso entre seus órgãos vitais surge outra terminologia surge a pôr nome Enunciado.

Quando ouvimos essa palavra, logo, atrelamos a sua significação ao próprio discurso, contudo, Michel Foucault nos explica que: “[...]o enunciado não é uma unidade do mesmo gênero da frase, proposição ou ato de linguagem; não se apoia nos mesmos critérios; mas não é tampouco uma unidade como um objeto material poderia ser, tendo seus limites e sua independência. [...]” (FOUCAULT, 2008, p. 97).

Ou seja, o auto demonstra que o Enunciado vai além de uma unidade do mesmo gênero de uma frase, proposição ou um ato de fala, todavia o mesmo diz que ele tem suas características:

Em seu modo de ser singular (nem inteiramente linguístico, nem exclusivamente material), ele é indispensável para que se possa dizer se há ou não frase, proposição, ato de linguagem; e para que se possa dizer se a frase está correta (ou aceitável, ou interpretável), se a proposição é legítima e bem constituída, se o ato está de acordo com os requisitos e se foi inteiramente realizado. Não é preciso procurar no enunciado uma unidade longa ou breve, forte ou debilmente estruturada, mas tomada como as outras em um nexos lógico, gramatical ou locutório. (FOUCAULT, 2008, p. 98).

O Enunciado nessas classificações não cabe umas por ser muito grandes como uma prece que apresenta vários enunciados, outras por serem muito pequenas como uma frase, é por essa razão que não se deve procurar restringir a significância do Enunciado nessas unidades. Porém o que vem a ser então? Foucault em “Arqueologia do Saber” (2008) nos caracteriza o Enunciado:

[...]é uma função de existência que pertence, exclusivamente, aos signos, e a partir da qual se pode decidir, em seguida, pela análise ou pela intuição, se eles "fazem sentido" ou não, segundo que regra se sucedem ou se justapõem, de que são signos, e que espécie de ato se encontra realizado por sua formulação (oral ou escrita). (FOUCAULT, 2008, p. 98).

Então quando se trata de Enunciado, jamais este pode ser confundido com proposição, frase, proposição ou ato de fala e sim podemos dizer que é a condição de existência para que estas todas estas coisas ganhem vida, ou seja, o Enunciado vem, a ser a função de existência do discurso.

Com posse dessas informações podemos vislumbrar com maior clareza o discurso na sua construção, todavia, toda a formação tem um local onde o seu funcionamento pode ser visto, e onde vemos o agir do Discurso social? Na sociedade, claro, porém decidimos olhar via o ambiente.

Quando a temática ambiente entra nas rodas de conversas quer seja científicas ou no senso comum gera em torno de uma perspectiva natural, no senso comum isso não assusta, porém neste trabalho vemos o Ambiente de forma ampla, como

um lugar polissêmico e polifônico onde não somente os assuntos relacionados ao ecológico e a cor verde predominam e sim como um lugar também político e social.

Prosseguindo em conhecer o que é Discurso e como ele age, olhamos pelo prisma de uma grande peça de teatro, a onde o Enunciado é um dos Escritores, o Discurso é o protagonista, o disciplinamento é o diretor, Ambiente é o cenário a onde tudo acontece e nós somos os espectadores sentados e sendo “doutrinados” pelo o que acontece no palco.

Galgando a passos largos em nosso fazer teórico-metodológico descobrimos que de acordo com a época e de como a sociedade se apresenta o grande enredo discursivo se desenha de forma diferenciada, como se em cada época as suas engrenagens modificassem e novos tipos de funcionalidade e fluidez fossem agregadas ao processo, e se isso ocorre há uma expectativa, uma produção dicotômica do comportamento humano.

Partindo desse pressuposto, podemos afirmar que há uma produção de ser humano para cada alvorecer social. A partir desse ponto chegamos à conclusão como mencionado que essa produção não começa no adulto o disciplinamento da prática social, se inicia na gênese. Então as indagações voltaram a se fazer presente e se unir com as que existiam acerca do tipo de criança que a sociedade moderna formara, como a mídia as formava e que novos desafios a escola atual têm de enfrentar.

Decidimos procurar entre as mídias uma que pudesse responder as questões e após assistirmos todas as atrações mencionadas entre desenhos, séries, filmes, novelas infantis, programas de televisão, vimos que para uma análise mais ampla o filme Zootopia que poderia abarcar os nossos conhecimentos e por esse motivo o título do projeto mencionado está como se apresenta.

Este é um filme de animação computadorizada, dos gêneros aventura e comédia, produzido pela Walt Disney Animation Studios dirigido por Byron Howard e Jared Bush. O filme conta a história de Judy Hopps, uma coelha com o sonho de se tornar policial na cidade de Zootopia, e da raposa Nick Wilde, que ganha a vida na base da trapaça. Que se unem para desvendar o caso policial que envolve a cidade.

Enfim, a escolha do filme se deu, pois, o longa-metragem nos dá com bastante propriedade respondermos as questões que nos propomos que são, uma vez que, com o resultado do primeiro trabalho revelou o indício que o midiático, o ambiente e os enunciados são fundamentais para que entendamos aquilo se quer formar e o que se ver a nível de infância. E para delimitarmos as perguntas respondidas indagamos, como os filmes infantis tratam sobre este produto de discursos e como este reflete nas fabricações de uma infância atual? Existe uma infância atual? Quais modos de ver as ideias de infância que os enunciados instituem nos ambientes dos filmes infantis, especificamente do filme Zootopia? Quais demarcações disciplinares constituem essa rede discursiva? E que verdades estão sendo determinadas e “naturalizadas” sobre estes modos de ver o ambiente e a infância revelada nestes enunciados discursivos?

Procurando sanar as nossas questões propostas no projeto, ao assistimos a

trama, observando-a com afinco, foram encontrados diversos enunciados, porém, pelo tempo de finalização do projeto, para este artigo trago dois enunciados representados na persona de dois dos personagens da trama demonstrados em duas redes discursivas, uma com a protagonista do filme Judy Hopps (a coelha) e com a antagonista Bellwether (a ovelha).

Judy Hopps é de uma cidade interiorana por nome *Bunny Burrow* que traduzindo é toca do coelho que carrega o sonho de quando se tornar adulta se mudar para grande metrópole Zootopia e ser policial investigativa da cidade. Contudo, como toda a sociedade tem o seu sistema social e sua divisão do trabalho devido ao discurso imperante, esbarra no quesito de que biologicamente não poderia exercer o cargo e lutar por ele por ser presa e no dizer daquela sociedade um ser fragilizado.

Como comprovação é que logo no início do filme, no qual começa com uma peça de teatro aonde no fim da representação o desfecho é que você pode ser o que quiser, logo, após parece uma cena na qual os pais de Judy conversam com ela sobre esse sonho com o cunho de faze-la mudar de ideia:

Stu Hopps: - *Judy, já pensou em porque eu e sua mãe somos tão felizes?*

Judy Hopps (criança): - *Não.*

Stu Hopps: - Bom, abrimos mão dos sonhos e relaxamos, não e Bonnie!?

Bonnie Hopps: Isso mesmo Stu, relaxamos muito.

Stu Hopps: Viu essa é a beleza da tranquilidade Judy, se não tentar nada novo não vai falhar.

Judy Hopps (criança): Mas eu adoro tentar...

Bonnie Hopps: O que seu pai está dizendo é que pode ser difícil, impossível até se tornar uma policial coelha...

Stu Hopps: É que nunca existiu policial coelho...

Bonnie Hopps: Não...

Stu Hopps: Coelho não faz isso...

Bonnie Hopps: Nunca...

Judy Hopps (criança): oh...

Stu Hopps: nunca!

Judy Hopps (criança): Ah.... Então eu terei que ser a primeira, porque eu ainda vou fazer do mundo um lugar melhor!

Stu Hopps: Hahaha... derrepente se você quer mesmo melhorar o mundo, nada melhor do que ser uma plantadora de cenouras. (ZOOTOPIA, 2017)

Desta cena podemos tirar a primeira analogia, em virtude do diálogo apresentado a preocupação dos pais de Judy para que ela não se decepcione, todavia, por trás desse discurso preocupado surge uma palavra muito usada no processo disciplinar chamada de normatização que nada mais é do que uma ferramenta do disciplinamento da formação do corpo dócil de que o indivíduo que passa por esse processo se acostuma e se contenta com o que já é e vive bem com aquilo.

Sabendo que seria quase impossível de sua filha ser policial, os pais tentaram enaltecer o que faziam para que ela mudasse o seu foco e fizesse e escolhesse a profissão da família que é a de plantadores de cenoura, no entanto a sua resposta é

que se não tem policial coelha ela terá de ser a primeira.

Isso no reporta ao nosso primeiro enunciado por nome “Criança Sonhadora” que nada mais é do que o sujeito criança que conhece a sua realidade e as limitações que ela lhe traz, porém, isso não se torna obstáculo para que ela corra atrás daquilo que deseja e sim um incentivo para que chegue dentro do processo legal onde deseja, é que nem nos chegarmos hoje para um menino do subúrbio e perguntarmos: *O que você quer ser quando crescer?* E ele responder: *Juiz*. E vinte anos depois visitarmos um Joaquim Barbosa presidente do supremo¹ e assim acontece com Judy que corre atrás do seu sonho.

Olhando a dispersão desse enunciado vejo em 1913 um livro por nome “Poliana” da autora Eleonor H. Potter que conta a história de uma menina de caráter cristão chamada Poliana com sonhos de uma vida melhor, contudo quando não chega é ensinada a ser agradecida a tudo o que tem mesmo que não seja o ideal, quando com a morte dos pais descobre de que tem uma tia rica e vai morar com ela e muda tanto a sua trajetória de vida quanto a da sua tia e de quem vive em volta dela.

As paridades entre Poliana e Judy não param somente na defesa e na procura de realizar os seus sonhos tendo em vista mudar a sua realidade, entra também o fato da tentativa de conformidade com a realidade (normatização) falada mais cedo, tanto os pais de Judy quanto os de Poliana, tentam fazer esse procedimento, porém de formas diferentes, os pais da protagonista de Zootopia fazem o processo de conversa tentando convencer que a vida de plantador de cenoura é o melhor caminho para a personagem, já em Poliana, pelas condições de pobreza que os pais da menina viviam o pai por não poder proporcionar uma vida com o mínimo de conforto, ensina a menina a um jogo por nome “jogo do contente” onde a única regra é tirar o lado bom de cada situação ruim, ou seja, já que ele não pode dar o que deseja ou até mesmo o aceitável que ela seja “grata” para não dizer conformada a tudo o que tem.

Olhando para essas duas materialidades vejo descrito as personagens na música “Lua de Cristal de 1990, escrita por Michael Sullivan e Paulo Massadas, esta música foi criada para trilha sonora do filme infantil com o mesmo título onde diz a letra: “Tudo pode ser, se quiser será/ O sonho sempre vem pra quem sonhar /Tudo pode ser, só basta acreditar/Tudo que tiver que ser, será Tudo que eu fizer Eu vou tentar melhor do que já fiz Esteja o meu destino onde estiver Eu vou buscar a sorte e ser feliz”. As duas personas têm um sonho e o perseguem, porém, esse sonho não é qualquer um, é um sonho formado antes mesmo que elas pudessem sonha-lo.

Quando dissemos essas palavras é com base no Foucault defende da pré-formação do discurso conforme a sociedade presente com o intuito de defesa do discurso verdade, essa dispersão histórica nada mais é a prova de que a trama social é plástica para que as coisas funcionem e permaneçam como são, ou seja, o enunciado do sonho sempre foi produzido. Porém conforme a história ressignificada, pela cultura existente, podemos aqui dizer que a tese marxista de que a histórico

1 Expresidente do Superior Tribunal de Justiça (STJ)

dialética é responsável por perpassar o discurso Hegemônico e que ele continua sendo como é, é errôneo, uma vez que, ao analisar essas mídias podemos perceber que o discurso verdade para se manter como é, ele se ressignifica nos enunciados para que continue se mostrando e comandando que é o que deseja.

E como a criança sonhadora é vista hoje? Para responder essa pergunta trago junto ao filme, a novela passada no SBT (Sistema Brasileiro de Televisão) “As Aventuras de Poliana” e a música “Jogo do Contente”.

A novela *TEEM* do SBT é uma releitura do livro de Eleonor H. Potter que retrata a vida de Poliana nessa atração a mesma é filha de artistas circenses itinerantes que tem um estilo de vida com restrições por causa da vida que os pais levam e que com a perda deles vai morar com os parentes da mãe que são ricos, como a história do livro.

Poliana a novela agrega elementos da vida cotidiana do século XXI como, roupas, aparelhos tecnológicos (celulares, tabletes e computadores), as comunicações sociais (redes sociais) e fala de problemáticas do nosso tempo com *Bullying* mostrando a plasticidade que há no enunciado, pois, lendo o livro que é de 1913, a protagonista é descrita como alguém submissa, que somente aceita tudo o que lhe impõe, sempre obediente, que não retruca nada porque joga o jogo que seu pai ensinou.

A nova Poliana descrita na novela, tem plena consciência do que passa a sua volta e que joga o “jogo do contente” para não se aborrecer com as situações. Analisando o contexto histórico Americano em 1913 antes da primeira guerra que começaria em 1914 os EUA² viviam uma acessão muito grande e com a guerra isso se intensificou, então a “Poliana” de Eleonor H. Potter é uma cidadã americana que viveu na dita era de ouro do discurso capitalista e no sucesso do neoliberalismo, a onde o sonho americano é marca registrada ao qual defende que você pode ser tudo o que quiser alguma paridade com o grande Enunciado de Zootopia? Todas, uma vez que, nele diz que depende do nós “aproveitarmos” e agarrarmos as oportunidades que o sistema nos oferece, porém, quando não há temos para que não caia em desuso ou seja contestado ele nos normatiza dizendo que temos de ser agradecidos por tudo o que temos, ou que, o nosso papel como plantar cenouras no caso de Judy, ou ser filha de artista circenses mesmo cada um tendo suas dificuldades como Poliana, essas difundidas pela manutenção de um discurso produtor de segregação.

Respondendo à pergunta de como a criança Sonhadora é difundida hoje, ela é vista como uma inocência pueril advinda de uma vida interiorana, tanto em *As Aventuras de Poliana* quanto em *Zootopia* as duas com os seus sonhos são do interior, vendendo aquela imagem do caipira inocente, trazendo a memória o gibi do Chico Bento de Maurício de Souza, no qual vincula a mesma imagem de um menino simples e cheio de sonhos, e os três tem o seu ideal realizado quando tem contato com a cidade, Judy quando vai para Zootopia, Poliana ao morar com a tia e Chico Bento ao ir passear na cidade.

Até o ECA (Estatuto da criança e do adolescente) descreve a criança neste

2 Estados Unidos da América.

aspecto quando diz: “ART. 7º A criança e o adolescente têm direito a proteção à vida e à saúde, mediante a efetivação de políticas sociais públicas que permitam o nascimento e o desenvolvimento sadio e harmonioso, em condições dignas de existência.” (BRASIL, 2017, p. 20). Ao tratar de desenvolvimento sadio e harmonioso o ECA nada mais descreve o ambiente da criança sonhadora que é o ideal a ser formado no nosso tempo, já que, somos motivados pelo sonho de sermos melhores do que somos.

O segundo que chamo para discussão é o Enunciado da “Criança com Desvio de Conduta” a vice-prefeita da cidade Bellwether (a ovelha). Sem tocarmos nas imagens atreladas aos enunciados das personagens por enquanto, vamos nos ater as características desse enunciado e sua dispersão.

Ao procurar a dispersão desse enunciado, percebemos que o papel da vilã ao olharmos de perto é muito forte, uma vez que, no longa ela é quem está por detrás da trama principal, é ela que maquina toda a constituição social da cidade ao seu bel prazer.

Imergindo em encontrar enunciados para dispersão enunciativa chegamos a nomenclatura “Criança com Desvio de Conduta” pesquisando e lendo a materialidade contida no livro da Dr^a Ana Beatriz Silva, que deixa claro que essa nomenclatura é um diagnóstico preconizador da psicopatia.

Vamos esclarecer certos pontos, primeiro a psicopatia diferente do que todos pensam não é uma doença, e sim, um modo de ver e ser, um tipo de personalidade onde a criança nasce com uma tendência a perversidade e o outro para a mesma não significa nada, no qual é só um instrumento para que ela tenha três coisas: diversão, status e poder. Quando a criança é percebida com esse tipo de conduta ela é nomeada com o escrito acima, pois, tanto no Brasil como em outros países o diagnóstico de psicopata só pode ser fechado acima dos 18 anos, quando se pensa que a personalidade é formada.

Contudo, qual a característica enunciativa? É que essa ideia da infância constitui do sujeito que conhece a realidade social, ou melhor, que a cerca e faz uso dela ao seu bel prazer sem considerar o outro. Então analisando a antagonista do filme ela o faz de forma perversa, querendo as três coisas acima mencionadas.

Por ela não ter o respeito requerido, e sabendo que apesar de todo o discurso da cidade, ela se aproveita do medo do biológico que ainda persiste das presas pelos predadores e trama quase que uma ditadura a onde todos viveriam com medo e ela os comandaria por esse viés, se escondendo atrás de uma faceta inocente e acima de qualquer suspeita e descobre uma droga por nome popular os "uivantes" que fazem com que quem tenha contato com elas volte a ceder aos seus extintos pré-históricos para com que tome o poder.

Sabendo que o prefeito Leãoardo está escondendo as vítimas da droga e atrapalhando os seus planos, faz com que uma presa (Judy Hopps) que apesar de ter estudado e saber que os predadores não têm mais o extinto de se alimentar

das presas, entretanto, acredita que elas podem voltar a ser violentos, entre no DPZ (Departamento de Polícia de Zootopia) e fazendo com que entre no caso dos desaparecimentos e “descubra” o que quer e associe a violência ao predadores e assim instaure o caos e é isso que acontece.

Ela orchestra tudo sem ninguém saiba e quando ela mostra a sua real faceta, ao descobrirem tudo ela propõe uma desculpa dizendo que o visa o bem maior, contudo, o seu objetivo é comandar e descartar quem não serve, tirar do caminho quem atrapalha os seus desejos e fazer de degrau aqueles que sevem para que consiga o que deseja.

Encontramos esse perfil também em Billy and Mandy mais precisamente na personagem Mandy que se aproveita do sentimento de amizade de Puro Osso o ceifador e de Billy seu amigo, em busca que os dois se curvem a sua vontade sem expressar o sentimento recíproco que eles têm por ela.

Podemos ressaltar também o livro “Precisamos Falar de Kevin” (2003) uma criança com desvio de conduta que cresce cometendo pequenos crimes inclusive jogar ácido em um dos olhos da irmã para que ela usasse o olho de vidro.

Hoje a Criança com Desvio de Conduta é vista como um despertar de uma ambiente ligado a marginalidade, prova disso é a serie norte americana passada no Brasil chamada Tratamento de Choque exibida pelo canal fechado A&E que mostra crianças com esse tipo de enunciado que passam um dia na cadeia sendo que o preponderante para a melhora é o medo, porque se sabe que nem toda a criança com desvio de conduta será um psicopata até porque no mundo somente 1% apresenta desvio de conduta e uma tendência a perversidade, e dessa porcentagem menos de 5% tornam-se assassinos.(SUPERINTERESSANTE, 2011)

A partir desta análise, podemos perceber que proferindo a ideia de que ambiente está somente atrelada ao natural, sem considerar a perspectiva multidimensional e integradora de ambiente, que entrelaça os elementos bióticos, abióticos e socioculturais. A adultização, sensualização, violência, padronização social relacionada a gênero e ideia de criança sonhadora são fabricações midiáticas que disciplinam corpos infantis, pois a docilização é uma ferramenta que se utiliza de diversas formas de acordo com o tempo e espaço que opera.

Nós professores, enquanto sujeitos discursivos, temos que ter clareza que “há momentos na vida em que a questão de saber se podemos pensar diferentemente do que pensamos, e perceber diferentemente do que vemos, é absolutamente necessária se quisermos continuar de algum modo a olhar e refletir” (FOUCAULT, 2008, p.08). Diante esta afirmativa, a mídia infantil analisada nos proporcionou novos modos de ver e sentir nossas relações sociais, culturais e naturais. Mas, para isso, devemos ter um olhar diferenciado ao analisarmos os enunciados elucidativos nos ambientes midiáticos infantis, tal como Fischer nos indica.

[...] gostaria de imaginar a possibilidade de operar com os materiais midiáticos, nos

espaços escolares, para além dos conhecidos exercícios de crítica reducionista aos meios de comunicação, que parece restringir-se majoritariamente a “desvelar” as intencionalidades das emissoras de televisão, dos produtores e diretores de cinema, identificando ideologias, manipulações e distorções da “realidade”. Ao meu ver, esse parece ser o caminho mais fácil, o já trilhado, aquele em que não arriscamos descrever a complexidade dos processos comunicacionais. Apostar que há um emaranhado rico de práticas, envolvendo toda uma tecnologia de produção de imagens, modos diferenciados de recepção e apropriação de narrativas audiovisuais, é apostar na análise das mídias como elementos fundamentais da cultura contemporânea. Significa também arriscar a pensar que há um sem-número de materiais audiovisuais, do cinema, do vídeo e da televisão, em que as escolhas éticas e estéticas dos criadores se pautam pelas incertezas da linguagem, pelo não fechamento das interpretações, pelas pequenas cintilações de uma obra aberta, disponível a um criativo gesto educacional (FISCHER, 2007, p. 297-298).

Assim, essas são apenas algumas nuances de um currículo que colabora com a formação da criança consumidora, sensualizada, violenta, padronizada a questão de gênero, moralista e reacionário. Enquanto a escola age de maneira objetiva e impositiva, a mídia conquista eficácia através de uma ação pedagógica disfarçada de lazer. Diante da TV, crianças e adultos não se dão conta de que estão participando de um processo formador. Nesse sentido, precisa-se de pesquisas educacionais que se proponham a esclarecer essas pedagogias para que a escola e a família possam se posicionar com coerência crítica e atualização didática diante do contexto cultural da atualidade.

REFERÊNCIAS

- BASTOS, S, N. D.; CHAVES, S. N. O que é Ser-Biólogo? Com a Palavra o Facebook. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.8, n.2, p.89-106, 2015.
- BRASIL. Lei Federal n. 8069, de 13 de julho de 1990. **ECA** _ Estatuto da Criança e do Adolescente.
- FISCHER, Rosa Maria Bueno. Mídia e educação da mulher: uma discussão teórica sobre modos de enunciar o feminino na tv. **Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 586, jan. 2001.
- FISCHER, Rosa Maria Bueno. Mídia, máquinas de imagens e práticas pedagógicas. **Bras. Educ.** [online]. vol.12, n.35, 2007. pp.290-299.
- FOUCAULT, M. **A Arqueologia do saber**. 7.ed. Rio de Janeiro: Forense, 2008.
- FOUCAULT, M. **Vigiar e Punir: nascimento da prisão**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.
- GARRÉ, Bárbara Hees. **O Dispositivo da Educação Ambiental: Modos de Constituir-se Sujeito na Revista Veja**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Educação Ambiental. Universidade Federal do Rio Grande. 2015.
- KINDEL, Eunice Aita Isaia. **A natureza no desenho animado ensinando sobre homem, mulher, raça, etnia e outras coisas mais....** 2003. 195f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- OLIVEIRA, Albaneide Cavalcante. **O QUE É AMBIENTE HOJE? Quando as imagens fabricam os enunciados imagéticos**. 2015. 147f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Instituto de

Educação em Matemática e Científica – Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

PARAÍSO, Marlucy Alves. Diferença no currículo. **Cadernos de Pesquisa**, v.40, n.140, maio/ago. 2010.

ROCHA, Cristianne Maria Famer. **A escola na mídia: nada fora do controle**. Porto Alegre : UFRGS, 2005.

SILVA, T., Tadeu da. **Currículo como fetiche: a poética e a política do texto curricular**. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

SILVA, Tomaz Tadeu da. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo**. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.

WORTMANN, Maria Lúcia Castagna. Análises culturais – um modo de lidar com histórias que interessam à educação. In: COSTA, Marisa Vorraber (Org.) **Caminhos investigativos II: outros modos de pensar e fazer pesquisa em educação**. 2.ed. Rio de Janeiro: Lamparina editora, 2007.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A MELHORIA CONTÍNUA DO PLANO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL DA COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

Rosana Maria Vieira Cayres

Uninove, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Administração
São Paulo – SP

Mauro Silva Ruiz

Espiral Educação e Assessoria
São Paulo – SP

Simone Aquino

Pós doutoranda do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares -IPEN/CNEN
São Paulo – SP

RESUMO: Várias são as iniciativas que tentam responder aos desafios da sustentabilidade e uma delas é a educação ambiental (EA). O estudo apresentou como objetivo geral propor ações de EA para contribuir com a melhoria contínua dos resultados do plano de logística sustentável (PLS) da Companhia Nacional de Abastecimento e como objetivos específicos, conhecer as opiniões dos funcionários em relação ao PLS e às atividades realizadas durante a sua execução no primeiro ciclo, analisar os relatórios de consumo de serviços e bens relacionados no PLS, além de identificar as lições aprendidas pelos integrantes da comissão gestora do PLS ao longo do período de implantação. Foi uma pesquisa aplicada, com abordagem mista. Quanto aos objetivos, tratou-se de uma pesquisa de avaliação. As etapas

metodológicas foram: pesquisa documental, aplicação de survey aos funcionários e realização de grupo focal, para se chegar ao tratamento e análise dos dados. Apesar de nem todas as metas do PLS terem sido alcançadas, observou-se resultados favoráveis em todos os aspectos analisados, com aprovação dos funcionários às atividades desenvolvidas, chegando-se a sistematização de dez lições aprendidas. Ao final, foram apresentadas 21 ações de EA que podem ser incorporadas ao novo ciclo do PLS, visando à melhoria contínua do mesmo. O estudo mostrou-se relevante e de ampla contribuição às instituições da administração pública que pretendem dar os primeiros passos no sentido de implantar suas ações de educação ambiental, bem como àqueles que vem enfrentando desafios ao selecionar as melhores práticas de sustentabilidade e alcançar os resultados propostos em seus PLS.

PALAVRAS-CHAVE: Educação ambiental. Melhoria contínua. Plano de logística sustentável.

ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR
CONTINUOUS IMPROVEMENT OF
THE SUSTAINABLE LOGISTICS
PLAN OF COMPANHIA NACIONAL DE
ABASTECIMENTO SUPERINTENDÊNCIA
REGIONAL DE SÃO PAULO

ABSTRACT: There are several initiatives that try to respond to the challenges of sustainability and one of them is environmental education (EE). The study presented as a general objective to propose actions of EE to contribute to the continuous improvement of the results of the Sustainable Logistics Plan (SLP) of the national supply Company and as specific objectives, to know the opinions of employees in Relation to the SLP and the activities performed during its implementation in the first cycle, analyze the reports of consumption of services and related goods in the SLP, besides identifying the lessons learned by the members of the Management committee of the SLP over the period of deployment. It was an applied research, with a mixed approach. As for the objectives, it was an evaluation survey. The methodological steps were: documentary research, application of survey to employees and realization of focal group, to reach the treatment and analysis of the data. Although not all the goals of the SLP were achieved, favorable results were observed in all aspects analyzed, with approval of the employees to the activities developed, and the systematization of ten lessons learned. At the end, 21 environmental education actions that can be incorporated into the new SLP cycle were presented, aiming at the continuous improvement of the same. The study proved to be relevant and broad contribution to public administration institutions wishing to take the first steps towards implementing their EE actions, as well as those who have been facing challenges when selecting the best practices of Sustainability and achieve the proposed results in its PLS.

KEYWORDS: Environmental education. Continuous improvement. Sustainable Logistics plan.

1 | INTRODUÇÃO

Em razão dos sucessivos desafios da sustentabilidade, a gestão sustentável torna-se imperativa por parte das organizações. Sales e Cantarino (2011) esclareceram que os impactos ambientais negativos que o mundo discute atualmente decorrem de práticas de exploração dos recursos naturais sem o devido gerenciamento nas organizações, práticas essas que foram desenvolvidas durante longos períodos. De acordo com os autores, a Educação Ambiental (EA) é uma ferramenta que objetiva minimizar esses efeitos negativos por meio de seus princípios e suas aplicações práticas nas organizações.

Por isso, a EA representa uma técnica apropriada, orientada por uma racionalidade ambiental, onde o meio ambiente é visto não como a natureza, simplesmente, mas como um complexo de interações entre o meio físico-biológico, as sociedades e a cultura produzida pelos seus membros (SORRENTINO; MENDONÇA; FERRARO JÚNIOR, 2005).

Alternativas cotidianas que se proponham a responder aos problemas ambientais precisam popularizar os conhecimentos científicos por meio da sua comunicação com finalidade educadora. Desse modo, potencializar pessoas e grupos sociais para a construção coletiva de sociedades sustentáveis, torna-se, então, o maior desafio

(SALES; CANTARINO, 2011).

Sales e Cantarino (2011) sugerem que antes da implementação da EA no processo de Gestão Ambiental, a abordagem ocorra no âmbito teórico, com a apresentação de práticas onde os funcionários e o público externo possam visualizar e compreender os possíveis benefícios a serem obtidos, bem como os impactos negativos que poderão ser evitados. É dessa forma que o público poderá contribuir com sugestões, pois são eles os reais conhecedores das atividades da organização.

Ao falar de EA, não é possível que seja feita uma abordagem no singular, já que são muitas as educações ambientais existentes, com diferentes embasamentos teóricos e políticos, podendo ser antagônicos e até mesmo adversários (REIGOTA, 2012). Schenini e Nascimento (2002) alertam ao fato de que após a popularização dos termos sustentabilidade e meio ambiente, novas interpretações foram acrescentadas aos processos e aos atores envolvidos nesse cenário, bem como os temas urbano, rural, econômico, cultural e político.

No âmbito da administração pública, pesquisas são conduzidas com base em uma visão sistêmica e holística, em função das crescentes exigências sociais e legais que formaram o arcabouço jurídico, a partir do qual, autarquias, fundações, agências reguladoras, sociedades de economia mista, empresas e outras organizações públicas regem suas atividades atualmente, exigindo de tais instituições uma postura ética e comprometida com a solução do problema ambiental. O tema sustentabilidade invadia a esfera pública e tornava-se pauta de debates na administração federal, chegando à Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018).

A CONAB é uma empresa pública vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) com sede no Distrito Federal e Superintendências Regionais em todas as capitais do país, tem como missão promover a garantia de renda ao produtor rural, a segurança alimentar e nutricional e a regularidade do abastecimento, gerando inteligência para a agropecuária e participando da formulação e execução das políticas públicas. É ela que produz as informações para embasar a tomada de decisão do Governo Federal quanto à elaboração de políticas voltadas à agricultura e é responsável por executar políticas de inclusão social, gerando emprego e renda (CONAB, s.d.).

Devido à natureza de suas atividades, a logística é uma das funções que dão sustentação ao negócio da CONAB. A logística pode ser entendida como a gestão coordenada de atividades que se relacionam através de uma cadeia de atividades, sendo que em cada etapa, o processamento naquele ponto da cadeia vai agregando valor ao bem ou serviço produzido. Tal entendimento remete a logística ao processo de gerenciamento da cadeia de suprimento, ampliando seu conceito e sua importância nas organizações (BALLOU, 2006).

A logística é um dos desafios ambientais postos às organizações públicas, visto que sua aplicação, em prol da sustentabilidade, é representada pela logística reversa. Shibao, Moori e Santos (2010) esclareceram que a logística reversa tem como sua

função principal a redução dos desperdícios, mitigação da poluição do meio ambiente, além da contribuição para a reutilização ou reciclagem de produtos, sejam eles com defeitos, embalagens e, quando se aplica alguma exigência legal, retorno dos próprios produtos à indústria.

Já a abordagem logística chamada de logística sustentável, passou a ganhar impulso no Brasil a partir da promulgação do Decreto nº 7.746, que determinava que na aquisição de bens e na contratação de serviços e obras, a administração pública federal direta, autárquica e fundacional, bem como as empresas estatais dependentes, deveriam adotar critérios e práticas sustentáveis em seus instrumentos convocatórios (BRASIL, 2012).

Em 2012, o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão instituiu, por meio da Instrução Normativa (IN) nº 10 publicada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2012), que todas as organizações da administração pública deveriam elaborar seu plano de logística sustentável (PLS), e isso se aplicaria, também, à CONAB. O Decreto nº 7.746 (2012), estabeleceu as exigências mínimas para a elaboração do PLS, que seriam: inventário de bens e materiais, com a devida identificação de similares dos itens com menor impacto ambiental para substituição; práticas de sustentabilidade e de racionalização do uso de materiais e serviços; responsabilidades, metodologia de implementação e avaliação do plano; além de ações de divulgação, conscientização e capacitação.

Os PLS associam-se às boas práticas para a gestão, cumprindo seu papel social ao fortalecer a política de logística sustentável; ao demonstrar a adoção de um novo paradigma em logística pública; e, ao sinalizar para o mercado a necessidade de produtos e serviços sustentáveis, fomentando a participação, inovação e competitividade (ARANTES; VIEIRA NETO; CARDOSO, 2014).

Em 2017, a CONAB SUREG-SP designou os funcionários para compor a Comissão Gestora do PLS (CG), que seriam responsáveis, além de cumprirem suas obrigações funcionais, por elaborarem o instrumento exigido pela IN nº 10. Em seguida, no início de 2018, a notícia que o Governo Federal anunciara um bloqueio de 16,2 bilhões de reais em seu orçamento, exigiu que toda a administração pública federal passasse a reduzir ainda mais os gastos de suas operações. O cenário era complexo e desafiador (PORTAL GLOBO, 2018).

O PLS foi apresentado em 29 de maio de 2018 e passou a vigorar a partir de 01 de junho do mesmo ano. Entre suas diretrizes estava o ciclo PDCA, muito utilizado para gerir sistemas de qualidade. Campos (2004) explica o modelo PDCA, cujas letras referem-se aos verbos em língua inglesa *plan*, *do*, *check* e *act*, que, em língua portuguesa significam Planejar, Executar, Checar e Agir, como um método que permite à organização garantir que seus processos atinjam as metas definidas com vistas ao aprimoramento e à melhoria contínua, prática associada à *Kaisen*.

Oliveira (2004) ressalta a importância da filosofia *Kaisen*, que tem como base um sistema contínuo de melhorias, onde todos os integrantes de uma organização,

envolvem-se com o desenvolvimento e ao aprimoramento do sistema. A partir do estudo e planejamento dos processos, é preciso medir e observar os efeitos das ações aplicadas, implementar as mudanças e depois avaliar os resultados obtidos, destacando que esse processo nunca se estagna, já que cada ciclo é utilizado como base para a melhoria de seu subsequente. Só assim, garante-se a qualidade do sistema proposto.

De acordo com Paladini (2010), o ser humano é o único recurso capaz de transformar as organizações, portanto, seu componente fundamental. Oliveira (2004) apontou que nas organizações brasileiras, a opinião dos funcionários quase não é considerada nas decisões gerenciais, o que o autor classifica como um erro, já que dar atenção às proposições para as melhorias apontadas pelos funcionários, a organização aumentaria seus resultados. Para isso, Marras (2009) esclarece que no intuito de assimilar cultura em curto prazo, absorvendo ou reciclando conhecimentos, habilidades ou atitudes, é preciso fornecer aos funcionários um meio que favoreça a educação corporativa, administrado por metodologia adequada ao perfil dos indivíduos.

Considerando o contexto organizacional, normativo e ambiental, a CONAB SUREG-SP precisava cumprir as exigências dispostas na IN nº 10, que lhe eram apresentadas, por meio da elaboração do PLS, e assim o fez, com vistas a obter os resultados apontados na referida IN. Às vésperas de completar 12 meses de implantação, com ações realizadas de junho de 2018 a abril de 2019, o presente estudo é direcionado à seguinte questão de pesquisa: *como a educação ambiental pode contribuir para a melhoria contínua do plano de logística sustentável da Companhia Nacional de Abastecimento Superintendência Regional de São Paulo?*

2 | OBJETIVOS

Essa pesquisa teve como objetivo geral propor ações de educação ambiental para contribuir com a melhoria contínua dos resultados do PLS da CONAB SUREG-SP. Como objetivos específicos, o foco era: (i) conhecer as opiniões dos funcionários em relação ao PLS e às atividades realizadas durante a sua execução no primeiro ciclo, (ii) analisar os relatórios de consumo de serviços e bens relacionados no PLS, elencando seus resultados mais significativos, e por último, (iii) identificar as lições aprendidas pelos integrantes da comissão gestora do PLS ao longo do período de implantação.

3 | METODOLOGIA

A triangulação os métodos mistos despontam como promissores caminhos de abordagem de desenvolvimento de pesquisas sociais (SANTOS, 2009). A presente

pesquisa, do tipo aplicada, utilizou-se de uma abordagem mista, a envolver tanto aspectos quantitativos, quanto qualitativos. Quanto aos objetivos, a estratégia adotada foi de se realizar uma pesquisa de avaliação, que Martins e Theóphilo (2009) definiram como uma estratégia de investigação aplicada para avaliação de programas, projetos, políticas etc. Os autores especificaram ainda um tipo de avaliação baseado em processos, cujo uso foi neste estudo aplicado. A avaliação de processos resulta em recomendações para melhoramentos.

O estudo foi dividido em quatro etapas. A primeira foi a pesquisa documental, buscando-se por fontes primárias de informação, ao que a pesquisadora, na condição de analista administrativa e funcionária concursada da empresa, teve autorização para consultar, reunindo dados obtidos das ações efetivadas para sistematização, conversão em índices e posterior avaliação. A segunda etapa envolveu uma *survey*, ou seja, uma pesquisa de levantamento aplicada por meio de enquete eletrônica, que Santos (2009) classifica como uma forma muito produtiva de coletar dados, com baixo investimento em termos de tempo e recursos financeiros.

A *survey* foi aplicada aos 34 funcionários que participaram da implantação do plano. Excetuavam-se aqueles em gozo de férias, os que estavam trabalhando externamente à sede, os membros da comissão gestora do PLS e a superintendente, de modo a garantir a imparcialidade dos resultados. Como os questionários foram enviados por e-mail e o preenchimento era voluntário, e em uma semana houve um retorno de 41,18% de respondentes.

Optou-se pela aplicação de cinco questões fechadas, sendo adicionada também uma pergunta aberta. Como uma ação não costumeira, acreditava-se que poucas questões seria a forma de garantir maior adesão entre a população pesquisada. As questões foram adaptadas e tiveram como base o estudo de Gazzoni (2014).

Borges e Santos (2005) explicaram que na realização de uma *survey* que trabalhe tanto dados quantitativos como qualitativos, a técnica do grupo focal pode ser utilizada na obtenção de outras informações acerca de crenças e percepções dos sujeitos. Nesse sentido, deu-se a terceira etapa da pesquisa, onde foi realizado o grupo focal, técnica definida por Gondim (2002) como uma forma de coleta de dados onde o entrevistador exerce um papel mais diretivo no grupo, estabelecendo uma relação didática com cada membro.

A unidade de análise do grupo focal, para Gondim (2002), é o próprio grupo. Ou seja, se uma opinião é esboçada, mesmo não sendo compartilhada por todos, para efeito de análise e interpretação dos resultados, ela é referida como do grupo. No caso da comissão gestora do PLS da CONAB SUREG-SP, formada por apenas quatro integrantes, não houve opiniões díspares ao extremo, já que desde o processo de elaboração do PLS, os trabalhos eram feitos em conjunto.

Os procedimentos metodológicos para a execução do grupo focal tomaram por base os estudos de Borges e Santos (2005), que recomendaram que o local de realização deveria ser idealmente neutro, com duração média de uma hora e trinta

minutos. Antes do roteiro de entrevista, foram apresentados os dados retirados da pesquisa documental, que mostrava os índices alcançados no levantamento parcial do primeiro ano de implantação do PLS, para que todos pudessem ter conhecimento, e depois disso as questões apresentadas aos demais funcionários. A aplicação do método de captura e análise de lições aprendidas foi selecionado pois, conforme Ruiz (1996), valoriza um conjunto de conhecimentos obtidos via experiência prática, ao qual recomenda-se atenção, posto que pode ser replicado em situações similares a partir das quais foram elaboradas.

Na quarta e última etapa, deu-se o tratamento dos dados obtidos. Com o uso do *software Excel*, foram feitas as tabelas a partir da pesquisa documental. As questões abertas da segunda etapa, respondidas apenas por quatro funcionários, foram registradas em sua totalidade. Collis e Hussey (2005) orientaram gravação em áudio para seguida transcrição e posterior análise dos dados obtidos no grupo focal. Como se tratava de um grupo de apenas quatro pessoas, foi possível chegar a um consenso com todos os sujeitos pesquisados, relacionando apenas as lições cuja percepção de aprendizado foi compartilhada por todos.

4 | RESULTADOS

4.1 A CONAB SUREG-SP

A Companhia Nacional de Abastecimento Superintendência Regional de São Paulo é estruturada fisicamente em uma sede, localizada na capital do Estado, e quatro unidades armazenadoras, nos municípios de Barueri, Bauru, Bernardino de Campos e Garça. A Superintendência tem a Procuradoria Regional como assessoria e três gerências, onde estão lotados os funcionários da sede: gerência de operações (GEOPE), gerência de finanças e administração (GEFAD) e gerência de desenvolvimento e suporte estratégico (GEDES).

A um mês de encerrar o primeiro ano após o início de execução do PLS, buscava-se responder como a educação ambiental poderia contribuir para a melhoria do novo ciclo, e para isso era necessária uma forma de avaliar previamente os resultados, de modo a corrigir possíveis desvios dos propósitos iniciais, promovendo sugestões para a melhoria, tal como preconizou Oliveira (2004), através da filosofia *Kaisen*, com o uso do modelo PDCA (CAMPOS, 2004).

De acordo com Oliveira (2004), a opinião dos funcionários quase não é levada em conta nas organizações brasileiras e, devido a isso, teve-se como base para a intervenção ora apresentada os preceitos de Carvalho e Paladini (2004), buscando-se, portanto, uma alteração na forma de pensar e crer, e por essa razão, foi oportunizada, nesta pesquisa, a participação de praticamente todos os funcionários.

4.2 Resultados a partir dos registros documentais

Os indicadores dos planos de ação (PA) relacionados no PLS da CONAB SUREG-SP foram propostos para medir o consumo, entre outros itens, de papel A4, cartucho de impressão, copos plásticos, energia elétrica e serviços de telefonia. Na Tabela 1, são apresentados os diferentes índices comparativos dos anos de 2017 e 2018, valores correspondentes às medições indicadas para verificar se foram ou não alcançadas as metas apontadas no plano, bem como a comparação entre o resultado dos meses de implantação do PLS (junho/2018 a maio/2019) e o ano anterior (junho/2017 a maio/2018). Trata-se de resultados são parciais, pois apenas o item energia considera o valor referente ao mês de maio/2019. Para os demais, ainda falta um mês para a aferição completa do período. Registra-se também que os cartuchos adquiridos no ano de 2018 passaram a ser do tipo remanufaturado, o que reduziu a capacidade de impressão em mais de 50% por unidade, gerando um aparente acréscimo de consumo, compensado pelo valor unitário de aquisição do produto, que apresentou uma economia ainda maior que 50%. Ainda assim, em relação ao período do plano, houve uma redução de consumo de 26%, o que mostra um ganho significativo à Companhia (Tabela 1).

| Item analisado | Meta | 2017 x 2018 | Período PLS x período anterior | Status da meta |
|----------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------|
| A4 | 5% de redução | Redução de 11% | Redução de 8% | Alcançada |
| Cartucho | 5% de redução | Aumento de 111% | Redução de 26% | Não alcançada |
| Copo | De 3,22 para 2 unidades <i>per capita</i> | 2,25 per capita Redução de 30,12% | 2,30 per capita Redução de 28,57% | Não alcançada |
| Telefone | 5% de redução | Redução de 69% | Redução de 81% | Alcançada |
| Energia | 5% de redução | Redução de 84% | Redução de 94% | Alcançada |

Tabela 1: Metas e consumo de materiais no ciclo do PLS

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2019

4.3 Percepção dos funcionários

O principal objetivo do PLS era estabelecer práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos, que foi distribuído em sete objetivos específicos (CONAB, 2018). A Tabela 2 demonstra os resultados sobre a percepção dos funcionários em relação aos sete objetivos, pontuando apenas aqueles que, acreditam, foram alcançados:

| Objetivos específicos do PLS | N. de respondentes | % de respondentes |
|---|--------------------|-------------------|
| Utilizar os recursos públicos com parcimônia e inteligência | 11 | 78,57 |
| Evitar o desperdício | 9 | 64,29 |

| | | |
|--------------------------------------|---|-------|
| Promover a conscientização | 8 | 57,14 |
| Praticar a sustentabilidade | 8 | 57,14 |
| Respeitar o meio ambiente | 8 | 57,14 |
| Consumir somente o necessário | 6 | 42,86 |
| Reutilizar e incentivar a reciclagem | 3 | 21,43 |

Tabela 2: Percepção dos funcionários acerca do alcance dos objetivos específicos

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2019

Dentre os planos de ação desenvolvidos, que envolveram ações, campanhas, palestras, aqueles que mais sensibilizaram os funcionários a ponto de causar incentivos à adoção de práticas sustentáveis, apresentam-se na Tabela 3.

| Planos de ação (PA) | N. de respondentes | % de respondentes |
|---|--------------------|-------------------|
| Consumo de papel A4 e cartucho de impressão | 10 | 71,43 |
| Coleta Seletiva | 9 | 64,29 |
| Eficiência no consumo de água | 6 | 42,86 |
| Consumo de copos descartáveis | 8 | 57,14 |
| Consumo de energia elétrica | 4 | 28,57 |
| Serviços de limpeza, conservação e manutenção predial | 2 | 14,29 |
| Obras e equipamentos | 0 | 0,00 |
| Serviços de Vigilância | 0 | 0,00 |

Tabela 3: Impacto dos PA na sensibilização dos funcionários para adoção de práticas sustentáveis

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2019

Entre os temas instituídos pela IN nº 10, os respondentes julgaram que a comissão gestora do PLS tratou-os, dedicou maior cuidado aos que se apresentam em destaque na Tabela 4.

| Temas do PLS | N. de respondentes | % de respondentes |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------|
| Material de consumo | 10 | 71,43 |
| Qualidade de Vida no Trabalho | 9 | 64,29 |
| Coleta Seletiva | 5 | 35,71 |
| Energia Elétrica | 4 | 28,57 |
| Água e Esgoto | 3 | 21,43 |
| Compras e Contratações Sustentáveis | 2 | 14,29 |
| Deslocamento de Pessoal | 1 | 7,14 |

Tabela 4: Percepção dos funcionários em relação aos temas melhor tratados pela CG

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2019

Os motivos pelos quais os funcionários aderiram ao PLS, colaborando com sua execução, encontram-se na Tabela 5.

| Motivos | N. de respondentes | % de respondentes |
|---|--------------------|-------------------|
| Porque colaborar foi algo que lhe fez bem | 12 | 85,71 |
| Porque a legislação assim determina | 4 | 28,57 |
| Não colaborou | 0 | 0,00 |

Tabela 5: Motivos da colaboração com o PLS a partir da percepção dos funcionários

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2019

Já em relação às razões pelas quais as pessoas acreditam que a companhia deve continuar a desenvolver as ações do PLS, foram obtidos os resultados dispostos na Tabela 6.

| Planos de ação | N. de respondentes | % de respondentes |
|--|--------------------|-------------------|
| Pelos ganhos econômicos para a companhia | 12 | 85,71 |
| Pela necessidade de defender a natureza | 7 | 50,00 |
| Por ajudar pessoas e empreendimentos solidários a se desenvolverem | 5 | 35,71 |
| Só deve continuar se for obrigatório | 0 | 0,00 |

Tabela 6: Razões pelas quais a Conab deve continuar a desenvolver ações do PLS

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2019

Ao serem requisitados para registrar considerações, sugestões, críticas ou elogios à equipe responsável pela implantação do PLS, apenas quatro funcionários manifestaram opiniões, as quais são apresentadas no Quadro 1.

| | |
|---------------|---|
| Funcionário A | Fazer coleta seletiva do lixo por andar; na sessão cinema podem ser passados vídeos sobre meditação, yoga, a importância da melhoria nos alimentos ingeridos, dentre outros assuntos que envolvam sustentabilidade, agronegócio e melhoria na qualidade de vida. Isto tudo somado impacta em custos financeiros menores, principalmente pensando em prevenção de riscos da companhia. |
| Funcionário B | Os trabalhos devem ser realizados continuamente para o bem da companhia e para o bem do meio ambiente. |
| Funcionário C | Seria bom ter recursos disponíveis para mais atividades na empresa. |
| Funcionário D | Gostei das palestras, foram temas importantes com linguagem acessível. Comecei a fazer a coleta seletiva na minha casa mais gostaria de ter mais informações sobre esse trabalho. |

Quadro 1: Considerações, sugestões, críticas ou elogios dos funcionários

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2019

4.4 Lições aprendidas pelos integrantes da comissão gestora do pls

As questões apresentadas na reunião de retrospectiva, a partir das quais obteve-se as lições aprendidas (Quadro 2) foram as que compõe o roteiro de Veronese (2014): Quais foram os aspectos positivos da primeira fase do PLS? O que foi aprendido nessa fase que está se encerrando? O que é necessário melhorar para a próxima fase? Quais serão as próximas ações para atingir as melhoras identificadas? Quais são os problemas que poderiam impedir o progresso do projeto?

| |
|---|
| <p>Lição 1: A mudança de comportamento é uma questão cultural. Para incorporar a prática do consumo consciente à cultura organizacional, será preciso um esforço contínuo, para transformar atos isolados em costumes/hábitos. Mesmo uma campanha que cumpra a meta proposta, apenas uma intervenção não é suficiente para convencer as pessoas. É preciso repetir ao longo do ano a mesma informação, para que ela seja compreendida e incorporada. Por exemplo, considerou-se uma decisão acertada fazer repetidas campanhas informando a respeito da importância de se reduzir o material de consumo, vislumbrando não apenas os ganhos para a companhia, mas também a preservação do meio ambiente. A comissão gestora ratifica SORRENTINO; MENDONÇA; FERRARO JÚNIOR (2005) quando afirmam que cultura está associada à EA quando se anseia pela mudança de comportamento das pessoas no sentido de ressignificar o desenvolvimento e associa-lo à sustentabilidade.</p> |
| <p>Lição 2: Apesar de ser muito difícil mudar o comportamento das pessoas, percebeu-se que elas estão dispostas a colaborar no momento que percebem algum ganho pessoal, seja ele material ou não. A lição 2 tem por base a Tabela 5, que mostra que quase a totalidade dos respondentes afirmou que colaborou com o plano porque foi algo que lhes fez bem, o que corrobora com a ideia de Sales e Cantarino (2011), que ressalta a importância de apresentar, em EA, possíveis benefícios a serem obtidos, bem como os impactos negativos que poderão ser evitados.</p> |
| <p>Lição 3: O monitoramento constante dos indicadores é uma prática necessária para corrigir os desvios do curso do plano ao tempo em que eles ocorrem, junto às pessoas responsáveis. Esta lição associa-se ao modelo PDCA apresentado por Campos (2004), que explicou a sequência das etapas da ferramenta para que se garanta a melhoria contínua.</p> |
| <p>Lição 4: A adesão das pessoas ainda é reduzida. O nível de interesse e perfil é diferente, então é recomendável que se considere as respostas de todos os que colaboraram voluntariamente com a pesquisa, programando ações participadas, com foco em públicos específicos, de modo a tornar a comunicação mais próxima. Nos próximos giros do PDCA, incorporando ações sistematizadas de EA, espera-se que cada vez mais funcionários possam aderir às boas práticas apresentadas no plano.</p> |
| <p>Lição 5: É possível desenvolver ações em parceria, sem custo direto para a empresa, porém isso demanda uma série de articulações por parte de funcionários da companhia, que nem sempre dispõe de tempo disponível para tal. Nesse sentido, é recomendável ampliar o número de participantes da próxima comissão gestora, preferencialmente de modo a torna-la representativa a todas as gerências da empresa. Esta lição é uma recomendação para a superintendência, no momento de elaborar o próximo ato e designar a próxima comissão gestora.</p> |
| <p>Lição 6: Todos os profissionais que foram convidados para proferir palestras procuraram manter uma linguagem acessível, envolvendo a todos.</p> |
| <p>Lição 7: Todos os temas do plano são igualmente importantes e tem sua relevância. Por exemplo, o tema qualidade de vida no trabalho, que em um primeiro momento não parecia se relacionar de forma harmoniosa com a logística, foi percebido de forma positiva pelas pessoas, revelando-se um dos aspectos basilares para o bom desenvolvimento do PLS. Além do depoimento do Funcionário D, que elogiou a acessibilidade da linguagem aplicada nas palestras, Reigota (2012) complementa que para a EA produzir os resultados, é preciso que se adequem necessidades locais, e isso inclui não apenas os temas ligados à qualidade de vida no trabalho, como a linguagem, também citada na lição 6.</p> |
| <p>Lição 8: A unidade cartucho para medir o consumo desse item mostrou-se inadequada, pois trocando-se o tipo de cartucho, o resultado da meta alcançada (de aumento do consumo) não correspondeu à realidade (redução de gastos). Da mesma forma, deve-se separar os copos destinados à realização de eventos, pois o resultado apresentado não considerou essas circunstâncias pontuais. A lição 8 é outro ponto de melhoria a ser considerado.</p> |
| <p>Lição 9: O comprometimento de todos os gerentes e da superintendente é fundamental para os bons resultados do plano ao longo do processo, desde a formulação das novas metas até a mensuração das mesmas. Esse comprometimento é fundamental para que os integrantes da comissão gestora não fiquem sobrecarregados e com isso, corram o risco de desmotivarem-se, já que a gestão do PLS é muito séria, gratificante, porém demanda tempo e atenção, para que os resultados pretendidos sejam alcançados. Nesse sentido, Oliveira (2004) relacionou a melhoria contínua ao comprometimento de todos os integrantes de uma organização.</p> |

Lição 10: Deve-se manter alinhamento a todos os objetivos do plano ao longo do processo, sem perder de vista aquele mais percebido pelos funcionários, que visa utilizar os recursos públicos com parcimônia e inteligência, e por essa razão, o plano deve perseguir suas ações sem gerar custos à Companhia.

Quadro 2: Lições aprendidas pelos integrantes da comissão gestora do PLS

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2019

4.6 Proposição de ações de educação ambiental

Tendo por base a premissa de Paladini (2010) de que o ser humano é o único recurso capaz de transformar as organizações, e de Marras (2009) de que é preciso fornecer aos funcionários um meio que favoreça a educação corporativa, administrado por metodologia adequada ao perfil dos indivíduos, observando o consumo realizado e respeitando a opinião dos funcionários, bem como as lições aprendidas pela comissão gestora, propõe-se, no Quadro 3, 21 ações de EA para o próximo período do PLS. Para a apresentação das ações, definiu-se a projeção temporal dentro do horizonte de 12 meses, considerando o prazo curto, do 1º ao 3º mês, médio, do 4º ao 6º mês e longo, do 7º ao 12º mês, priorizadas a partir dos resultados colhidos. Para cada ação, relaciona-se o tema trabalhado no PLS, sendo 1 para material de consumo, 2 para QVT, 3 para coleta seletiva, 4 para energia elétrica, 5 para água e esgoto, 6 para compras e contratações sustentáveis e, finalmente, 7 para deslocamento de pessoal.

| Ação | Tema | Tipo | Público | Prazo | Responsável |
|--|-------|--|------------------|-------------|-------------|
| Dia da Mata Atlântica | 2 | Vivência: prática de yoga e meditação | Todos | Curto | CG |
| Rodando o PDCA | Todos | Palestra | Todos | Curto | CG |
| Planejamento participativo | Todos | Ação de planejamento | Gerências | Curto | CG |
| Copo plástico: descarte essa ideia | 1 | Campanha educacional | Todos | Curto/médio | CG |
| Semana do Meio Ambiente | Todos | Campanha educacional | Todos os setores | Curto | CG |
| Festa Junina Sustentável (Bingo da Caneca) | 1/2/3 | Confraternização | Todos | Curto | CG |
| Dia de proteção às florestas | 1/3 | Atividade educativa à escolha da gerência responsável: debate, filme ou palestra | Todos | Curto | GEFAD |
| Dia do Controle da Poluição Industrial | 2/4 | | Todos | Curto | GEDES |
| Dia da árvore | 2/5 | | Todos | Médio | GEOPE |
| Semana sem carro | 2/7 | Caminhada em grupo | Gerências | Médio | Gerências |
| Bate-papo sustentável | Todos | Roda de conversa | GEOPE | Médio | CG |
| Bate-papo sustentável | Todos | Roda de conversa | GEDES | Longo | CG |
| Bate-papo sustentável | Todos | Roda de conversa | GEFAD | Longo | CG |
| Semana do consumo consciente | 1 | Campanha | Todos | Médio | CG |
| Dia Mundial da Alimentação | 2 | Conversa com o médico | Todos | Médio | CG |
| Vamos conversar sobre o PLS? | Todos | Palestra | Todos | Médio | CG |
| Natal Sustentável | 1/2 | Confraternização | Todos | Longo | CG |

| | | | | | |
|---|-----|----------------------|-------|-------|-------|
| Dia mundial da água | 5 | Campanha | Todos | Longo | CG |
| Agronegócio e sustentabilidade | 2 | Curso de capacitação | Todos | Longo | GEDES |
| Agricultura familiar e sustentabilidade | 2 | Curso de capacitação | Todos | Longo | GEOPE |
| Sustentabilidade na gestão pública | 2/6 | Curso de capacitação | Todos | Longo | GEFAD |

Quadro 3: Proposição de ações de EA

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA, 2019

5 | CONCLUSÃO

A implantação do PLS na CONAB SUREG-SP apresentou um modelo organizacional mais sustentável, e aquilo, que no início era uma obrigação, passou a ser uma ferramenta de desenvolvimento para os funcionários, com vistas à criação de um novo paradigma. As boas práticas extrapolaram os limites da companhia e apesar de identificados três perfis diferentes de envolvimento com os resultados do plano: os comprometidos, os envolvidos e os indiferentes, percebeu-se uma vontade coletiva de que o PLS alcançasse seus resultados.

Em um primeiro momento, a EA não foi considerada, pelo menos formalmente, como uma ferramenta para o sucesso do PLS. Tendo em face a melhoria contínua e o ciclo PDCA como diretrizes do plano, a partir desse novo ciclo, recomenda-se sua adoção como tal. O presente artigo tinha como objetivo geral propor ações de educação ambiental para contribuir com a melhoria contínua dos resultados do PLS da CONAB SUREG-SP. A partir das ações propostas, com base nos dados aqui apresentados, e sobretudo considerando o ativo humano da companhia, é possível à CG organizar as bases para em um futuro próximo proceder com a elaboração de um Programa de Educação Ambiental.

Dentre os objetivos específicos, o artigo propunha o conhecimento das opiniões dos funcionários em relação ao PLS e às atividades realizadas durante sua execução no primeiro ciclo, a análise dos relatórios de consumo de serviços e bens relacionados no PLS, para relacionar seus resultados mais significativos, e por fim, identificar as lições aprendidas pelos integrantes da comissão gestora do PLS ao longo do período de implantação. Vê-se, portanto, que todos os objetivos foram alcançados.

O estudo mostrou-se relevante e de ampla contribuição a todos os órgãos e entidades da administração pública que pretendem dar os primeiros passos no sentido de implantar suas ações de educação ambiental, bem como àqueles que vem enfrentando desafios ao selecionar as melhores práticas de sustentabilidade e alcançar os resultados propostos em seus PLS.

Imaginar um cenário corporativo onde organizações preocupem-se com a sustentabilidade e invistam esforços em educação ambiental para alavancar

resultados sustentáveis parece pouco provável. Ainda assim, às empresas públicas do âmbito federal, resta seguir, de forma incansável, nos rumos da melhoria contínua, no sentido de alcançar índices cada vez maiores de sustentabilidade. Isto também se aplica às organizações privadas, as do terceiro setor, e até mesmo as organizações informais, religiosas, de trabalho ou familiares. Educação ambiental, como se viu, é uma abordagem plural, e como ferramenta para o desenvolvimento humano e defesa do meio ambiente, cabe em qualquer parte, bastando para isso, que as organizações decidam por ir a seu encontro e sejam capazes de adequá-la a cada realidade.

REFERÊNCIAS

ARANTES, R. S.; VIEIRA NETO, A. M.; CARDOSO, J. R. Planos de gestão de logística sustentável: ferramenta para boas práticas na gestão pública. In: CONGRESSO CONSAD DE GESTÃO PÚBLICA, 7, 2014, Brasília. Disponível em: <http://cpsustentaveis.planejamento.gov.br/assets/conteudo/uploads/c7ppplanos-de-gestao-de-logistica.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2019.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/Logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BORGES, C. D.; SANTOS, M. A. DOS . Aplicações da técnica do grupo focal: fundamentos metodológicos, potencialidades e limites. **Revista da SPAGESP - Sociedade de Psicoterapias Analíticas Grupais do Estado de São Paulo**, v. 6, n.1, p. 74-80, 2005.

BRASIL. Instrução Normativa nº 10, de 07 de dezembro de 2012. Estabelece regras para elaboração dos Planos de Gestão de Logística Sustentável de que trata o art. 16, do Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Disponível em: <<https://www.comprasgovernamentais.gov.br/index.php/legislacao/instrucoes-normativas/394-instrucao-normativa-n-10-de-12-de-novembro-de-2012>>. Acesso em: 9 abr. 2019

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial: 2004.

CARVALHO, M. M. DE; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade – Teoria e Casos**. 12 ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2005.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (2018). Plano de Logística Sustentável. [versão eletrônica]. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/institucional/gestao-estrategica/sustentabilidade>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (s/d). Apresentação Institucional. [versão eletrônica]. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/institucional>>. Acesso em: 31 mar. 2019.

BRASIL. Decreto nº 7.746, de 5 de junho de 2012. Estabelece critérios e práticas para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal direta, autárquica e fundacional e pelas empresas estatais dependentes, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública - CISAP. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7746.htm>. Acesso em: 9 abr. 2019.

GAZZONI, F. **A utilização do plano de gestão de logística sustentável como ferramenta de gestão:**

um olhar dos servidores da Universidade Federal de Santa Maria. Dissertação de Mestrado. *Programa de Pós-Graduação em Administração. Centro de Ciências Sociais e Humanas. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul, 2014.* Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4726/GAZZONI%2C%20FERNANDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

>. Acesso em: 29 abr. 2019.

GLOBO.COM. **Governo anuncia bloqueio de R\$ 16,2 bilhões no Orçamento de 2018.** Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/governo-anuncia-bloqueio-de-r-162-bilhoes-no-orcamento-de-2018.ghtml>>. Acesso em: 02 abr. 2019,

GONDIM, S. M. G. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. **Paidéia: Cadernos de Psicologia e Educação**, São Paulo, v. 12, n. 24, p. 149-161, 2003.

MARRAS, J.P. **Administração de Recursos Humanos.** 13 ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas.** São Paulo: Atlas, 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano de Logística Sustentável.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/plano-de-logistica-sustentavel-pls>. Acesso em: 09 abr. 2019.

OLIVEIRA, O. J. (Org.). **Gestão da qualidade: tópicos avançados.** São Paulo: Thomson, 2004.

PALADINI, E. P. **Gestão Estratégica da Qualidade.** São Paulo: Atlas, 2010.

SALES, T.; CANTARINO, A.. Educação ambiental empresarial como ferramenta na gestão ambiental. **In: VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2011.** Disponível em: <http://www.inovarse.org/sites/default/files/T11_0352_2183.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2019.

SANTOS, T. S. DOS Do artesanato intelectual ao contexto virtual: ferramentas metodológicas para a pesquisa social. **Sociologias**, v. 11, n. 21, p. 120-156, 2009.

SHIBAO, F. YTOSHI; MOORI, R. GIRO; SANTOS. M. R. A Logística Reversa e a Sustentabilidade Empresarial. **In: XIII SemeAD – Seminários em Administração**, set. 2010. p.1-17. Disponível em: <http://web-resol.org/textos/a_logistica_reversa_e_a_sustentabilidade_empresarial.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2019.

REIGOTA, M. Educação Ambiental: a emergência de um campo científico. **Perspectiva**, v. 30, n. 2, p. 499-520, 2012.

RUIZ, M. S. SMCRA's Underground Mining Regulations: Lessons Learned from the Implementation of the Rules and Regulations Pertaining to Planned Subsidence in Illinois. Southern Illinois University at Carbondale, PhD dissertation, 344p.,1996.

SORRENTINO, M., TRAJBER; R. MENDONÇA, P.; FERRARO JUNIOR, L. Educação ambiental como política pública. **Revista Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 285-299, 2005

SCHENINI, P. C.; NASCIMENTO, D. T. Gestão Pública Sustentável. **Revista de ciências da Administração UFSC**, São Paulo, v. 4, n. 8, 2002.

VERONESE, G. S. Métodos para captura de lições aprendidas: em direção a melhoria continua na gestão de projetos. **Revista de Gestão e Projetos – GeP**, v. 5, n.1, p. 71-83, 2014.

EDUCAÇÃO DO CAMPO E SUSTENTABILIDADE: UMA EXPERIÊNCIA DO PRONERA

Rodrigo Simão Camacho

Doutor em Geografia pela FCT-UNESP. Professor do Curso de Licenciatura em Educação do Campo (LEDUC) na Faculdade Intercultural Indígena (FAIND) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). E-mail: rogeo@ymail.com

RESUMO: No tocante a sustentabilidade, a agricultura familiar camponesa desempenha um papel importante na produção de alimentos para o consumo interno e defende práticas agroecológicas. A luta camponesa pela terra por meio dos movimentos sociais camponeses desencadeou a construção teórica-política-ideológica de um modelo de educação fundado em princípios e práticas sustentáveis de produção e organização social. Dessa forma, o principal objetivo deste artigo é analisar a experiência de integração entre educação e sustentabilidade, no Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (PRONERA). Para alcançar este objetivo, uma pesquisa com um questionário semi-estruturado foi realizado entre professores, alunos, monitores e coordenadores do Curso Especial de Graduação em Geografia oferecido pelo PRONERA. As pesquisas mostraram que os cursos estão discutindo os conceitos de sustentabilidade entre os camponeses.

PALAVRAS-CHAVE: Educação do Campo, Sustentabilidade, PRONERA.

EDUCATION OF THE COUNTRYSIDE AND SUSTAINABILITY: AN EXPERIENCE OF THE PRONERA

ABSTRACT: With respect sustainability, the peasant family agriculture plays an important role in food production for domestic consumption and defends agro-ecological practices. The peasant struggle for land by peasant social movements unleashed theoretical-political-ideological construction of an educational model based on sustainable principles and practices of production and social organization. Thus, the main objective of this paper is to analyze the experience of integration between education and sustainability, in the National Education Program in Agrarian Reform (PRONERA). To accomplish this, a survey of a semi-structured questionnaire was conducted among teachers, students, monitors and coordinators of the Special Course Undergraduate Geography offered by PRONERA. Research has shown that the courses are discussing the concepts of sustainability among the peasants.

KEYWORDS: Rural Education, Sustainability, PRONERA.

LA EDUCACIÓN DEL CAMPO Y LA SOSTENIBILIDAD: UNA EXPERIENCIA DE PRONERA

RESUMEN: Con respecto a la sostenibilidad, la agricultura familiar campesina desempeña un papel importante en la producción de alimentos para el consumo interno y defiende las prácticas agroecológicas. La lucha campesina por la tierra por los movimientos sociales campesinos provocó la construcción teórico-político-ideológica de un modelo educativo basado en los principios y prácticas de producción y organización social sostenibles. Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo es analizar la experiencia de la integración entre la educación y la sostenibilidad en el Programa Nacional de Educación en la Reforma Agraria (PRONERA). Para lograr esto, una encuesta de un cuestionario semi-estructurado se llevó a cabo entre profesores, alumnos, monitores y coordinadores del Curso Especial de Pregrado en Geografía ofrecidos por PRONERA. La investigación ha demostrado que los cursos están discutiendo los conceptos de sostenibilidad entre los campesinos.

PALABRAS CLAVE: Educación del Campo, Sustentabilidad, PRONERA.

INTRODUÇÃO

Existe uma desigualdade educacional no tocante aos moradores das áreas rurais brasileiras. A fim de ser combatida, essa desigualdade exige políticas específicas destinadas a melhorar a educação praticada no campo. Estas políticas têm de ter em conta as particularidades dos sujeitos do campo, bem como, o seu modo de vida.

A Educação do Campo é sustentável, pois permite o desenvolvimento territorial entre os camponeses. A Educação do Campo emerge como uma importante oportunidade para desenvolver os territórios dos camponeses, cujo modelo de produção baseado nas culturas alimentares básicas de maneira agroecológica, se mostra como uma alternativa ao modelo hegemônico vigente do agronegócio, garantindo a Soberania Alimentar.

A produção sustentável pode ser definida como aquela que cria bens utilizando processos e sistemas que são não poluentes e que se utilizam de pouco insumos externos (CAMACHO et al., 2015). Uma parte fundamental da estrutura do PRONERA, particularmente no que diz respeito à sua lógica de desenvolvimento territorial, é a relação intrínseca com a dimensão natural do território (CAMACHO, 2014).

O Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (PRONERA) é um exemplo importante de Educação do Campo na esfera da política pública. Este programa foi criado no Brasil em 1998, como uma resposta aos esforços do movimento social e representantes de sindicatos rurais. O PRONERA pode ser considerado uma experiência inovadora, uma vez que foi implementado em um território que tem sido historicamente marcada pela exclusão social e pela ausência de políticas públicas na área da educação. Seu principal objetivo é fortalecer ambientes rurais como território de vida em todas as suas dimensões: econômica, social, política, cultural e ético. Tendo em vista a formação de milhares de jovens no campo, podemos afirmar que o programa tem ajudado a construir uma outra forma de desenvolvimento territorial em

espaços rurais com base na equidade e sustentabilidade (BRASIL, 2011; CAMACHO, 2014).

A experiência de Educação do Campo do PRONERA analisados em nossa pesquisa foi o Curso Especial de Graduação em Geografia (CEGeo), resultado da cooperação entre INCRA¹/PRONERA/UNESP²/ENFF³. Camponeses assentados que participam dos movimentos socioterritoriais⁴, a maioria dos quais relacionados com a Via Campesina⁵, participaram deste curso que ocorreu entre anos de 2007 e 2011, alternando entre locais de ensino na UNESP, em Presidente Prudente - SP, e na Escola Nacional Florestan Fernandes, em Guararema – SP, como parte da metodologia da Pedagogia da Alternância⁶. O conhecimento adquirido no curso é destinado a ajudar os camponeses com a sua militância em movimentos sociais, no seu desempenho nas escolas dos assentamentos, e na proposição de políticas públicas de desenvolvimento territorial rural, o que torna possível a envolver estes camponeses na construção de outra forma de desenvolvimento territorial no campo, que inclui a igualdade e a sustentabilidade (CAMACHO et al., 2015).

Levando isso em conta, o principal objetivo deste artigo é analisar a experiência de integração entre educação e sustentabilidade, no Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (PRONERA). Estamos interessados neste tema, porque o estudo das comunidades rurais tem sido negligenciado pelas universidades. Produções científicas sobre as comunidades rurais permanecem bastante precárias. Esta realidade começou a mudar quando movimentos camponeses socioterritoriais começaram a trazer esta e outras questões em discussão a nível nacional (SOBREIRO FILHO, 2011). No entanto, os estudos que se concentram em educação nas áreas rurais ainda são uma minoria, quando comparado com estudos sobre educação urbana. Por exemplo, em Novembro de 2014, encontramos 434 ocorrências do termo “Educação Rural” no banco de dados Scopus, e apenas 32 referem-se ao Brasil (CAMACHO et al., 2015).

No primeiro item, vamos resumir a história das desigualdades existentes entre campo e cidade no Brasil e pensar no esforço para que a Educação do Campo possa diminuir estas desigualdades. No segundo item, apresentaremos o PRONERA e estabeleceremos um diálogo entre o Manual de Operações do PRONERA (2011) e da literatura existente sobre o tema. No terceiro item, vamos explicar a metodologia adotada neste artigo. Depois disso, vamos apresentar os principais resultados.

1 Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária.

2 Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) Universidade Estadual Paulista (UNESP).

3 Escola Nacional Florestan Fernandes.

4 Ações transformadoras realizadas por movimentos sociais no espaço.

5 Movimento Camponês de organização mundial.

6 Pedagogia da Alternância é uma metodologia de ensino-aprendizagem que alterna tempos-espaços educativos, sendo estes: tempo/espaço-universidade e tempo/espaço-comunidade.

HISTÓRICO DA EDUCAÇÃO DO CAMPO NO BRASIL

A criação de um novo projeto de Educação do Campo está relacionada com os esforços conjuntos de algumas entidades que formaram a Articulação Nacional em 1998, em favor da Educação Básica no Campo. As entidades que promoveram este movimento foram: a Conferência Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB), o Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST), Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), da Universidade de Brasília (UNB) e o Grupo de Trabalho da Reforma Agrária (GTRA). A primeira conferência chamada “Por uma Educação Básico do Campo” ocorreu em Luziânia - GO, em 1998.

O Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra defende a melhoria da qualidade da escola pública desde os anos de 1990. Sendo que seus militantes colaboraram na formação de professores para trabalhar em escolas do campo, em assentamentos e/ou acampamentos. Estas iniciativas contrastavam com o descaso histórico do governo brasileiro para com a escola pública do campo no Brasil. As escolas no campo eram constituídas de salas de aula multiseriadas, professores sem formação superior e falta de infraestrutura. O Movimento, então, desenvolve uma concepção de pedagogia denominada de “Pedagogia do Movimento”. As experiências educacionais do MST passaram da escala local para a escala nacional. Esta proposta se desenvolveu e se transformou em um paradigma, denominado de Educação do Campo. Em 1998, um Encontro Nacional que reuniu movimentos sociais e sindicais camponeses, juntamente com religiosos e professores universitários, foi o marco inicial para transformar este paradigma educacional em política pública (CALDART, 2005; TARLAU, 2015; CAMACHO et al., 2015).

A primeira razão por trás da luta pela Educação do Campo no Brasil é a realidade existente de exclusão com relação aos habitantes do campo. A falta de acesso a uma educação que permita o desenvolvimento das comunidades no campo está relacionada com a história da estrutura agrária no Brasil baseada no latifúndio e na desterritorialização dos indígenas de suas terras tradicionais e das populações camponesas de sua terra de trabalho (CAMACHO et al., 2015). A realidade para os povos do campo tem sido sempre de uma educação que não ultrapassa as séries iniciais do ensino fundamental. Há ainda um grande número de analfabetos no campo. A educação sempre foi inacessível para estas populações excluídas. A leitura e a escrita são instrumentos de status e poder dentro de uma sociedade capitalista e são geralmente um privilégio das classes dominantes. Assim, as classes subalternas têm poucas oportunidades para dominar os códigos de culturas letradas (CAMACHO, 2014).

Uma pesquisa por amostragem realizada pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), em 2010, revelou que o acesso à educação continua sendo um grande desafio para populações rurais estabelecidas em todas as regiões

do país. No que diz respeito aos dados sobre o ensino superior no Brasil, a região Norte tem 390.752 famílias assentadas, e menos de 1% com ensino superior concluído. A região Nordeste tem 302.513 famílias assentadas, mas menos de 1% tem diploma universitário. A região Centro-Oeste tem 138.000 famílias assentadas, destes, 1% possuem nível superior, e 1,33% estão estudando. A região Sudeste tem 40.156 famílias assentadas, destes, 1,01% tem curso superior concluído, e 1,16% estão estudando. A região Sul tem 34.991 famílias assentadas: menos de 1% com diploma universitário, e 1,09% estão estudando (BRASIL, 2011).

Apesar de estudos e dados do censo mostrar uma expansão quantitativa no acesso escolar, as desigualdades sociais e regionais, bem como os níveis de analfabetismo, ainda são altos, especialmente, nas regiões Norte e Nordeste (PAIVA, 2004). De acordo com Andrade e Di Pierro (2004), aproximadamente 45% das crianças de 4 a 6 anos de idade e 10% entre 7 e 14 anos que vive em comunidades rurais não frequentavam a escola em 2000. Três em cada dez jovens ou adultos que vivem em áreas rurais eram analfabetos. Uma das principais causas destes números negativos é a inexistência de escolas próximas às residências das pessoas, a falta de transporte escolar, ou devido às condições de vida precárias de suas famílias exigem que eles comecem a trabalhar ou ajudar nas tarefas domésticas em uma idade muito precoce.

A ausência de políticas públicas demonstra o tratamento desigual e discriminatório recebido pela população rural. Esta atitude negligente por parte do Estado tem levado a problemas educacionais de longa data, como o analfabetismo; crianças, adolescentes e jovens fora da escola ou sem escola; discrepâncias entre idade e série, repetição e fracasso; conteúdo inapropriado; problemas com a titulação, salários e carreiras dos professores; e uma oferta de escola que é geralmente reduzida para as quatro primeiras séries do ensino fundamental (ARROYO, 2013).

O movimento “Por uma Educação do Campo” foi criado para fazer frente a esta realidade de abandono por parte do Estado. Este movimento começou a exigir políticas públicas de instituições governamentais, bem como o financiamento para a investigação relacionada com questões educacionais em comunidades rurais. O silêncio, esquecimento, e até mesmo a falta de interesse em comunidades rurais em pesquisas sociais e educacionais é um ponto que estava se tornando preocupante. O movimento de Educação do Campo foi criado para relatar esse silêncio e o esquecimento das instituições governamentais, instituições de investigação de financiamento, programas de pós-graduação e estudiosos que estudam as questões sociais e educacionais (ARROYO, 2004).

A exclusão social e educacional dos habitantes das comunidades rurais tem de ser entendido historicamente. No Brasil, a força da ideologia dominante, que foi composta por oligarquias agrárias que prevalecem no país desde os tempos coloniais, tem defendido que era inútil e supérflua para os camponeses aprender a ler e escrever. O argumento por trás disso era que a natureza do trabalho rural (produção

de alimentos pelo cultivo da terra para sua subsistência e vender o excedente para a população urbana) não requer qualquer formação escolar. O próprio modo de vida dos camponeses era, a priori, a razão para negar-lhes o acesso à educação (ARROYO, 2004; CAMACHO, 2014).

Apesar de a educação ser reconhecida como um direito humano desde os anos 1980 e que a promoção de uma educação de alta qualidade é o segundo dentre os oito objetivos para o desenvolvimento no milênio para uma sociedade mais justa e sustentável (PNUD, 2014), este reconhecimento não atingiu áreas rurais brasileiras. Moradores de comunidades rurais foram totalmente excluídos desta conquista; este direito só manteve-se no nível abstrato do conceito de cidadania e não atendeu as necessidades específicas e concretas da realidade das comunidades rurais (ARROYO, 2004; CAMACHO et al., 2015). Portanto, a Educação do Campo é uma condição fundamental para que a população rural possa exercer sua cidadania (FERNANDES; MOLINA, 2004).

Em suma, a marginalização social e educacional vivida pelos moradores das comunidades rurais, devido a falta de políticas públicas voltadas para a sua realidade, engendrou a emergência de lutas de sujeitos coletivos que reagiram diante dessas situações sociais. Dentre estas lutas, destaca-se: a luta pela terra e pela reforma agrária que desencadeou a luta pela Educação do Campo (CAMACHO et al., 2015).

O PROGRAMA NACIONAL DE EDUCAÇÃO NA REFORMA AGRÁRIA – PRONERA

A história da Educação do Campo está diretamente relacionada à consolidação de uma política pública⁷, ao passo que a primeira grande conquista na Educação do Campo foi o PRONERA. De acordo com Molina (2004), o PRONERA é o pilar teórico e prático da Educação do Campo. O PRONERA tem como objetivo a criação de uma educação que está devidamente adaptado à lógica do trabalho e da cultura no campo, bem como a busca de outra forma de desenvolvimento mais sustentável socialmente e ambientalmente. No PRONERA, as práticas educativas envolvem, os seus sujeitos, ao seu território, a sua forma de organização do trabalho, e a sua cultura, buscando o estabelecimento de outro modelo de desenvolvimento, que seja socialmente justo e ecologicamente sustentável.

De acordo com o Manual de Operação do PRONERA (2011), o PRONERA é uma política pública cujo principal objetivo é fortalecer os territórios rurais em todas as suas dimensões: ambiental, econômica, social, política, cultural e ética. O programa foi criado em 1998 como resultado do esforço feito por representações de movimentos sociais e sindicatos camponeses. A criação deste programa permitiu milhares de trabalhadores, jovens e adultos das áreas de reforma agrária, acessarem o seu direito aos diferentes níveis de ensino.

7 Elas significam a materialização dos direitos presentes no artigo 6º da Constituição Federal Brasileira de 1988, entre os quais, encontramos educação (MOLINA, 2012).

A inserção da Educação do Campo na agenda pública ocorreu graças aos movimentos socioterritoriais camponesas, especialmente, o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST). As experiências educativas alternativas que estavam ocorrendo em acampamentos e assentamentos começaram a ser organizados em seminários e encontros regionais e nacionais durante a segunda metade da década de 1990 (ANDRADE; DI PIERRO, 2004; TARLAU, 2015). A Conferência Nacional da Educação Básica do Campo ocorreu em 1998. O objetivo dessa conferência foi o de sensibilizar os órgãos governamentais e a sociedade, em geral, sobre a importância da implementação de políticas públicas de educação adequadas às especificidades das populações do campo (CAMACHO, 2014; CAMACHO et al., 2015).

O PRONERA compreende hoje as ações de alfabetização de jovens e adultos; escolarização nos níveis fundamental, médio, superior e pós-graduação; formação continuada de professores; formação técnico-profissional para a saúde; a comunicação; a produção agropecuária e a gestão do empreendimento rural. Todas estas modalidades de educação estão pautadas em metodologias de ensino adequadas a realidade sociocultural do campo (ANDRADE; DI PIERRO, 2004).

Para a atualização dos dados, o PRONERA lançou a Segunda Pesquisa Nacional de Educação na Reforma Agrária (II PNERA). Esta foi uma pesquisa realizada em parceria com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisa Anísio Teixeira (MEC-INEP) e o Instituto de Pesquisas Aplicadas (IPEA). A pesquisa teve como objetivo caracterizar a demanda educacional e diagnosticar a situação do ensino ofertado nos assentamentos da Reforma Agrária. O resultado da pesquisa é que no período entre 1998 a 2011 foram realizados 320 cursos do PRONERA por meio de 82 instituições de ensino em todo o país, sendo 167 de Educação de Jovens e Adultos Fundamental, 99 de nível Médio e 54 de nível Superior. Os cursos foram realizados em 880 municípios, em todas as unidades da federação (MST, 2015). Vejamos a Figura 1:

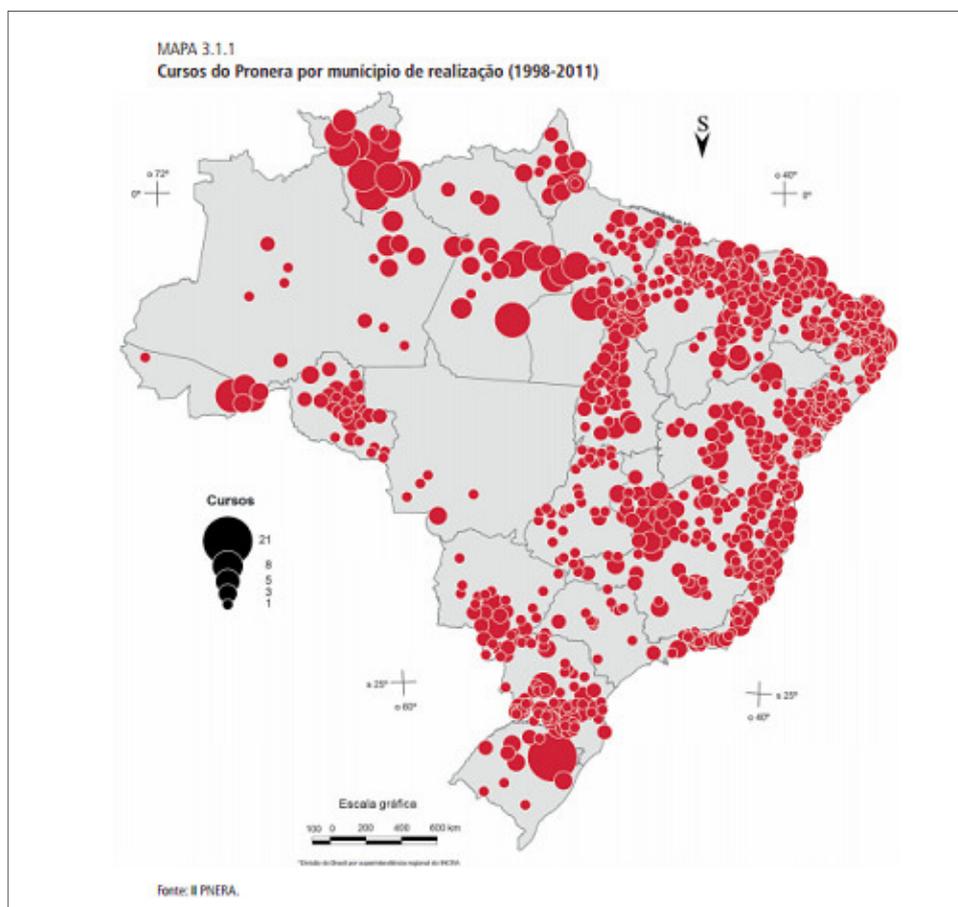


Figura 1: Cursos do PRONERA por município de realização (1998-2011)

Fonte: II PNERA, 2015.

Em termos de política pública específica, por meio da interação com os movimentos sociais camponeses, a experiência do PRONERA conseguiu se relacionar com a extrema diversidade de situações presentes no campo brasileiro. Diversidade esta que envolve desde a heterogeneidade dos sujeitos sociais do campo, bem como a diversidade das condições culturais, ambientais, geográficas e de organização da produção agrícola. Esta característica do PRONERA somente foi possível devido à interlocução direta que foi travada com os protagonistas deste processo (MOLINA, 2004).

O processo para a aprovação dos projetos é feito da seguinte maneira, as instituições de ensino encaminham o projeto para a Superintendência Regional do INCRA, onde a equipe do PRONERA o avaliará. Depois, o projeto é encaminhado à Coordenação-Geral de Educação do Campo e Cidadania para análise da Comissão Pedagógica Nacional (CPN) (BRASIL, 2011). A Comissão Pedagógica Nacional cuida para que os projetos se orientem por cinco princípios fundamentais que compõem o PRONERA: **a inclusão, a participação, a interatividade, a multiplicação e a parceria** (ANDRADE; DI PIERRO, 2004).

A inclusão é o princípio que defende a ampliação das condições de acesso à educação; A participação é a garantia que os beneficiários e seus parceiros têm participarem da elaboração, execução e avaliação dos projetos; A interatividade

diz respeito à forma como as parcerias entre órgãos governamentais, instituições de ensino superior, movimentos sociais e sindicais e comunidades assentadas estabelecem um diálogo permanente; A multiplicação diz respeito à ampliação não só o número de alfabetizados, mas também de monitores, profissionais e agentes mobilizadores que podem dar continuidade aos processos educativos; A parceria é a condição para a realização das ações do PRONERA. São considerados parceiros do programa: as Instituições de ensino, pesquisa e extensão, públicas e privadas sem fins lucrativos e fundações de apoio; as secretarias municipais e estaduais de educação; Os movimentos sociais e sindicais representativos do público beneficiário (BRASIL, 2011).

METODOLOGIA

Para escrever este artigo, como um primeiro passo, nós revisamos a literatura sobre Educação do Campo dialogando, sobretudo, com o Manual de Operações do PRONERA publicado em 2011. Como segundo passo, analisamos o Projeto Político-Pedagógico do Curso Especial de Graduação em Geografia (CEGeo). Na terceira etapa, foram realizadas 04 estudos de campo. Por meio da observação participante, os alunos foram entrevistados e utilizando a metodologia das fontes orais aplicamos um questionário semiestruturado para os sujeitos envolvidos nos procedimentos operacionais do curso: os educadores-professores, estudantes, coordenadores, monitores etc.

Também é importante ressaltar que esses quatro estudos de campo foram realizados nos seguintes períodos: o primeiro foi realizado de 10 de janeiro de 2010 a 20 de fevereiro de 2010, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Presidente Prudente, SP; o segundo foi realizado em julho de 2010, na Escola Nacional Florestan Fernandes (ENFF), em Guararema, SP; o terceiro foi realizado de 10 de janeiro de 2011 a 07 de fevereiro de 2011, na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Presidente Prudente, SP; e o último foi realizado em julho de 2011, na Escola Nacional Florestan Fernandes (ENFF) em Guararema, SP.

O CURSO ESPECIAL DE GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA (CEGEO)

Este curso foi organizado a partir de uma parceria construída entre a **Via Campesina** – Brasil; a Escola Nacional Florestan Fernandes – **ENFF**; a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho – **UNESP** - *Campus* de Presidente Prudente; o Ministério do Desenvolvimento Agrário – **MDA** e Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – **INCRA** por meio do Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária – **PRONERA**.

A turma nomeada pelos educandos-camponeses de Milton Santos, contava

inicialmente, em 2006, com 60 estudantes, no qual destes se formaram 46 em 2011. Todos representando movimentos sociais ligados a **Via Campesina - Brasil**: MST (Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra), MPA (Movimento dos Pequenos Agricultores), MAB (Movimento dos Atingidos por Barragens), MMC (Movimento de Mulheres Camponesas) e PJR (Pastoral da Juventude Rural), RACEFAES (Rede de Amigos e Colaboradores das Escolas Família Agrícola do Espírito Santo), MTST (Movimento dos Trabalhadores Sem Teto de São Paulo), EDUCAFRO (Educação e Cidadania de Afro-descendentes e Carentes) e o MCP (Movimento Consulta Popular).

Este curso teve como metodologia a Pedagogia da Alternância, ou seja, alternava o entre os **territórios educativos** (ANTUNES-ROCHA; MARTINS, 2012) do Tempo Escola (TE) com o Tempo Comunidade (TC). Sendo que os Tempos Escolas ocorriam em janeiro e fevereiro na **Universidade Estadual Paulista** em Presidente Prudente/SP e em julho e agosto na **Escola Nacional Florestan Fernandes** – ENFF em Guararema/SP.

Os objetivos dos cursos em nível superior do PRONERA são de garantir a formação profissional para qualificar as ações dos sujeitos e disponibilizar, em cada área de Reforma Agrária, recursos humanos capacitados que contribuam para o **desenvolvimento socialmente justo e ecologicamente sustentável** (BRASIL, 2011). Conforme o Manual de Operações do PRONERA: “Os cursos devem possuir uma sólida formação teórica e contemplar as situações da **realidade dos assentados** a fim de que os educandos encontrem soluções para os problemas e, simultaneamente, capacitem-se”. (2011, p. 72, grifo nosso).

A partir dessa compreensão o curso está sedimentado em 05 princípios fundamentais referentes à sua proposta pedagógica: a docência como princípio articulador das atividades pedagógicas; a sólida formação teórica; o compromisso profissional com a realidade e a experiência prática como princípio articulador das atividades; a pesquisa como princípio formativo e a **educação como estratégia para o desenvolvimento territorial sustentável**.

Os conhecimentos adquiridos no bacharelado e licenciatura objetivam formar Geógrafos e Professores que auxiliem no **desenvolvimento territorial** de sua comunidade, formando professores e geógrafos militantes dos movimentos sociais. A relação com os movimentos sociais camponeses demonstra, entre outros aspectos, as seguintes características do Curso: a relação direta estabelecida com a realidade na qual estão vinculados estes sujeitos; o modelo de gestão tripartite que revela o caráter democrático do PRONERA; o contato direto com as necessidades reivindicadas pela sociedade civil organizada; a possibilidade de instrumentalização dos sujeitos para que transformem a sua realidade tendo como veículo um modelo de educação emancipatório; a possibilidade concreta de construção de uma outra forma de desenvolvimento com sustentabilidade proposta e efetivada por estes sujeitos.

A partir de trabalho de campo na UNESP (Presidente Prudente - SP) e na Escola Nacional Florestan Fernandes (Guararema - SP) pudemos enxergar que

os estudantes-militantes dos movimentos socioterritoriais camponeses entendem que o curso de geografia lhes auxiliam em vários aspectos em suas lutas para um **desenvolvimento territorial menos desigual e mais sustentável**, compreendendo as relações naturais e sociais dos territórios camponeses.

Para quem atua na militância, se faz necessário **planejar a organização dos territórios conquistados**, e a Geografia traz elementos que ajudam a pensar este processo. Ela possui um conjunto de ferramentas que possibilita refletir acerca da construção de outras formas de assentamento. Esta é uma tarefa que requer analisar a paisagem do território conquistado: o relevo, o solo, a hidrografia, a infraestrutura, se a localização do assentamento está no fundo de vale ou topo da montanha, se tem acesso a água etc. Estas configurações territoriais implica em influências sobre, por exemplo, acesso a energia elétrica e às formas de escoamento da produção. O Movimento quer pensar novas configurações de organização para os assentamentos, quer pensar novas formas de organização do espaço. Neste sentido, a Geografia auxilia o Movimento para uma forma racional de pensar o espaço, de planejar o território conquistado, levando em consideração os aspectos naturais: fundo de vale, topo, acesso à água etc., para a construção de outras formas de assentamento mais eficientes. Dito de outra maneira:

Então um dos grandes dilemas que se tem é como tu configurar **novos designes de assentamentos**, como tu construir **formas organizativas** olhando *pra paisagem*, olhando *pro relevo*, olhando *pra infraestrutura local*. [...] **E a Geografia ela cai feito uma luva pra esse processo, de pensar o espaço, de pensar o território, de planejar esse território**. [...] Temos que conceber assentamentos com desenhos diferentes de que tem hoje. Porque você vai pegar (...) assentamentos da década de 80, até mesmo meados da década de 90, 95, [...] se **dividia os lotes, sem critério nenhum**. Sem **critério se tá no fundo de vale, se tava no topo, se ia ter acesso a água ou não ia ter**. [...] O primeiro assentamento planejado que teve foi em 97, 98, foram três assentamentos que ficam na região de Bagé, que teve no mínimo uma racionalidade na hora de dividir os lotes. Que levou em conta um pouco o **perfil do solo, essa questão topografia, acesso à água, aonde que ia ser estrada**, porque que ia ser ali, porque que não ia. Ou seja, é **uma forma racional de pensar um espaço**, né. (LT, UNESP, Jan. 2011).

Os estudantes pesquisaram temas importantes em suas monografias que pudessem auxiliar de maneira direta sua atuação em sua comunidade. Com relação a produção com sustentabilidade, a estudante-camponesa, Nc, focou em sua pesquisa a questão da Soberania Alimentar e Energética com a Agroecologia, ou seja, a importância da produção de alimentos saudáveis e sem agrotóxicos e a utilização do biodigestor para a produção de gás em seu assentamento.

Então, meu tema é **“Soberania Energética e Alimentar”** [...] e a experiência assim que existe, é o biodigestor, que é o gás de cozinha, onde se aproveita as fezes dos porcos *pra* fazer o gás e, também, serve de biofertilizante. Ao invés de ser o veneno lá, as ureias compradas na loja [...]. Outra questão, também, trabalhar um pouco voltado na **agroecologia**, né, como que se liberta do veneno e dos adubos, dos fertilizantes, produzindo e se libertando deles, como que poderia nós produzir mais

Também, com relação a produção sustentável, o estudante-camponês e militante-técnico do MST/RS, LT, decidiu pesquisar acerca da produção do arroz orgânico no assentamento Filho Sepé/RS, por entender que este é um elemento fundamental que influencia na multidimensionalidade desse território estudado. Para tal análise, tem tentado absorver o aprendizado científico-acadêmico para ler à realidade. Sendo que sua inserção a esta realidade lhe permite fazer a análise de maneira muito mais aprofundada unindo teoria-prática.

Então, o projeto ele ocorre dentro do assentamento Filho Sepé mesmo, é tentar identificar **as potencialidades e os limites da produção do arroz orgânico dentro desse assentamento**. [...]. Então, para contribuir com o assentamento eu procurei desenvolver uma monografia que tivesse um pouco essa **importância para a comunidade local**. [...]. (UNESP, Jan. 2011).

Nesta perspectiva, a educanda ADR do Curso Especial de Graduação em Geografia, moradora do Assentamento Itapuí, em Nova Santa Rita, no Rio Grande do Sul, descreve a importância que tem o seu projeto de monografia para a sua intervenção em seu assentamento. Seu projeto de pesquisa vai ao encontro das necessidades de se pensar um modelo de produção alternativo camponês ao modelo da monocultura e produção com agrotóxicos.

[...] O meu projeto da monografia eu escolhi sobre a produção agroecológica dentro do assentamento, do meu assentamento. Porque lá na nossa região a gente trabalha por grupos gestores, então a gente tem o grupo gestor das hortas, o grupo gestor do leite e o grupo gestor do arroz. Esses grupos gestores são tudo grupo gestor voltado a **agroecologia**, que se produz de forma **orgânica** sem nenhum uso de veneno. [...]. (ENFF, Jul. 2010).

Outra pesquisa ligada a questão da produção: soberania alimentar, energética e popular, é a do militante do MPA/ES, Als. Ele reafirma que a tomada de decisão do seu tema está relacionada com uma tomada de decisão coletiva do Movimento. Vai discutir em sua monografia a questão da importância das mini-usinas de beneficiamento do leite Este seria mais um mecanismo de resistência camponesa.

[...] Então, o meu tema hoje é essa **questão do campesinato, agroindústria e mercado capitalista, fazendo um estudo da questão da produção de leite no município numa perspectiva da implantação de mini-usinas de beneficiamento de leite**. [...]. É uma estratégia de sobrevivência, então, na perspectiva da construção da **soberania alimentar, energética, da soberania popular**. [...]. (ENFF, Jul. 2010).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O movimento dos camponeses produziu uma luta para obter o desenvolvimento

sustentável da produção agrícola. Assim, a incorporação do tema na estratégia dos camponeses aumentou. Conseqüentemente, a educação tem sido o plano principal, e o PRONERA e o GEGeo são as principais ferramentas para este fim.

A formação de 400 mil jovens e adultos assentados e/ou acampados da reforma agrária e a capacitação de cerca de 300 profissionais para atuarem na Assessoria Técnica, Social e Ambiental nos Assentamento de Reforma Agrária e na agricultura familiar camponesa, demonstra a efetivação de seu objetivo de construção de um desenvolvimento territorial rural economicamente justo e ambientalmente sustentável.

Os cursos do PRONERA tem a educação como uma estratégia para o desenvolvimento sustentável. E a formação técnica e pedagógica pelo CEGeo permitirá que os estudantes possam contribuir para o desenvolvimento com sustentabilidade em sua comunidade. Esta experiência nos mostra a realização do princípio fundamental do desenvolvimento territorial sustentável, que é a de “*pensar global, agir local*”. Por isso, a relevância e a legitimidade destas propostas educacionais para a sustentabilidade são reforçadas, em conjunto com a participação de organizações da sociedade civil em movimentos sociais. Apesar de o PRONERA ser uma experiência estritamente local, ele ainda pode se espalhar para outras escalas dentro da rede mundial.

Assim, as experiências educacionais no campo que estão sendo desenvolvidas por PRONERA nos permite visualizar o papel da sociedade civil organizada através de movimentos camponeses sociais, no desenvolvimento de uma política pública para construir uma nova visão sobre educação, democracia, desenvolvimento e o meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Márcia Regina; DI PIERRO, Maria Clara. A construção de uma política de educação na reforma agrária. In: ANDRADE, Marcia Regina; PIERRÔ, Maria Clara Di; MOLINA, Mônica Castagna; JESUS, Sonia Meire Santos Azevedo de *et al* (Orgs.). **A educação na Reforma Agrária em perspectiva**. São Paulo: Ação Educativa; Brasília: PRONERA, 2004a. p. 19-54.

ARROYO, Miguel Gonzalez. A educação básica e o movimento social do campo. In: ARROYO, Miguel G.; CALDART, Roseli S.; MOLINA, Mônica C. (Org.). **Por uma educação do campo**. Petrópolis: Vozes, 2004. p. 67-86.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA. Programa Nacional de Educação na Reforma Agrária (PRONERA). **Manual de Operações do Pronera**. Brasília: MDA/INCRA, 2011.

CALDART, Roseli Salete. **Momento atual da educação do campo**. Disponível em: <<http://www.nead.org.br/artigodomes/imprime.php?id=27>>. Acesso em: 02 jul. 2005.

CAMACHO, Rodrigo Simão. **Paradigmas em disputa na educação do campo**. 2014. 806 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2014.

CAMACHO, Rodrigo Simão et al. Evaluation of the relationship between education and sustainability in peasant movements: the experience of the national education program in agrarian reform. **Evaluation**

and Program Planning, v.1, p.1 - 23, 2015.

FERNANDES, Bernardo Maçano; MOLINA, Mônica Castagna. O campo da educação do campo. In: MOLINA, Mônica Castagna; JESUS, Sonia Meire Santos Azevedo de (Org.). **Por uma educação do campo**: contribuições para a construção de um projeto de educação do campo. Brasília: Articulação Nacional "Por Uma Educação do Campo", 2004. p. 53-91. (Por Uma Educação do Campo, 5).

MOLINA, Mônica Castagna. Proneira como construção prática e teórica da educação do campo. In: ANDRADE, Marcia Regina; PIERRÔ, Maria Clara Di; MOLINA, Mônica Castagna; JESUS, Sonia Meire Santos Azevedo de *et al* (Orgs.). **A educação na Reforma Agrária em perspectiva**. São Paulo: Ação Educativa; Brasília: PRONERA, 2004. p. 61-85.

PNUD. **Sobre o desenvolvimento humano**. Disponível em: <<http://hdr.undp.org/en/humandev>>. Acesso em: 01 nov. 2014.

SOBREIRO FILHO, José. Ocupações de terra no Brasil (1988-2010): uma leitura geográfica e a conjuntura política da luta pela terra. **Geographos**, v. 2, n.14, p. 1-26, 2011.

TARLAU, Rebecca. Education of the countryside at a crossroads: rural social movements and national policy reform in Brazil. **The Journal of Peasant Studies**, p. 1-21, 2015. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/loi/fjps20>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

PERCEPÇÃO DE SOLOS: EXPERIÊNCIA COM ESTUDANTES DO 6º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL EM ESCOLA DA REDE PÚBLICA DE URUTAÍ – GO

Ranyella de Oliveira Aguiar

Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí
Urutaí – GO

Alessandra Vieira da Silva

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”
Botucatu - SP

Dalcimar Regina Batista Wengen

Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí
Urutaí – GO

Jamerson Fábio Silva Filho

Universidade Estadual Oeste do Paraná
Cascavel- PR

Mara Lúcia Cruz de Souza

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”
Botucatu - SP

Letícia Rodrigues da Silva

Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí
Urutaí – GO

Lara Gonçalves de Souza

Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí
Urutaí – GO

Renata de Oliveira Dourado

Universidade Estadual de Goiás
Pires do Rio - GO

Jaberson Basilio de Melo

Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí
Urutaí – GO

Maria Carolina Teixeira Silva

Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí
Urutaí – GO

RESUMO: O solo é um componente fundamental do ecossistema terrestre. Apesar de sua importância, este conteúdo usualmente não é abordado de forma dinâmica com qualidade no ensino fundamental. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a percepção dos solos na escola através da pesquisa-ação com 20 estudantes do 6º ano do ensino fundamental em um colégio em Urutaí-GO. O trabalho foi realizado no Colégio Estadual Dr. Vascos Reis Gonçalves. O público alvo são estudantes de duas turmas do 6º ano do ensino fundamental no ano de 2018, totalizando 20 alunos, separados em grupos para viabilizar as atividades. Foram aplicados questionários aos estudantes, antes e após as oficinas teóricas e práticas. As oficinas teóricas e práticas foram às seguintes: infiltração e retenção da água no solo; consistência do solo; reaproveitamento de cores de solos para a prática de pintura de terra, colagem de terra sobre superfície em figuras, composição do solo e suas diferentes texturas. Os alunos foram conduzidos ao estudo do solo podendo operar os seus sentidos (tato, visão, olfato) visando ao uso do raciocínio. Houve interação e percepção significativa dos estudantes no decorrer de todas as atividades. **PALAVRAS-CHAVE:** Educação de solos; conscientização; preservação ambiental.

SOIL PERCEPTION: EXPERIENCE WITH STUDENTS OF THE 6TH GRADE OF ELEMENTARY SCHOOL IN A PUBLIC SCHOOL IN URUTAÍ - GO

INTRODUÇÃO

A realização da Educação Ambiental iniciada na escola poderá atingir os demais segmentos da sociedade, já que a inserção da dimensão ambiental na escola proporciona a realização de um trabalho contínuo e permanente e as transformações alcançadas, transpõem os muros da mesma (Silva, 1995).

Segundo Perusi e Sene (2012) a temática ambiental também deve ser discutida na escola:

Embora polêmico, mas partindo do princípio de que a educação é um direito de “todos”, e que a temática ambiental, entendida aqui como expressão integradora das dimensões socioculturais, políticas e ecológicas, desde o ano de 1997, proposto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN’s), tornou-se tema transversal, ou seja, deve estar presente em todas as disciplinas da educação básica. (PERUSI; DE SENA, 2012, p. 155)

Se torna de fundamental importância discutir com os alunos sobre a eco-esfera e suas funções e formas de preservação em todas as disciplinas. É possível que as ciências agrárias contribuam para o avanço desses debates ao longo do tempo.

Segundo Muggler et. al. (2004) e Lima et. al. (2007) dentre os estudos empreendidos sobre os elementos da eco-esfera o espaço dedicado ao solo no ensino básico, é frequentemente insuficiente ou inexistente sobretudo se comparado com outros elementos naturais como a água e as florestas (FRASSON; WERLANG, 2009). Isso acontece, em função da diferença na percepção e sensibilização que as pessoas possuem em relação a esse recurso natural (MUGGLER et. al., 2006). Desse modo, é fundamental que a preservação do solo seja discutida no ambiente escolar, uma vez que, esse é local de construção de conhecimento para a formação cidadã (BRASIL, 2000). É necessário, portanto, desenvolver a percepção das pessoas em relação ao solo por meio da educação ambiental introduzidas nas escolas, para que valores e atitudes de desvalorização sejam reconstruídos (MUGGLER et. al., 2004).

O conhecimento da percepção dos alunos acerca do solo e das suas funções no contexto ambiental, constitui-se uma ferramenta importante para direcionar as discussões relacionadas a temática ambiental e à conservação do solo como recurso natural. Nesse sentido, o desenvolvimento de materiais didático-pedagógicos direcionados ao ensino do solo, seja em nível básico ou universitário, contribui para a vivência mais aproximada do estudante com os recursos solo e as questões ambientais. Pouquíssimas são as ações que visam à substituição de práticas tradicionais e sem utilidade para estudantes do ensino básico, introduzindo atividades mais dinâmicas em livros didáticos, pode-se facilitar a compreensão tanto de professores e alunos sobre a temática ambiental.

REFERENCIAL TEÓRICO

A educação ambiental se baseia em processos nos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, atitudes, habilidades, interesse ativo e competência para a conservação do meio ambiente e a sustentabilidade rural e urbana (EDUCAÇÃO..., 2000; HAMMES, 2004). A educação ambiental tem se mostrado fundamental na sensibilização da população quanto aos impactos ambientais negativos constatados em nosso cotidiano como: poluição atmosférica e dos recursos hídricos, erosão do solo, queimadas, desmatamentos, perda da biodiversidade, enchentes e inundações, problemas sociais etc.

Em Hammes (2004) é apresentado um grande conteúdo técnico-científico de informações referente a ações de educação ambiental, voltadas para um desenvolvimento sustentável, que serve de suporte aos educadores na elaboração de ações de sensibilização. Importante citar que as atividades de educação ambiental precisam ser diferenciadas da metodologia tradicional de ensino, e usar material didático formal e não formal adequado. Ações que podem servir como modelo para dinamizar o ensino de temas ambientais, que utilizam práticas motivadoras de aprendizado, que mostram a importância que se deve dar à qualidade das informações transmitidas para o público-alvo, além de promover a capacitação dos educadores e melhorar a metodologia de repasse das informações (aulas, palestras, material audiovisual, visitas orientadas, exposições).

O solo é um componente do meio ambiente que suporta as ações humanas e naturais que ocorrem na superfície, de acordo com Lima et al. (2007), estes acrescentam que o solo é o principal substrato utilizado pelas plantas para o seu crescimento e disseminação, exercendo funções ambientais e agronômicas importantes. Com relação ao ensino do solo nas escolas, existe uma deficiência na quantidade e qualidade dos materiais didáticos, pois estes costumam ser tradicionais e não despertam o interesse do aluno (PRATES; ZONTA, 2009). O processo de aprendizagem deve levar o aluno à construção gradativa do conhecimento, a partir de um fazer científico, (CURVELLO; SANTOS, 1993). Publicações atuais mostram a importância dessa experiência na formação tanto de alunos quanto de professores (CAPECHE, 2010; EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA, 2008; ORIENTAÇÕES..., 2009; TALARICO et al., 2007).

Vendo o solo na perspectiva de componente do meio ambiente que suporta as ações humanas e naturais que ocorrem na superfície do planeta podemos dizer que ele atua no armazenamento e qualidade da água (BREFIN, 2009), e do ar, estando presente no ciclo de todos os nutrientes, e interagindo com todos os seres vivos, uma vez que todo o nutriente que a planta absorve e que são utilizados por nós e por outros os seres, têm em algum período de seu ciclo, uma passagem pelo solo (MOTTA; BARCELLOS, 2007).

O desenvolvimento de atividades de ensino em solos nas escolas e o uso de

materiais didático-pedagógicos, seja em nível básico ou universitário, contribuem para a vivência mais aproximada do estudante com os recursos solo e as questões ambientais. Assim é fundamental incorporar conceitos sobre o solo no ensino básico com a finalidade de despertar nos professores e educandos a conscientização sobre este importante componente do eco-esfera. Ações dessa natureza podem contribuir para a reversão da negligência em relação a este recurso natural (LIMA, 2005). Além disso, essas ações educativas visam a substituição de práticas tradicionais e sem utilidade para estudantes e professores do ensino básico, passando de um processo de ensino sobre solos que, de modo geral, é particularmente mecânico, para algo mais dinâmico e que gera mais interesse nos alunos.

OBJETIVO GERAL E ESPECÍFICO

Buscou-se avaliar a percepção dos solos na escola: através da experiência com estudantes do 6º ano do ensino fundamental em um colégio em Urutaí-GO, a fim de estimular a criatividade e a interação acerca dos solos e possibilitar através de oficinas teóricas e práticas uma conscientização ambiental, etornando as aulas mais dinâmicas e educativas.

Dentro deste diapasão procurou-se especificamente:

- Apresentar oficinas teóricas e educativas sobre aspectos do solo e suas propriedades, de modo a despertar nos participantes a consciência acerca da importância da educação ambiental na escola;
- Mobilizar os estudantes, professores e demais servidores do referido colégio em torno do processo de condução das oficinas nas dependências da mesma e, com isso, possibilitar a integração dos conhecimentos teóricos aos práticos acerca da educação em solos, além de possibilitar práticas de pinturas de solo e colagem de solo sobre a superfície entre outras atividades dentro do conceito educação ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

Metodologicamente buscou-se trabalhar com um procedimento que pudesse aliar a pesquisa científica nas ciências agrárias com a aplicação destas inovações em sala de aula. Para tanto escolheu-se a pesquisa-ação. Segundo Franco (2005) a pesquisa-ação tem origem no pós-guerra (meados do século XX) e foi iniciada por Kurt Lewin em uma abordagem de pesquisa experimental. Ao longo do tempo a pesquisa-ação se fortaleceu no campo educacional, sendo uma das metodologias mais utilizadas na área da Pedagogia nos dias atuais.

A pesquisa-ação educacional é principalmente uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e, em decorrência, o aprendizado

de seus alunos, mas mesmo no interior da pesquisa-ação educacional surgiram variedades distintas.(TRIPP, 2005, p. 445)

Pensando então em termos de estratégia, foi delineado um projeto onde os alunos pudessem aliar a pesquisa teórica a práticas de conhecimento em relação aos solos e conseqüentemente a educação ambiental. Estudar o solo, como proposta na educação ambiental no ensino fundamental, contribui de forma a dar importância ao ensino prático onde os livros didáticos não conseguem demonstrar apenas com a teoria. Na maioria das vezes os livros didáticos não são preparados com conhecimentos técnicos em relação ao solo, o que faz os alunos ficarem distante das informações reais e úteis do solo na zona urbana ou rural.

O projeto foi conduzido no Colégio Estadual Dr. Vascos Reis Gonçalves, Urutaí-GO, no período de 01 de agosto a 09 de julho de 2019. O público alvo foram os estudantes de duas turmas do 6º ano do ensino fundamental, totalizando 60 alunos, separados em grupos de 10 para viabilizar as atividades. Foram aplicados questionários aos estudantes, antes e após as oficinas teóricas e práticas, buscando avaliar as possíveis diferenças sobre suas percepções de meio ambiente. A pesquisa envolveu alunos do 6º ano do ensino fundamental da escola, e os participantes foram informados que não precisariam se identificar no questionário. O mesmo que foi aplicada antes e depois da implantação das oficinas.

Tabela 1 - Questionario sobre educação ambiental na escola

1 - Você acha o solo importante?

2 - O solo argiloso deixa passar mais água do que o solo arenoso?

3 - O solo ajuda no crescimento das plantas?

4 - A matéria orgânica deixa o solo com a cor mais escura?

5 - Os seres vivos estão presentes no solo?

6 - O solo sem minhoca é um solo bom?

Tabela 1, apresentam-se as questões contidas no questionário:

Fonte: Autoria própria

Foram feitas oficinas teóricas e práticas. Na elaboração das oficinas teóricas foram realizadas revisões de literatura acerca da educação ambiental e dos solos. As oficinas teóricas foram expositivas e realizadas em datas e horários disponibilizados pela instituição de ensino. Já as oficinas práticas foram divididas em duas etapas, sendo a primeira com três oficinas e a segunda etapa com duas oficinas. Nas três primeiras oficinas (Reaproveitamento de cores de solos para a prática de pintura de terra, infiltração e retenção da água no solo e consistência do solo), foram utilizadas

metodologias diversas. Na primeira chamada “Reaproveitamento de cores de solos para a prática de pintura de terra”, foram coletadas amostras de solos de diversos locais, a fim de se dispor de material de diferentes cores. A terra foi seca em estufa a 110 °C e, em seguida, peneirada (2 mm) para remoção do material grosseiro. Para o preparo das tintas, empregara terra peneirada, água e cola branca, na proporção de 2:2:1. Estes materiais foram colocados em um becker de vidro, com capacidade para 1L, e homogeneizados, com o auxílio de uma espátula. Logo, as tintas obtidas foram utilizadas na confecção de pinturas, por parte dos estudantes, onde utilizaram pinceis e pincelinhos para manusear as tintas e papel A3 para elaboração de desenhos relacionados ao solo. Foram obtidas tintas com 10 tonalidades de cores distintas entre si. Estas foram usadas pelos próprios participantes da oficina na elaboração de desenhos ilustrativos relacionados ao meio ambiente, sobre papel A3, conforme ilustrado na figura 1.



Figura 1 – Preparação da tinta de terra por parte dos alunos e apresentação dos desenhos ilustrativos sobre solos. Urutaí, GO, 2018.

A segunda oficina deste ciclo foi chamada de “Infiltração e retenção da água no solo”. Para a realização do experimento foram levados quatro tipos de solos: areia, brita, matéria orgânica e argila. Eles foram colocados um dentro de outro em formato de funil e, tampados na tampa de papéis filtros, que por sua vez, foram depositados dentro de funis feitos de garrafa polietileno tereftalato (PET), voltados para um recipiente transparente, no caso dentro de outro litro. Considerando a sugestão de Krasilchik (2012) para a utilização da demonstração como estratégia de ensino, a fim de garantir o entendimento de todos e, tornar mais simples a parte de execução do experimento e o domínio do tema apresentado, de forma que possibilitasse uma forma mais clara e objetiva. Em cada garrafa funil foi adicionada a mesma quantidade de água, deixando-a cair no recipiente de garrafa que a quantidade foi posteriormente medida, após a passagem pelo solo (Figura 2).



Figura 2 – Materiais utilizados para fazer retenção da água no solo e consistência do solo em sala de aula durante a oficina. Urutaí, GO, 2018.

Para a oficina “Consistência do Solo”, foi necessário coletar torrões de solos secos, amostras de solos que teriam que ser destorroadas, obtenção de duas bandejas e um litro de água. A metodologia empregada no desenvolvimento dessa oficina diz respeito à durabilidade do solo. O processo consistiu em quebrar com os dedos e se caso não consiga, fazer o mesmo processo utilizando as mãos os diferentes tipos de torrões, para determinar as durezas de determinados solos. Depois, para verificar a pegajosidade dos solos, foi misturada água aos solos destorroados até formar uma massa. O aluno pode verificar o grau de pegajosidade do solo após apertar a massa sobre os dedos, caso não grudasse, o solo não era muito pegajoso.

O segundo ciclo de oficinas também foi composto por dois momentos em sala de aula com alunos e professores que consistiu em duas oficinas sendo colagem de terra sobre superfície em figuras e praticas de composição do solo (Figura 3). A oficina chamada “Colagem de terra sobre superfície em figuras” consistiu no preparo de uma mistura de cola com água, que foi utilizada para a colagem do solo em imagens ou objetos trabalhados com pincéis adequados. Para o preparado dessa tinta foi observada a proporção de 1:1, isto é, uma parte de água e uma parte de cola branca, misturando-as bem. Em seguida, aplicou-se a mistura colante com um pincel de artesanato sobre a superfície que recebeu o solo, com cuidado para não encharcar e evitar o escorrimento para fora da área. Utilizaram-se pincéis mais finos para os locais nas figuras com mais detalhe e pincéis de maior espessura para locais mais amplos. A aplicação do solo sobre a figura foi feita fazendo um pequeno furo em um dos cantos do saco plástico que contém o solo, de forma a permitir a aplicação de uma quantidade pequena, mas constante, sobre a superfície. Além dos sacos plásticos outros objetos podem ser utilizados, desde que apresentem uma saída afunilada, como, por exemplo, aplicadores de maionese e *catchup*, ou paliteiros. Trabalhou-se a figura por partes, evitando a mistura das cores, principalmente quando o desenho tinha áreas contíguas.

Após a secagem das partes individuais, levantou-se a folha para retirar o excesso de solo e possibilitar a aplicação de cola no restante da figura. Assim, foi possível completar a colagem no restante da figura.



Figura 3 – Oficina de colagem de terra sobre superfície e apresentação da figuras pelos discentes do 6º ano do Colégio Dr. Vascos dos Reis Gonçalves. Urutaí, GO, 2018.

Na segunda oficina nomeada “Práticas de composição do solo e suas diferentes texturas” foram realizadas dinâmicas através de figuras ilustrativas onde os alunos aprenderam e perceberam de forma ativa sobre a importância do solo e suas composições. Essa atividade consistiu em uma dinâmica em sala dispostos em círculos, no qual através da ilustração de imagens os alunos puderam mostrar os conhecimentos básicos sobre os solos e posteriormente complementados pelos discentes que se aplicava a oficina.

RESULTADOS E DISCURSSÃO

Após aplicação do questionário ilustrado na Figura 4, observa-se que 100% dos discentes têm consciência ambiental sobre o tema perguntado, Segundo Miranda (2008) as crianças e os adolescentes constituem o público-alvo bastante promissor no processo de Educação Ambiental, pois sua consciência ambiental está em processo de aprender, entender e depois fazer, essa forma pode ser bem mais sucedida do que em adultos já formados e com comportamentos enraizados.

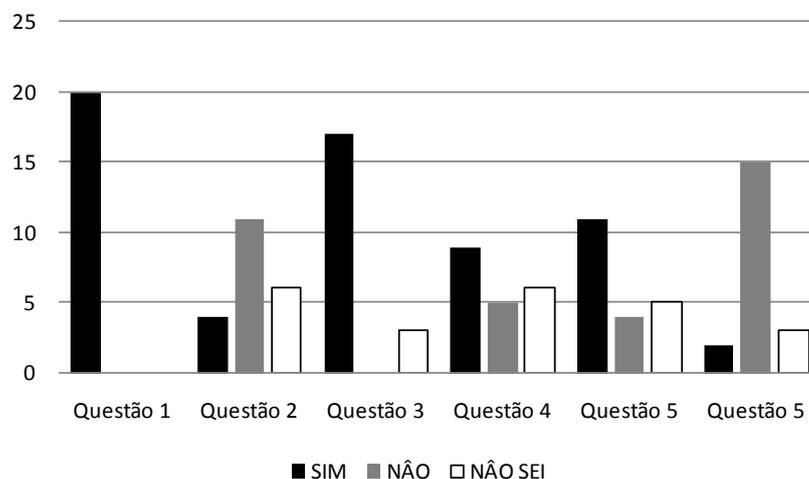


Figura 4 - Desempenho dos alunos do 6º ano do ensino fundamental do Colégio Estadual Dr. Vascos Reis Gonçalves. Urutaí-GO, 2018.

Para a temática da questão 2, podemos observar que apenas 55 % alunos responderam de forma correta, sendo que 30% não sabiam e a 15% responderam errado. Já na relação entre o solo e o desenvolvimento das plantas (questão 3) ilustrada na Figura 1, demonstra que 85% dos estudantes responderam corretamente, e 15% dos alunos não sabiam responder.

Para a questão 4, apenas 45% dos discentes tinham conhecimento em relação a interferência da matéria orgânica na cor do solo, deixando-o mais escuro,30% dos alunos não tinham esse conhecimento e 25% optou pela resposta em que a matéria orgânica não interfere na cor do solo. Isso mostra que menos da metade da sala conhecia as cores dos solos e seus significados.

Já na questão 5 podemos perceber que 55% responderam corretamente quando perguntados sobre os seres vivos presentes no solo, 25% não sabiam e 20% responderam que os seres vivos não estão presentes no solo. A falta de conhecimento dos discentes, onde metade da sala tinham o conhecimento dos seres vivos da matéria orgânica e outros não sabiam, demonstra a desvalorização do ensino sobre educação ambiental.

Na última questão, quando perguntados se um solo com minhoca seria bom, 75% responderam que não é importante,10% respondeu que sim e 15% responderam que não sabiam.

Após realizar o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes através do questionário aplicado, isto assume função considerável para a abordagem a fim de sanar as dúvidas dos mesmos através das oficinas e, com isso trazer a prática em conjunto com a teoria. Isso faz com que a estrutura do discente possa trazer o conhecimento das oficinas a um conceito significativo no ensino aprendido (MOREIRA, 2012). Assim, criar novos conceitos que poderão ser adquiridos em sala e repassados através de uma nova linguagem.

Logo após a aplicação do primeiro questionário, foi realizada a parte teórica e expositiva sobre a educação ambiental na escola (Figura 2) que foram divididas em duas etapas, sendo a primeira composta por três oficinas, sendo elas:reaproveitamento de cores de solos para a prática de pintura de terra, infiltração e retenção da água no solo e consistência do solo.



Figura 5 – Palestra expositiva sobre a educação ambiental na escola com alunos do 6º ensino fundamental do Colégio Dr. Vascos Reis Gonçalves. Urutaí, GO, 2018.

O comportamento dos discentes no decorrer da atividade contribuiu para o êxito sequência das oficinas e, isso ficou claro pela participação efetiva dos discentes, incluindo aqueles que demonstravam dificuldade em situações de aula normais.

Na implantação da oficina de consistência do solo os alunos puderam entrar em contato direto com o solo e, através disto puder conhecer as diversas formas de consistência que contribuíram para a educação ambiental na escola.

A forma que foi apresentada as oficinas teóricas e práticas demonstraram que o recurso utilizado serviu e contribuiu para o ensino aprendido do tema solo e as questões ambientais. Dentre as situações que demonstram apropriação do tema se pode destacar que durante a implementação os estudantes se apropriaram de novos conhecimentos, o que ficou evidenciado nos relatos de experimentos e nos textos produzidos (OLIVEIRA, 2018). Além disso, foi observada através do pós-questionário que foi aplicado depois das oficinas a notória contribuição apresentada de conhecimento por parte dos alunos. Visto que alguns discentes não tinham tanto domínio sobre o tema a percepção do solo e, logo foi sanada, conforme ilustrado na figura 6.

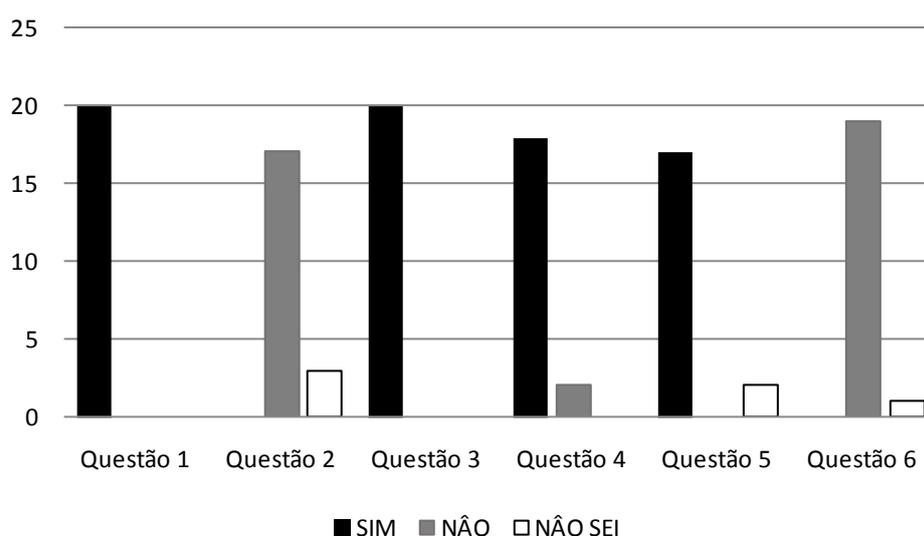


Figura 6 – Pós-questionário aplicado depois das oficinas para os alunos do 6º ano do ensino fundamental do colégio Dr. Vascos dos Reis Gonçalves. Urutaí-GO, 2018.

Podemos observar que a dinâmica apresentada contribuiu para o ensino aprendido dos alunos onde 90% das perguntas apresentadas foram respondidas corretamente e, essa relevância mostra que se cada vez mais trouxer a prática atrelada à teoria pode se ter bons resultados, assim como demonstrado nessa pesquisa. Isso faz com que a Educação Ambiental na escola possa preparar o indivíduo para futuramente poder contribuir nos processos sociais, culturais relativos à conservação do meio (Medeiros et al., 2011).

A partir dos resultados obtidos com o acompanhamento dos alunos com as

atividades voltadas para a educação ambiental, foi possível perceber que as crianças aprenderam a trabalhar em equipe, organização, aprendizado de novas técnicas. Tessaro (2007) acredita que toda a atividade de caráter recreativo, no qual proporciona no aluno uma eficiente percepção do tema abordado e, essencial para que se crie uma consciência ambiental.

CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram a importância das oficinas teóricas e práticas na contribuição do ensino aprendido referentes a conceitos básicos de preservação. Pois a aplicabilidade desse tema na maioria das vezes não é dada com tanta importância, porém se repassada de forma adequada pode criar na nova geração um consciência ambiental.

Observou-se que os alunos do 6º anos inicialmente alguns não conhecia sobre o assunto sendo bastante proveitosa a aplicação das oficinas, no qual todos demonstraram interesse participativo e cooperativo.

De posse destes resultados, podemos verificar que tem-se uma maior eficiência na aplicação de temas relacionados a educação ambiental nos anos iniciais do Ensino Fundamental é de extrema importância para a formação e conscientização mais correta e para a formação de uma nova geração de crianças que se preocupa com o meio ambiente.

REFERENCIAS

EDUCAÇÃO ambiental: **como elaborar um projeto de educação ambiental**: Rio de Janeiro: ALERJ, [2000]. 20 p.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio. Parte I - Bases Legais. 2000. Brasília, MEC

BREFIN, M. de L. M. S. Plano de Gestão Estratégica para a Embrapa Solos, período de 2009 a 2012: Do Contexto Global ao Cumprimento da Missão e Visão da Embrapa Solos – Desafios. Embrapa Solos/MAPA. 1ª. Edição, 2009. 69 p. ISSN 1517-2627.

CAPECHE, C. L.; MACEDO, J. R. de; MELO, A. da S. ANJOS, L. H. C. dos. **Parâmetros Técnicos Relacionados ao Manejo e Conservação do Solo, Água e Vegetação - Perguntas e Respostas** Riode Janeiro: Embrapa Solos, 2004 (Comunicado Técnico, 28).

CURVELLO, M.A.; SANTOS, G.A. **Adequação de conceitos básicos em ciência do solo para aplicação na escola de 1o grau**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24., Goiânia, 1993. **Resumos**. Goiânia: SBCS, 1993. v. 3. p. 191-192.

FRANCO, M. A. S. Pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa** [online]. 2005, vol.31, n.3, pp.483-502.

FRASSON, V. da R.; WERLANG, M. K. **Ensino de solos na perspectiva da educação ambiental: contribuições da ciência geográfica**. Revista Geografia: Ensino & Pesquisa, 4:94-99, 2010.

HAMMES, V. S. (Ed.). **Construção da proposta pedagógica**. 2.ed. São Paulo: Globo, 2004. v.1300 p. (Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável, v. 1).

KRASILCHIK, M. Práticas de ensino de Biologia. São Paulo: Edusp, 2012.

LIMA, V.C.; LIMA, M.R. & MELO V.F. (Eds.). **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Curitiba: UFPR, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. 130 p. 2007.

LIMA, M.R. de. **O solo no ensino de ciências no nível fundamental**. Ciência e Educação, v.11, n.3, p.383-395, 2005.

Medeiros, A. B., Mendonça, M. J. S. L., Sousa, G. L., & Oliveira, I. P. (2011). **A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais**. Revista Faculdade Montes Belos, 4(1), 1-17.

MOTTA, A. C. V.; BARCELLOS, M. Funções do Solo no Meio Ambiente. In: LIMA, V. C.; LIMA, M. R. de; MELO, V. de F. **O Solo no Meio Ambiente, Abordagem para Professores do Ensino Fundamental e Médio e Alunos do Ensino Médio (org)**. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. 1º. Edição, 2007. cap. 9, p. 49 – 64.

MUGGLER, C.C.; PINTO SOBRINHO, F.A.; MACHADO, V.A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.4, p.733-740, 2006

MUGGLER, C. C. et. al. **Capacitação de Professores do Ensino Fundamental e Médio em Conteúdos e Métodos em Solos e Meio Ambiente**. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA. Viçosa, 2004. Anais. Viçosa: Universidade Federal, Set/2004.

Silva, M. M. P. (1995). **Educação ambiental integrada a coleta seletiva de lixo**. Monografia de especialização. Universidade Estadual da Paraíba.

OLIVEIRA, J. S.; COSTA, S. **Abordagem do conteúdo solo no ensino fundamental: uma proposta para a aprendizagem significativa**. REnCiMa, v. 9, n. 1, p. 31-49, 2018.

PERUSI, M. C.; DE SENA, C. C. R. G. EDUCAÇÃO EM SOLOS, EDUCAÇÃO AMBIENTAL INCLUSIVA E FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES: MÚLTIPLOS ASPECTOS DO SABER GEOGRÁFICO. **ENTRE-LUGAR**, [S.l.], v. 3, n. 6, p. 153-164, jun. 2013. ISSN 2177-7829

PRATES, R.; ZONTA, E. Análise da abordagem do conteúdo Solos no Ensino Fundamental. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLOS, 32. Fortaleza, 2009. **Resumos**, Fortaleza: SBCS, 2009. CD – ROM

Silva TR, Silva JVF, Miyazaki LCP. A utilização de maquetes didáticas nos estudos de conservação e degradação dos solos no ensino fundamental. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista. 2015 11(4):169-180.

Tessaro, J. P. & Jordão, A. P. M. (2007). Discutindo a importância dos jogos e atividades em sala de aula.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa** [online]. 2005, vol.31, n.3, pp.443-466.

BIODIVERSIDADE DE RIZOBACTÉRIAS EM *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (HUBER EX DUCKE) BARNEBY COM POTENCIAL BIOPROMOTOR

Aline Chaves Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém
– Pará, 66077-830

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG),
Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e
Mudas.

Belém - Pará, 66040-170

lain_th@hotmail.com

Monyck Jeane dos Santos Lopes

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG),
Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e
Mudas.

Belém - Pará, 66040-170

monycklopes@museu-goeldi.br

Ricardo Abraham Leite Oliva

Universidade do Estado do Pará - Centro de
Ciências Naturais e Tecnologia (UEPa - CCNT).

Belém – Pará, 66095-015

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG),
Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e
Mudas.

Belém - Pará, 66040-170

Ely Simone Cajueiro Gurgel

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG),
Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e
Mudas.

Belém - Pará, 66040-170

mas que não nodula. Supõe-se que seu rápido crescimento pode ser resultante de interação mutualística específica com microrganismo promotor de crescimento, com grande probabilidade de ser encontrado em sua rizosfera. Além disso, a vasta biodiversidade no microbioma amazônico indica potencial para seleção de promotores do crescimento de espécies florestais. Portanto, essa pesquisa tem por objetivo prospectar a rizosfera de Paricá visando conhecer sua biodiversidade e obter biopromotores de crescimento. A rizosfera de Paricá foi coletada na EMBRAPA-Amazônia Oriental. O experimento foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e Mudas (LBPM) e no Laboratório de Biologia Molecular (LBM) no Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Para seleção de bactérias foi utilizado o método de diluição seriada e de alta temperatura (80°C). Foram realizados teste de fluorescência, características morfológicas das colônias e pH. A Unidade Formadora de Colônias (UFC) da diluição seriada foi de $2,5 \times 10^4$ UFC/mL e das submetidas a 80°C foi de $8,0 \times 10^2$ UFC/mL. Não foram encontradas bactérias fluorescentes. As rizobactérias provenientes da rizosfera de Paricá apresentaram grande diversidade nas colônias. Também foram encontradas rizobactérias tolerantes a alta temperatura, sendo potenciais biopromotores de crescimento em espécies florestais. Assim,

RESUMO: O paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) é uma leguminosa de crescimento acelerado,

esse estudo serve como base para estudos de maior abrangência prática, otimizando a preservação ambiental e a manutenção da biodiversidade de uma forma sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Paricá, PGPR, rizobactérias

BIODIVERSITY RHIZOBACTERIA AND POTENTIAL USE ON *Schizolobium parahyba* VAR. *amazonicum* (HUBER EX DUCKE) BARNEBY GROWTH

ABSTRACT: *Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby is a fast-growing, non-nodulating legume. Its rapid growth is supposed to be the result of specific mutualistic interaction with growth promoter microorganism, most likely to be found in its rhizosphere. In addition, the vast biodiversity in the Amazon microbiome indicates potential for growth promoters selection on forest species. Therefore, this research aimed to prospect *S. parahyba* rhizosphere to access its biodiversity and obtain growth biopromoters for future studies. *S. parahyba* rhizosphere was collected at Embrapa Eastern Amazon. The experiment was conducted at the Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e Mudas (LBPM) and at Laboratório de Biologia Molecular (LBM), from Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). For bacterial selection, the serial dilution and high temperature (80°C) were used. Fluorescence test, colony morphological characteristics and pH were performed. The Colony Forming Unit (CFU) of the serial dilution was 2.5×10^4 CFU/mL and those submitted to 80°C was 8.0×10^2 CFU/mL. No fluorescent bacteria were found. Paricá rhizosphere showed great diversity in the rhizobacteria colonies. High temperature tolerant rhizobacteria were also found, being potential growth biopromoters on forest species. Thus, this study is the basis for practical studies, optimizing seedling production, environmental preservation and maintaining biodiversity in a sustainable manner.

KEYWORDS: Paricá, PGPR, rhizobacteria

1 | INTRODUÇÃO

Programas de reflorestamento tem sido cada vez mais necessários para a conservação do bioma Amazônico, o que demanda mais estudos para otimizar a produção de mudas de espécies florestais nativas, em particular aquelas ameaçadas de extinção.

Biodiversidade é uma das principais características do bioma amazônico, tanto sua fauna quanto flora. Porém o desmatamento tem causado perdas constantes, diminuindo também a qualidade do solo, e conseqüentemente a população de microrganismos presente (VERÍSSIMO; PEREIRA, 2015). A biodiversidade na microbiota amazônica indica potencial para prospecção de promotores do crescimento de espécies florestais, sendo uma alternativa economicamente viável com inoculantes nativos, já adaptados ao meio.

O paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) é uma árvore caducifólia pertencente à família Fabaceae, uma espécie decídua, com

folhas alternas, bipinadas, longipecioladas, possui copa pouco densa com ramificação cimosa, tronco cilíndrico e reto, presença de sapopemas desde a fase jovem. Sua casca externa é lisa e verde nos primeiros anos, tornando-se cinza-amarelada e com manchas brancas quando adulta (ROSA, 2006). Essa espécie possui grande potencial econômico e ecológico, com madeira de fácil laminação, secagem e acabamento, sendo eficiente na construção civil e na produção de celulose (ALMEIDA et al., 2013). Além disso, seu crescimento rápido e boa adaptabilidade a qualificam com potencial para uso em reflorestamento e recuperação de áreas degradadas (VIDAURRE et al., 2012).

O paricá é uma leguminosa de crescimento acelerado, mas que não nodula (LOPES et al., 2015). Supõe-se que seu rápido crescimento pode ser resultante de interação mutualística específica com microrganismo promotor de crescimento, com grande probabilidade de ser encontrado em sua rizosfera.

A rizosfera é considerada importante ambiente de interação planta-microrganismo, é a região do solo mais próximo das raízes e influencia diretamente nos ciclos biogeoquímicos e transformação da matéria orgânica (PÉREZ-JARAMILLO et al., 2016). Na rizosfera destacam-se as rizobactérias, conhecidas pelo seu potencial como promotoras de crescimento em plantas (PGPRs), atuam diretamente por disponibilizar nutrientes para absorção, melhorando a qualidade do solo, sendo ainda capazes de alterar os fitormônios (ROHRIG et al., 2016), e indiretamente produzem substâncias químicas que podem inibir o desenvolvimento de fitopatógenos (BOTIN; CARVALHO, 2014).

Elas podem ser divididas em dois tipos, rizobactérias que agem diretamente e residem dentro da célula da planta, as chamadas iPGPR como as *Bradyrhizobium*, *Sinorhizobium*, *Mesorhizobium*, e as ePGPR, que são rizobactérias extracelulares, como as bactérias dos gêneros *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Burkholderia* (GOUDA et al. 2018).

Dentro desse contexto, a busca por linhagens microbianas com potencial em promover crescimento de mudas florestais se faz necessária. Sendo uma base biotecnológica para otimizar a produção de mudas, buscando a preservação ambiental, o desenvolvimento sustentável e a manutenção da biodiversidade. O estudo supõe que existem microrganismos na Amazônia capazes de promover o crescimento em espécies florestais, otimizando a produção de mudas com maior qualidade e aptidão ao plantio definitivo no campo. Essa pesquisa tem por objetivo prospectar a microbiota da rizosfera de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby visando conhecer sua biodiversidade e obter potenciais biopromotores de crescimento.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo e coleta

Foram coletados rizosfera de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (S 01°26'12.0" W 048°26'32.6") de árvore com o diâmetro à altura do peito (DAP) de 70,5cm; altura comercial de 8m e altura total de 24m. As amostras coletadas foram armazenadas em sacos plásticos e acomodados em isopor, em baixa temperatura e transportada para o Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e Mudanças (LBPM) do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) (S 1°27'3.98" W 48°26'44.74"), Belém-PA, Brasil.

Seleção de microrganismos

A seleção de microrganismos e a caracterização morfológica das colônias ocorreu no Laboratório de Biologia Molecular (LBM) do MPEG. Para seleção de bactérias foi utilizado o método de diluição seriada com alterações, foram pesados 1g do conjunto rizosfera e transferidos para becker com 9 mL de solução salina (0,85% de NaCl), permanecendo por 30 minutos no agitador Rocker CR300 (120 rpm, 28 °C). Do extrato obtido, foi realizada a diluição seriada até 10^{-2} , e feito teste de resistência a temperatura, colocando em um Thermo shaker (TS-100, Biosan) amostras de solução 10^{-2} em microtubos contendo solução salina (NaCl), permanecendo em constante agitação por 20 min a 80 °C (ROMEIRO, 2007).

Logo após foi retirado uma alíquota de 100µl de ambos tratamentos, e plaqueados na superfície de meio de cultura 523 proposto por Kado e Heskett (1970) e meio de cultura NYDA (dextrose, extrato de carne, extrato de levedura, ágar) nutriente em placas de Petri, sendo incubadas em estufa a 28 °C, durante 48 horas com ausência de iluminação (ROMEIRO, 2007).

Após o período de incubação, as colônias foram contadas e as placas com crescimento entre 25 e 250 colônias foram escolhidas para o cálculo das Unidades Formadoras de Colônias (UFC). Foi verificado o tempo de crescimento das colônias e as características morfológicas: cor, forma, elevação, superfície, bordo e consistência. Também foi observado a fluorescência, em câmara UV sob luz ultravioleta de 365 nm (Loccus, L-PIX). A coleção foi armazenada em microtubos com água pura em temperatura ambiente (ROMEIRO, 2007).

Para calcular a diversidade morfológica entre as características das colônias foi utilizado o índice de Shannon-Weaver (H') que leva em consideração a riqueza e a abundância para gerar um valor de diversidade, a fórmula $H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$. Onde, p_i foi considerado a proporção dos indivíduos na amostra total e $\ln p_i$ é o logaritmo natural da proporção dos indivíduos (MANGUSSEN; BOYLE, 1995).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As rizobactérias provenientes da rizosfera de paricá apresentaram grande diversidade nas colônias (Figura 1). Os resultados obtidos a partir da caracterização morfológica das colônias demonstraram que em relação a cor 48 % delas são creme, 16% brancas, 12% são creme escuro e 8% são translúcidas, enquanto as outras variedades de cores como rosa, amarelada, roxa azulada, roseada representaram 4% cada (Tabela 1).

DIVERSIDADE MORFOLÓGICAS DAS COLÔNIAS

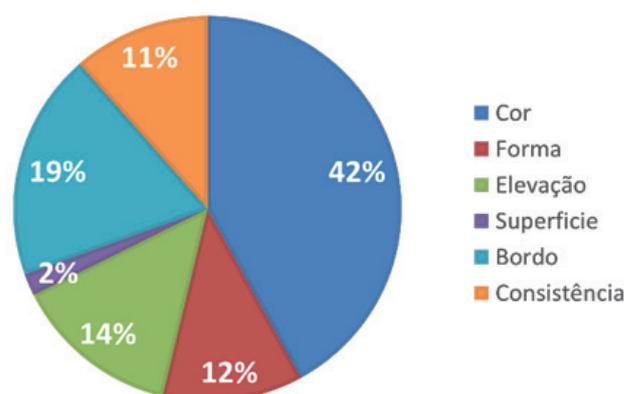


Figura 1 – Diversidade morfológica das colônias de bactérias rizosféricas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby.

Quanto a forma, mais da metade, ou seja, 52% apresentaram forma irregular, 24% circular, filamentosas e puntiforme representaram 12% cada (Tabela 1). A elevação apresentou uma porcentagem significativa de colônias achatadas, cerca de 64%, a elevada 16%, a convexa 16% e a ondulada apenas 4% (Tabela 1). Em relação ao bordo, houve maior diversidade de características, 52% são inteiras, lobuladas e onduladas são 16% cada, filamentosa 12% e irregulares 4% (Tabela 1). Em relação a superfície, 80% delas são lisas e 20% rugosas (Tabela 1). Por fim, quanto a consistência 44% são secas, 24% são viscosas e outros 24% gomosas, apenas 8% apresentaram consistência aquosa (Tabela 1).

| Bactéria | Cor | Forma | Elevação | Superfície | Bordo | Consistência |
|----------|--------------|-------------|----------|------------|----------|--------------|
| B02 | Creme escuro | Irregular | Achatada | Lisa | Ondulada | Seca |
| B06 | Creme | Filamentosa | Achatada | Lisa | Lobulado | Viscosa |
| B15 | Creme | Irregular | Achatada | Lisa | Ondulada | Viscosa |
| B16 | Creme escuro | Irregular | Achatada | Lisa | Ondulada | Gomosa |
| B17 | Creme | Puntiforme | Achatada | Lisa | Inteira | Gomosa |
| B18 | Creme | Irregular | Achatada | Rugosa | Lobulado | Gomosa |
| B19 | Creme | Puntiforme | Convexa | Lisa | Inteira | Gomosa |
| B20 | Creme | Puntiforme | Convexa | Lisa | Inteira | Viscosa |
| B21 | Creme | Circular | Ondulada | Lisa | Inteira | Aquosa |
| B22 | Roxo azulada | Circular | Convexa | Lisa | Inteira | Viscosa |

| | | | | | | |
|-----|--------------|-------------|----------|--------|-------------|---------|
| B23 | Creme | Circular | Convexa | Lisa | Inteira | Aquosa |
| B24 | Creme | Irregular | Achatada | Lisa | Inteira | Gomosa |
| B25 | translucida | Filamentosa | Achatada | Rugosa | filamentosa | Seca |
| B26 | Creme | Irregular | Achatada | Lisa | Inteira | Gomosa |
| B27 | Creme | Irregular | Achatada | Lisa | Inteira | Seca |
| B28 | Creme escuro | Irregular | Achatada | Lisa | Inteira | Seca |
| B29 | Branca | Circular | Elevada | Lisa | Inteira | Seca |
| B30 | Rosa | Circular | Elevada | Lisa | Inteira | Viscosa |
| B31 | Amarelada | Circular | Elevada | Lisa | Inteira | Seca |
| B32 | Creme | Irregular | Achatada | Lisa | Irregular | Seca |
| B33 | translucida | Filamentosa | Achatada | Rugosa | filamentosa | Seca |
| B34 | Roseada | Irregular | Achatada | Rugosa | filamentosa | Seca |
| B35 | Branca | Irregular | Elevada | Rugosa | Lobulado | Viscosa |
| B36 | Branca | Irregular | Achatada | Lisa | Lobulado | Seca |
| B37 | Branca | Irregular | Achatada | Lisa | Ondulada | Seca |

Tabela 1. Caracterização morfológica das colônias de bactérias da rizosfera de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby.

A alta temperatura reduziu em 97% a formação das colônias bacterianas. A unidade formadora de colônia (UFC) foi de $2,5 \times 10^4$ UFC/mL na diluição a 10^{-2} e de $8,0 \times 10^2$ UFC/mL a 80°C . O tempo médio de crescimento das colônias foi de 48 horas.

Fatores edafoclimáticos como temperatura pode influenciar a eficiência das rizobactérias em promover crescimento na planta, sobretudo nos trópicos, onde os solos podem atingir até 40°C nas horas de maior intensidade luminosa (MEDEIROS et al., 2007), principalmente em áreas degradadas, por serem descampadas.

As rizobactérias B2, B6, B16, B17, B18, B25, B26, B31, B35, B36 e B37 (Tabela 1) foram resistentes a alta temperatura. Rizobactérias tolerantes a estresses podem ser mais eficientes em fixar o nitrogênio e eram tolerantes à acidez do solo (MARTINAZZO et al. 1989), o que aumentaria seu potencial em promover crescimento em espécies florestais, recuperando de forma mais acelerada áreas degradadas.

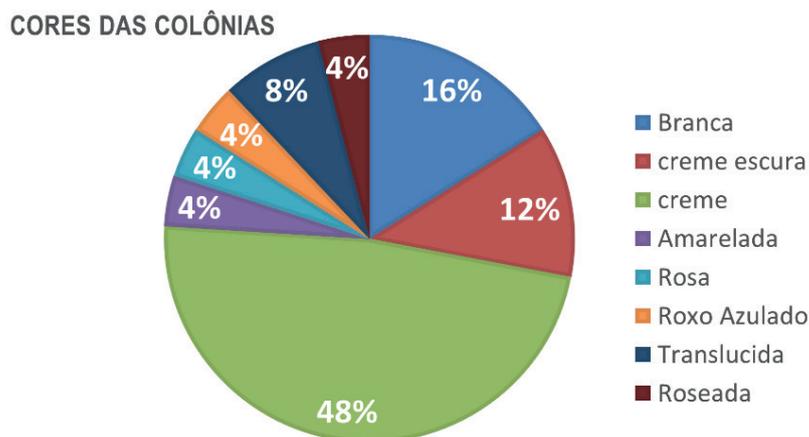


Figura 2. Diversidade de cores das colônias de bactérias rizosféricas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby.

Entre as bactérias da coleção foi possível observar que as cores das colônias representaram a maior porcentagem de diversidade, cerca de 42%, enquanto a superfície apresentou a menor, com apenas 2% (Figura 2, Figura 3). Em relação ao pH, todas apresentaram valores próximos a neutralidade com média de 6,22. Além disso não foram encontradas bactérias fluorescentes.

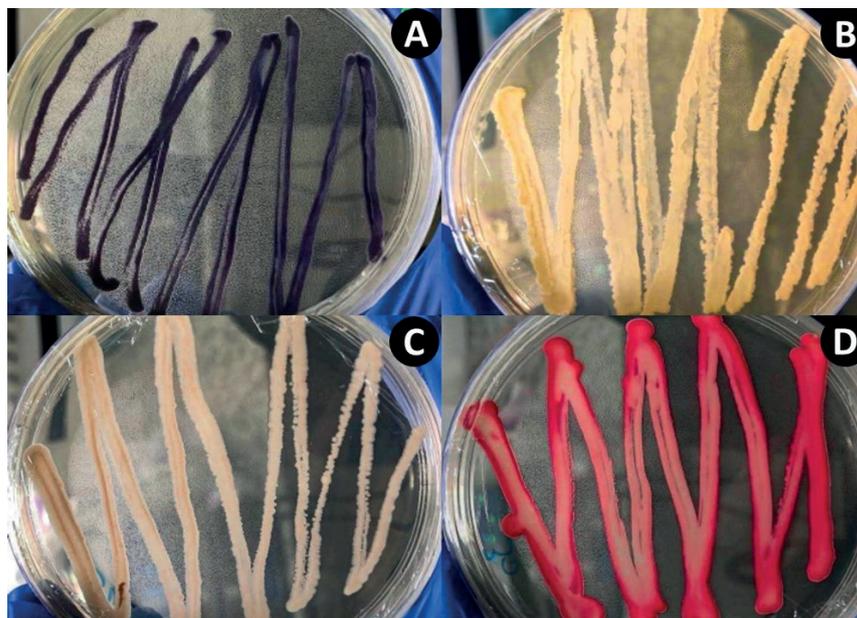


Figura 3. Bactérias rizosféricas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby. A=B22, B= B30, C= B34 e D= B35

As bactérias possuem uma grande diversidade de funções na natureza, e é na rizosfera que acontece a simbiose entre esses microrganismos e as plantas (PÉREZ-JARAMILLO et al., 2016). A zona rizosfera é rica em nutrientes devido à acumulação de compostos orgânicos liberados pela raiz da planta por meio de três vias, a exsudação, secreção e rizodeposição. Esses compostos podem ser usados como fonte de energia pelas bactérias, que apresentam uma intensa atividade na

rizosfera. (DOS SANTOS OLIVEIRA; BRANCO; LINO. 2017).

A caracterização morfológica das colônias de rizobactérias auxiliam em um conhecimento prévio das diferenças morfológicas entre esses microrganismos, dando os primeiros indícios da variedade de rizobactérias encontradas no rizosolo (ROMEIRO, 2007). Segundo Bueno et al (2018), a diversidade de bactérias pode ser um indicador de qualidade do solo quanto a biomassa microbiana. Demonstrando que a biodiversidade da rizosfera de paricá é ampla, e as rizobactérias podem ser testadas como biopromotores de crescimento.

4 | CONCLUSÕES

As rizobactérias provenientes da rizosfera de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby apresentaram grande diversidade nas colônias. Também foram encontradas rizobactérias tolerantes a alta temperatura, sendo potenciais biopromotores de crescimento em espécies florestais, recuperando de forma mais acelerada as áreas degradadas. Assim, esse estudo serve como base para estudos de maior abrangência prática, no campo, otimizando a preservação ambiental e a manutenção da biodiversidade de uma forma sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, D. H. de et al. Caracterização completa da madeira da espécie amazônica Paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb) em peças de dimensões estruturais. **Rev. Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 6, p. 1175-1181, Dec. 2013.
- BOTIN, A. A.; CARVALHO, A. D. E. Reguladores de crescimento na produção de mudas florestais. **Revista de Ciências Agroambientais**, p. 83–96, 2014.
- BUENO, P. A. et al. Indicadores microbiológicos de qualidade do solo em recuperação de um sistema agroflorestal. **Acta Brasiliensis**, v. 2, n. 2, p. 40-44, 2018.
- DOS SANTOS OLIVEIRA, L. H; BRANCO, E. P; LINO, J. S. Fitorremediação de solos contaminados com herbicidas imazetapir e imazapique. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v. 4, n. 4, 2017.
- GOUDA, Sushanto et al. Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture. **Microbiological research**, v. 206, p. 131-140, 2018.
- KADO, C.I.; HESKETT, M.G. Selective media for isolation of Agrobacterium, Corynebacterium, Erwinia, Pseudomonas and Xanthomonas. **Phytopathology**, St. Paul, v. 60, n. 6, p. 969-976, 1970.
- LOPES, M. J. S. et al. Effect of *Pseudomonas fluorescens* and *Burkholderia pyrrocinia* on the growth improvement and physiological responses in *Brachiaria brizantha*. **American Journal of Plant Sciences**, v. 9, p. 250-265, 2018.
- LOPES, M. J. S. et al. Morphological and physiological responses to shade in seedlings of *Parkia gigantocarpa* Ducke and *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (Leguminosae). **Sci. For.**, v. 43, n. 107, p. 573-580, 2015.
- MANGUSSEN, S.; BOYLE, T.J.B. Estimating sample size for inference about the Shannon-Weaver

and the Simpson indices of species diversity. **Forest Ecology and Management**, 78: 71 – 84. 1995.

MARTINAZZO, A.F. **Potencial de Fixação em N₂ em (*Vigna unguiculata* L. Walp) em diferentes condições ambientais**. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1989, 154p. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal Rural Rio de Janeiro.

MEDEIROS, V. et al. Tolerância de bactérias fixadoras de nitrogênio provenientes de municípios do Rio Grande do Norte à temperatura e salinidade. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 2, segundo semestre, 2007.

PÉREZ-JARAMILLO, J. E .; MENDES, R; RAAIJMAKERS, J. M. Impacto da domesticação de plantas na montagem e funções do microbioma da rizosfera. **Plant molecular biology** , v. 90, n. 6, p. 635-644, 2016.

ROHRIG, B. et al. População bacteriana em solos sob diferentes sistemas de manejo na cultura do feijão. **Ciência & Tecnologia Fatec-JB**, v. 8, n. esp., 2016.

ROMEIRO, R. S. **Controle biológico de doenças de plantas: procedimentos**. Viçosa, MG: UFV. 172p. 2007.

ROSA, L.S. Características botânicas, anatômicas e tecnológica do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke). **Revista de Ciências Agrárias**. Belém, v. 1, n. 46, p. 63-79, jul./dez. 2006.

SOUZA. C.R. et al. Paricá: *Scizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby. Manaus: **EMBRAPA** Amazonas. 2003. v. 1. 12 p

VERÍSSIMO, A; PEREIRA, D. Produção na Amazônia Florestal: características, desafios e oportunidades. **Parcerias Estratégicas**, v. 19, n. 38, p. 13-44, 2015.

VIDAURRE, G. et al. Influência da idade na resistência à flexão e compressão paralela da madeira de Paricá. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA - **EBRAMEM**. Anais. Vitória: UFES, 2012.

BIOMASSA MICROBIANA COMO INDICADOR DE QUALIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS

Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Sandra de Santana Lima

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Melania Merlo Ziviani

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Shirlei Almeida Assunção

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Celeste Queiroz Rossi

Universidade Federal do Oeste do Pará,
Santarém – PA

Cristiane Figueira da Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Otavio Augusto Queiroz dos Santos

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Nivaldo Schultz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

do solo (BMS) ser utilizada como potencial indicador na mensuração da qualidade edáfica por ser altamente sensível às variações nas condições ambientais e de manejo. A partir do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes coberturas vegetais (espécies arbóreas e da família *Poaceae*) e da sazonalidade na biomassa microbiana e na atividade metabólica microbiana utilizando-os como indicadores na mensuração da qualidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (JB-UFRRJ). Foram selecionadas 8 áreas amostrais, à saber: 4 áreas na projeção da copa de diferentes espécies arbóreas e 4 áreas adjacentes as árvores sob influência de espécies da família *Poaceae*. Foram realizadas duas coletas em períodos distintos do ano, a 1^a em outubro de 2016, período seco (PS); e a 2^a em janeiro de 2017, período chuvoso (PC). Nas amostras foram quantificados: carbono orgânico total (COT); carbono da biomassa microbiana (CBM); respiração basal do solo (RBS); e os índices, quociente microbiano (qMic) e quociente metabólico (qCO₂). De maneira geral, verificou-se para a BMS maior variabilidade em relação a sazonalidade em comparação com as coberturas vegetais avaliadas. Na avaliação entre as coberturas vegetais a RBS diferiu na camada superficial, sendo constatados maiores valores na área das espécies da família *Poaceae*

RESUMO: A matéria orgânica do solo exerce papel fundamental na avaliação da qualidade do solo, podendo a biomassa microbiana

nos dois períodos de coleta. Na comparação entre os dois períodos de estudo, o CBM e o $qMic$ foram maiores no PS e o qCO_2 no PC. Os resultados podem estar associados as variações climáticas e a disponibilidade de nutrientes observadas nos períodos de coleta, combinadas a quantidade de matéria orgânica aportada ao solo. Conclui-se que biomassa microbiana se mostra mais sensível aos efeitos da sazonalidade do que das coberturas vegetais.

PALAVRAS-CHAVE: matéria orgânica, conservação, manejo do solo.

MICROBIAL BIOMASS AS INDICATOR OF SOIL QUALITY UNDER DIFFERENT VEGETATION COVER

ABSTRACT: Soil organic matter plays a fundamental role in the evaluation of soil quality, the soil microbial biomass (SMB) can be used as potential indicator in the measurement of soil quality because they are highly sensitive to variations in soil and environmental conditions and handling. Therefore, the objective of this study was to evaluate the influence of different vegetable coverings (tree species and family *Poaceae*) and seasonality in the microbial biomass and microbial metabolic activity using them as indicators in the measurement of the quality of an Argisol Red-Yellow in the Botanical Garden of the Federal Rural University of Rio de Janeiro (JB-UFRRJ). Eight sample areas were selected: Four areas in the projection of the canopy of different tree species and four adjacent areas, under the influence of species of the family *Poaceae*. Two collections were carried out in different periods of the year, the first in October 2016, dry period (DP); and the second in January 2017, rainy period (RP). In the samples were quantified: total organic carbon (TOC), carbon of the microbial biomass (CMB), basal respiration of the soil (BRS) and the indices microbial quotient ($qMic$) and metabolic quotient (qCO_2). In general, the SMB presented greater variability in relation to seasonality than in relation to vegetable coverings. BRS differed in the first layers evaluated, showing higher average values under the *Poaceae* family in the two collection periods. In the comparison between the two collection periods, CMB and $qMic$ were higher in DP and qCO_2 in RP. These results may be associated with the climatic and nutritional variations found in the collection periods, combined with the amount of organic matter contributed to the soil. We conclude that microbial biomass is more sensitive to the effects of seasonality than of vegetable coverings.

KEYWORDS: organic matter, conservation, soil management.

1 | INTRODUÇÃO

Em ambientes equilibrados, as coberturas vegetais apresentam uma integração harmoniosa com os atributos edáficos. Esta harmonia é proporcionada pelos processos essenciais envolvendo a ciclagem de nutrientes e a deposição e decomposição do material vegetal. O material vegetal depositado no solo passa a fazer parte de sua matriz, constituindo a matéria orgânica do solo (MOS). A cobertura vegetal seja de gramíneas ou espécies arbóreas, quando manejadas adequadamente contribuem para

a manutenção e melhoria da qualidade do solo, podendo ser mensurada a partir de indicadores edáficos. Para Pezarico et al. (2013), os indicadores mais recomendados para a mensuração da qualidade do solo, em função do seu uso e gestão, são àqueles que respondem as variações ambientais podendo sofrer mudanças em um curto período de tempo.

A MOS exerce papel fundamental na avaliação da qualidade do solo, sendo considerada o indicador chave e o maior reservatório de carbono (C) orgânico da superfície terrestre com aproximadamente 58% (Zils, 2015) na composição da matéria orgânica total. Entretanto, algumas frações da MOS são capazes de detectar, mais rapidamente, as mudanças nos teores de C presentes no ambiente edáfico, associados a diferentes formas de uso e/ou manejo do solo e das espécies vegetais (Sinclair, 2014). Dentre essas frações, destaca-se a fração lábil e ativa (biomassa microbiana) da MOS, que apresenta curto período de permanência no solo (meses e/ou anos), elevada taxa de degradação e uma essencial fonte de C para o sistema solo-planta (Von Lützow et al., 2007). Além disso, é considerada uma importante alternativa para mensurar ações antrópicas sobre os agroecossistemas e variações nas condições ambientais devido sua alta sensibilidade.

A biomassa microbiana do solo (BMS) representa a parte viva e mais ativa da MOS responsável por processos bioquímicos e biológicos no solo, sendo considerada, um excelente indicador de qualidade do solo (Balota et al., 2003). Entretanto, a BMS não pode ser mensurada isoladamente, tornando-se necessário então a avaliação da fração ativa como um todo, para a melhor compreensão dos resultados (Silva, 2014). Sendo assim, dentre os principais componentes utilizados para a avaliação desta fração, destacam-se o carbono e o nitrogênio da biomassa microbiana (De-Polli & Guerra, 1997), que representam a quantidade dos mesmos elementos imobilizados nas células microbianas durante o processo de decomposição da MOS. A respiração basal do solo, que consiste no somatório de todas as funções metabólicas nas quais ocorre produção CO_2 (Jenkinson et al., 1981) e os índices microbianos - quociente microbiano e quociente metabólico, avaliam a comunidade microbiana e a atividade metabólica, respectivamente (Anderson et al., 1993).

A utilização de indicadores que se baseiam na mensuração das frações de maior labilidade e sensibilidade da MOS, têm elevadas possibilidades de serem mais adequados para a avaliação da qualidade do solo, principalmente em ambientes equilibrados beneficiados pelas distintas coberturas vegetais. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes coberturas vegetais e da sazonalidade na biomassa microbiana e na atividade metabólica microbiana utilizando-os como indicadores na mensuração da qualidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no Jardim Botânico (JB) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ, na Baixada Fluminense do estado do Rio de Janeiro, município de Seropédica, com coordenadas geográficas 22° 45' 48.74" latitude Sul e 43° 41' 19.01" longitude Oeste, com altitude próxima de 33 m. O clima é tropical úmido (Aw, de acordo com a classificação de Köppen) e o relevo suave ondulado. Os dados climáticos correspondentes ao ano do estudo (2016/17) são apresentados na Figura 1, e foram obtidos em estação meteorológica localizada em Seropédica – Ecologia Agrícola – A601 (CLIMATE-DATA.ORG, 2017).

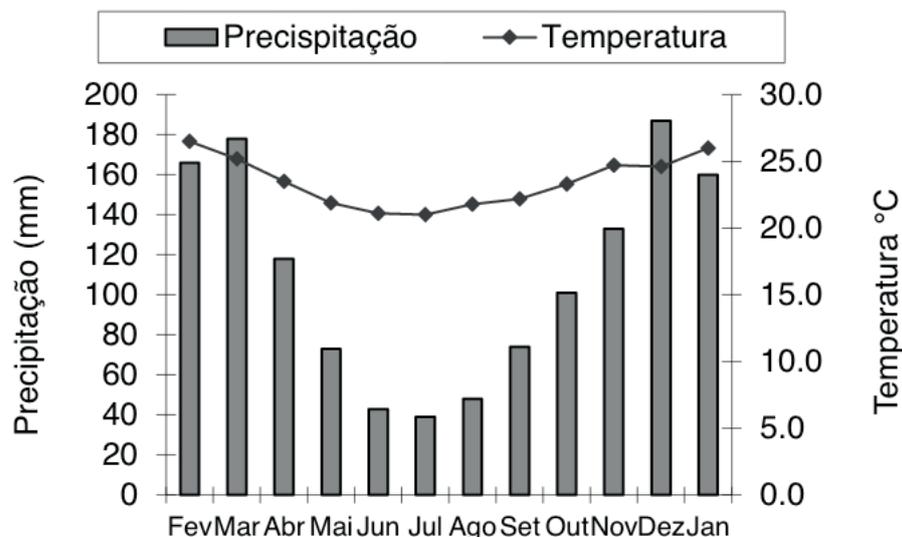


Figura 1: Variação da média mensal da precipitação e da temperatura durante o ano do estudo.

Para o estudo foram realizadas duas amostragens em períodos distintos com o objetivo de avaliar a influência da sazonalidade nos indicadores de qualidade do solo (biomassa microbiana e atividade metabólica microbiana). A primeira amostragem foi realizada em outubro de 2016, época de temperaturas mais amenas e baixa precipitação, período seco (PS); e a segunda foi realizada em janeiro de 2017, época de temperaturas mais altas e elevada precipitação pluviométrica, período chuvosa (PC).

Para avaliar a influência das diferentes coberturas vegetais nos mesmos indicadores, foram selecionadas 8 áreas amostrais, à saber: 4 áreas sob influência de diferentes espécies arbóreas escolhidas aleatoriamente e 4 áreas adjacentes as árvores sob influência de espécies da família *Poaceae*. Cada área amostral corresponde a uma repetição por cobertura vegetal. O solo foi classificado segundo Santos et al. (2018), como Argissolo Vermelho-Amarelo, cujas espécies arbóreas selecionadas foram: pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), monguba (*Pachira aquática*), seringueira (*Hevea brasiliensis*) e camboatá (*Matayba guianensis*); e como representantes da família *Poaceae*, predominam diferentes espécies de Braquiárias (*Urocloa* sp.), Capim rabo-de-burro (*Andropogon bicornis* L.) e grama Batatais (*Paspalum notatum*).

Foram coletadas 10 amostras simples nas camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m, formando assim uma amostra composta por profundidade, nas áreas sob a influência da projeção da copa das árvores e nas áreas adjacentes sob a vegetação de *poáceas*, totalizando 16 amostras compostas. Durante a coleta, foi avaliada a temperatura do solo em cada área, com auxílio de geotermômetro digital. Após a coleta, as amostras foram transportadas para o laboratório em condições de temperatura inferior a 4 °C, utilizando caixa térmica com gelo. No laboratório, as amostras foram destorroadas e passadas por peneira de 2,00 mm de diâmetro de malha e acondicionadas em geladeira a 4 °C por uma semana até início das análises.

O carbono orgânico total (COT) foi determinado segundo Yeomans & Bremner (1988). O método da fumigação-extração foi utilizado para quantificar o carbono da biomassa microbiana do solo (CBM), descrito em De-Polli & Guerra (1999). A respiração basal do solo (RBS) foi estimada pela quantidade de CO₂ liberado em um período de 10 dias de incubação, conforme procedimentos descritos por Jenkinson et al. (1981). A determinação dos índices microbianos, quociente microbiano (qMic) e quociente metabólico do solo foram calculados segundo Anderson et al. (1993).

O modelo experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualidade (DIC), com 2 épocas (seca e chuvosa), 2 tratamentos (espécies arbóreas e espécies da família *Poaceae*, 2 profundidades (0,00-0,05 e 0,05-0,10 m) e 4 repetições (áreas amostrais). Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o software Sisvar 4.3 e as médias comparadas através do teste de t de Student a 5% de probabilidade.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, a BMS apresentou maior variabilidade em relação a sazonalidade em comparação as áreas das coberturas vegetais. Para o carbono orgânico total (COT) do solo foi observada diferença na comparação entre as coberturas vegetais, sendo quantificados teores superiores na área das espécies arbóreas no PS na camada de 0,00 a 0,05 m de profundidade (Figura 2). Os resultados de COT na área das espécies arbóreas na camada superficial podem estar associados a maior adição de resíduos orgânicos sobre a superfície do solo, bem como à eficiente ciclagem de nutrientes dessas espécies (Toledo et al., 2002).

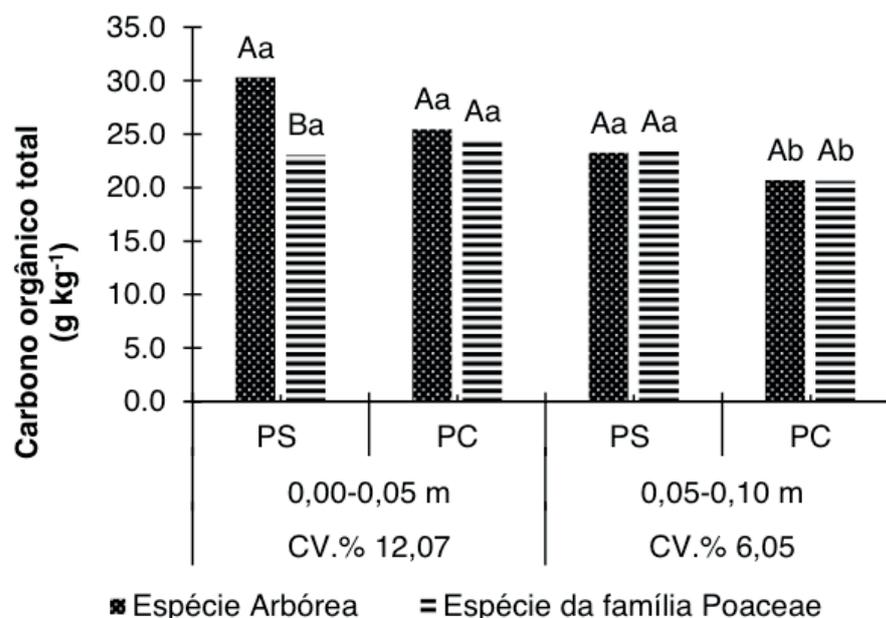


Figura 2. Carbono orgânico total (g kg⁻¹) em Argissolo Vermelho-Amarelo do Jardim Botânico da UFRRJ. PS: Período seco, PC: Período chuvoso.

Média de 4 repetições. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre as coberturas vegetais para cada período de coleta, mesma letra minúscula não diferem entre os períodos de coleta para cada cobertura vegetal pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade (teste de Tukey, p <0,05).

Entre os períodos de coleta, foram verificadas diferenças nos teores de COT nas áreas sob as coberturas vegetais na camada de 0,05 a 0,10 m de profundidade. Tanto na área das espécies arbóreas quanto na das espécies da família *Poaceae* foram verificados maiores teores no PS em relação ao PC. Esses resultados encontrados podem estar associados à maior quantidade de resíduos vegetais produzidos pelas espécies e aportados no solo na camada superficial, associado às baixas temperaturas do PS, reduzindo a intensidade de atuação dos microrganismos no processo de decomposição da matéria orgânica.

Em relação aos valores de CBM, não foram verificadas diferenças entre as áreas com diferentes coberturas vegetais, no entanto, em comparação às épocas de avaliação no PS foram verificados valores superiores aos observados no período PC (Figura 3).

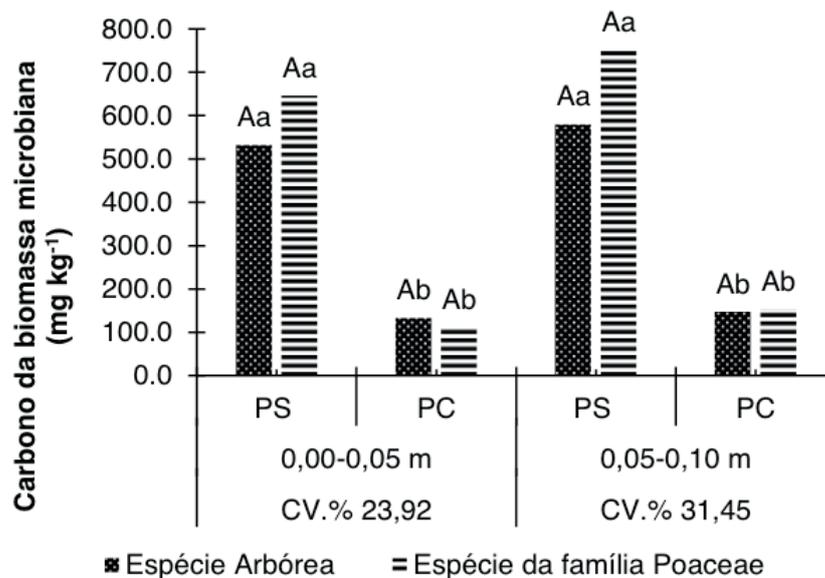


Figura 3. Carbono da biomassa microbiana (mg kg⁻¹) em Argissolo Vermelho-Amarelo do Jardim Botânico da UFRRJ. PS: Período seco, PC: Período chuvoso.

Média de 4 repetições. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre as coberturas vegetais para cada período de coleta, mesma letra minúscula não diferem entre os períodos de coleta para cada cobertura vegetal pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Na avaliação dos resultados do CBM entre as coberturas vegetais, verificou-se que as espécies arbóreas como as poáceas não influenciaram nos teores de CBM encontrados. Quando se estuda a população microbiana em solos sob vegetação nativa e de mata, sem revolvimento da superfície do solo e com o mínimo de antropização possível, normalmente observa-se padrão relativamente similar entre áreas cobertas por espécies arbóreas e da família *Poaceae*, indicando maior equilíbrio da microbiota edáfica (Ferreira et al., 2010). A microbiota edáfica é favorecida pela cobertura vegetal que condiciona maior acúmulo de resíduos orgânicos, disponibilizando uma maior quantidade de nutrientes para o crescimento e desenvolvimento da população microbiana (Alves et al., 2011).

Na comparação entre os períodos de coleta, foram observadas diferenças significativas sob as coberturas vegetais nas duas camadas avaliadas. O conteúdo de CBM foi superior sob as áreas das diferentes coberturas vegetais no PS em relação ao PC.

O CBM representa a quantidade de carbono imobilizado nas células microbianas durante o processo de decomposição da MOS, podendo ser influenciado por diversos fatores ambientais, tais como: umidade e temperatura do solo, pluviosidade, disponibilidade de nutrientes, teor de carbono orgânico e qualidade da matéria orgânica no solo. Dessa forma, as temperaturas mais altas e a maior quantidade de água no solo, no PC podem ter condicionado uma situação de estresse ambiental. Sob essa provável situação, menores teores de carbono orgânico teriam sido imobilizados nos tecidos microbianos e/ou uma parte do carbono já assimilado teria sido perdido na forma de CO₂.

Como a redução no conteúdo de CBM foi mais acentuada que a do COT na camada de 0,00 a 0,05 m (Figura 2) no PC em comparação ao PS, os resultados indicam que o CBM foi sensível as variações sazonais. Estes resultados corroboram com dados encontrados por Gonçalves et al. (2007) que observaram que na época de inverno (período seco) houve um favorecimento no CBM, aumentando em aproximadamente 70% os teores sob um Argissolo Vermelho-Amarelo coberto por pastagem. Os autores atribuíram os maiores teores principalmente devido as condições de umidade do solo, na qual o conteúdo de água no solo promove variações sazonais nas propriedades bioquímicas e da BMS, implicando na redução no conteúdo de carbono microbiano. Neste sentido, devido sua sensibilidade as variações nas condições ambientais, o CBM tem sido considerado como um excelente indicador de qualidade, detectando modificações no solo, antes mesmo que o conteúdo de COT seja alterado consideravelmente.

Quanto a respiração basal do solo (RBS), foram verificadas diferenças na comparação entre as áreas das coberturas vegetais (Figuras 4). Na área de ocorrência das espécies da família *Poaceae* foram observadas maiores taxas de RBS nos dois períodos de coleta na camada de 0,00 a 0,05 m, e na camada de 0,05 a 0,10 m somente no PC. A RBS consiste no somatório de todas as funções metabólicas nas quais ocorre produção de CO_2 . A maior liberação de CO_2 na área de *Poaceae*, pode estar relacionada a constante adição de resíduos orgânicos, acumulando MOS com frações de maior labilidade, promovendo uma alta e intensa atividade biológica sobre esse material, como consequência, maior produção de CO_2 (Kund et al., 2016).

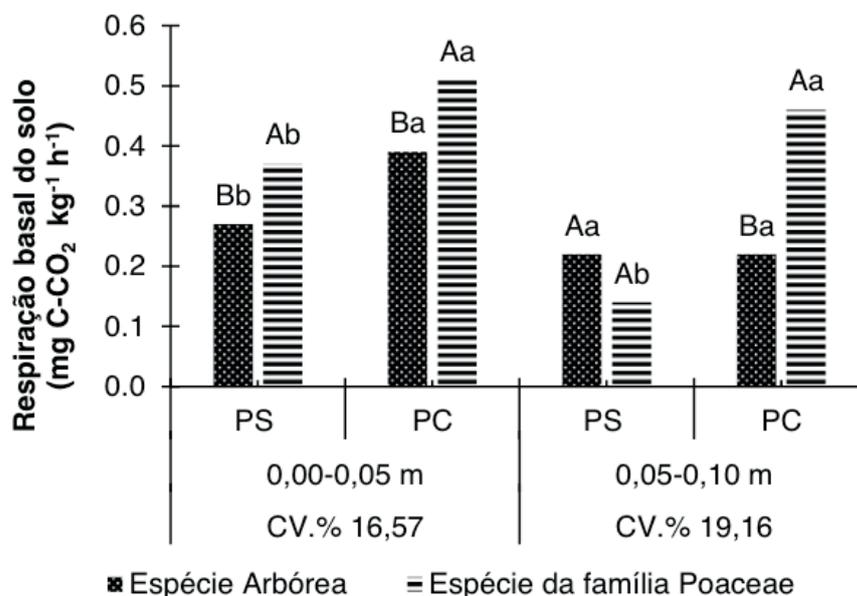


Figura 4. Respiração basal do solo ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) em Argissolo Vermelho-Amarelo do Jardim Botânico da UFRRJ. PS: Período seco, PC: Período chuvoso.

Média de 4 repetições. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre as coberturas vegetais para cada período de coleta, mesma letra minúscula não diferem entre os períodos de coleta para cada cobertura vegetal pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade (teste de Tukey, $p < 0,05$).

Na comparação entre os períodos de coleta, a RBS apresentou diferenças, sendo as maiores valores verificados no PC na área das coberturas vegetais na camada de 0,00 a 0,05 m e na camada de 0,05 a 0,10 m na área de *poáceas*. As condições ambientais impostas no PC podem ter influenciado na velocidade de crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das espécies vegetais estudadas. Favorecendo com isso, a rizodeposição, produzindo assim grande quantidade de fitomassa que promove condições favoráveis para o crescimento das populações microbianas (Carneiro et al., 2008) e aumento da atividade metabólica.

Durante o PC, a comunidade microbiana se tornou “menos eficiente”, ou seja, mais carbono assimilado teria sido perdido na forma de CO₂ pela respiração e uma pequena fração de carbono orgânico teria sido incorporado as células microbianas. Ao contrário do PS, onde foi verificado menores taxas de respiração, conseqüentemente, a comunidade microbiana teria sido mais eficiente. Na avaliação dos resultados de RBS e CBM na comparação entre os períodos de coleta, é possível inferir que os dois se complementaram.

Em relação ao quociente microbiano (qMic), os valores diferiram entre as coberturas vegetais somente no PS na camada de 0,00 a 0,05 m (Figura 5). Na área das espécies da família *Poaceae* foram verificados maiores valores quando comparado aos das espécies arbóreas.

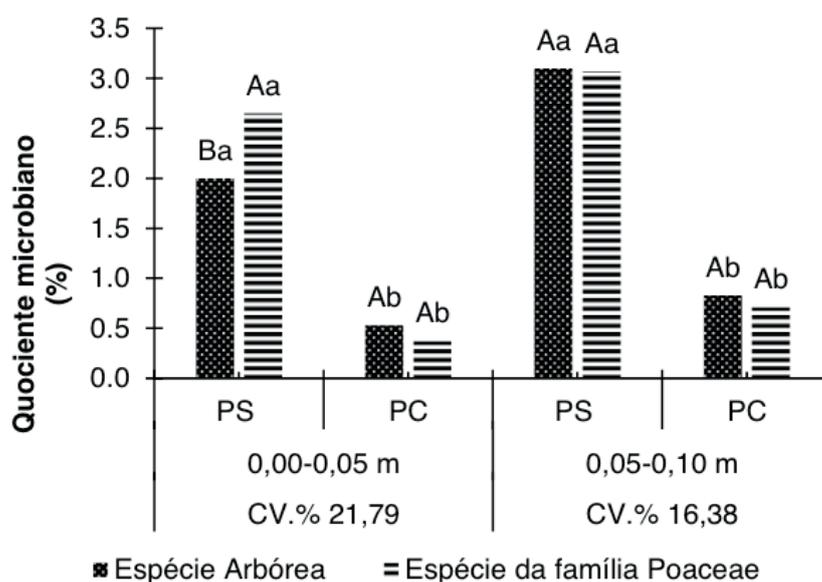


Figura 5. Quociente microbiano (%) em Argissolo Vermelho-Amarelo do Jardim Botânico da UFRRJ. PS: Período seco, PC: Período chuvoso.

Média de 4 repetições. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre as coberturas vegetais para cada período de coleta, mesma letra minúscula não diferem entre os períodos de coleta para cada cobertura vegetal pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade (teste de Tukey, p <0,05).

O qMic é obtido através da relação entre o CBM e o COT do solo e fornece informações referentes a quantidade de C que foi imobilizado pela BMS em suas células. A diferença existente entre os valores observados na área das espécies

da família *Poaceae* em comparação com a área das espécies arbóreas no PS na camada superficial, indica um ambiente sob as gramíneas mais estável com menores condições de estresse.

Na comparação entre os períodos de coleta, foi verificado que o qMic apresentou padrão similar ao CBM. Os valores elevados de qMic no PS indicam condições favoráveis, sugerindo em um ambiente mais estável. No qual as taxas de imobilização são maiores que as de mineralização, conseqüentemente, mais carbono orgânico é assimilado pela biomassa microbiana, portanto, melhor qualidade nutricional da MOS (Silva, 2014). Já os baixos valores de qMic no PC indicam um ambiente instável. Com taxas de mineralização maiores que as de imobilização, conseqüentemente, a capacidade de utilização do carbono orgânico torna-se menor, devido à baixa qualidade nutricional da MOS e/ou condição ambiental adversa. Portanto, o qMic é uma variável relativa importante pois apresenta maior sensibilidade as mudanças quando comparado aos atributos físicos e químicos do solo, sendo considerado um importante indicador da disponibilidade de matéria orgânica para os microrganismos edáficos (Silva, 2014).

No que se refere ao quociente metabólico (qCO₂), foi observada diferença entre as áreas das coberturas vegetais no PC na camada de 0,00 a 0,05 m (Figura 6). Na área das espécies da família *Poaceae* foram verificados maiores valores quando comparados aos quantificado na área das espécies arbóreas. O qCO₂ mede a taxa de RBS por unidade de CBM simplificada, sendo expresso em quantidade de CO₂ liberado pela quantidade de CBM em função do tempo. Dessa forma verifica-se que os elevados valores encontrados sob as espécies da família *Poaceae* indicam que houve maiores perdas de carbono no local na forma de CO₂ por unidade de carbono assimilado na biomassa.

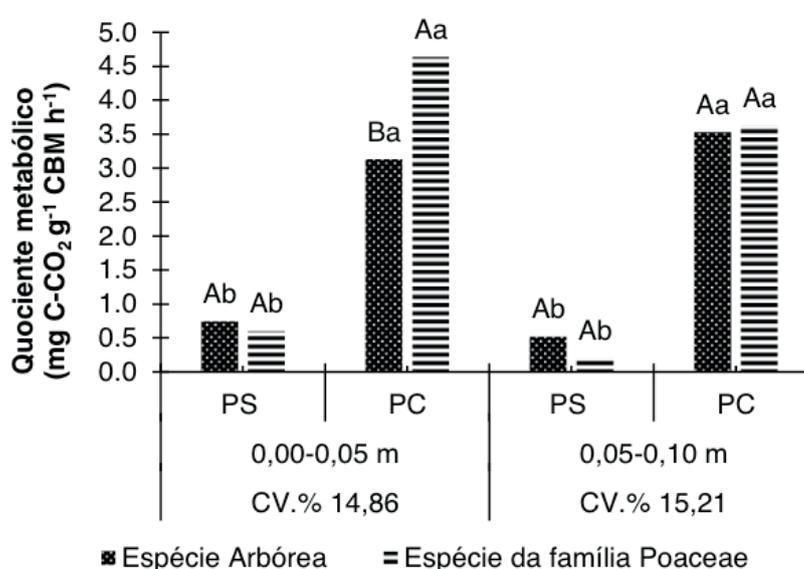


Figura 6. Quociente metabólico (mg C-CO₂ g⁻¹ CBM h⁻¹) em Argissolo Vermelho-Amarelo do Jardim Botânico da UFRRJ. PS: Período seco, PC: Período chuvoso.

Média de 4 repetições. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem entre as coberturas vegetais para cada período de coleta, mesma letra minúscula não diferem entre os períodos de coleta para cada cobertura vegetal pelo Teste t de Student a 5% de probabilidade (teste de Tukey, p <0,05).

Na comparação entre os períodos de coleta, foram verificadas diferenças significativas na área das coberturas vegetais nas duas camadas avaliadas. Tanto as áreas das espécies arbóreas, quanto as das poáceas, apresentaram maiores valores de qCO_2 no PC quando comparado ao PS, padrão inversamente proporcional ao CBM. Os resultados encontrados indicam que a biomassa microbiana está consumindo mais carbono das células para sua manutenção e adaptação as condições ambientais (Souza et al., 2010), inferindo um ambiente adverso ou estressante aos microrganismos. Todavia, os baixos valores qCO_2 no PS indicam um ambiente mais estável e equilibrado. Evidenciando assim, o uso do qCO_2 como sensível indicador de estresse quando a BMS é afetada seja pelas condições ambientais e/ou ações antropogênicas (Santos et al., 2013).

4 | CONCLUSÃO

A biomassa microbiana do solo se mostrou mais sensível aos efeitos da sazonalidade (período seco e chuvoso) do que das coberturas vegetais na área de estudo.

REFERÊNCIAS

ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M. F. **Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos**. Rev. Acta Scientiarum. Agronomy Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. **The metabolic quotient of CO₂ (q CO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental condition, such as pH, on the microbial of forest soil**. Soil Biology and Biochemistry, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.

BALOTA, E. L.; ANDRADE, D. S.; COLOZZI FILHO, A.; DICK, R. P. **Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems**. Biology and Fertility of Soils, v.38, n. 1, p. 15-20, 2003.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; SOARES, A. L. L. **Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa microbiana e atividade microbiana do solo em duas cronossequências de reabilitação após mineração de bauxita**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 621-632, 2008.

CLIMATE-DATA.ORG, 2017. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/15882/>>. Acesso em setembro de 2017.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M. **Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo: Método da fumigação-extração**. Seropédica: Embrapa-CNPAB, p. 10, 1997.

FERREIRA, E. P. B.; SANTOS, H. P.; COSTA, J. R.; DE-POLLI, H.; RUMJANEK, N. G. **Microbial soil quality indicator under different rotations and tillage managements**. Revista Ciência Agronômica, v. 41, p. 177-183, 2010.

GONÇALVES, A. S.; MONTEIRO, M. T.; GUERRA, J. G. M.; CONSTANTINO, A. O.; DE-POLLI, H. **Biomassa microbiana em amostras umedecidas após secagem ao ar de solos de**

topossequência de pastagens. RevistaCi. Suelo (Argentina) v. 25, n. 1, p. 81-87, 2007.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. **Microbial biomass in soil: measurement and turnover.** In: PAUL, E.A.; LADD, J.N. (Eds.). Soil biochemistry. New York: Marcel Dekker, v.5, p.415-471, 1981.

KUNDE, R. J.; STÖCKER, C. M.; LIMA, A. C. R.; SILVA, J. L. S.; PILLON, C. N. **Carbono da biomassa microbiana e respiração basal do solo em sistemas de integração lavoura pecuária no bioma pampa.** Revista da jornada de pós-graduação e pesquisa, 2016.

PEZARICO, C. R.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL, O. **Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais.** Revista Ciência Agrária, v. 56, n. 1, p. 40-47, 2013.

SANTOS, D. C.; FARIAS, M. O.; LIMA, C. L. R.; KUNDE, R. J.; PILLON, C. N.; FLORES, C. A. **Fracionamento químico e físico da matéria orgânica de um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso.** Ciência Rural, v. 43, p. 838-844, 2013.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO FILHO, J.C; OLIVEIRA, J.B; CUNHA, T.J.F. **Sistema brasileiro de classificação de solos. 5 ed. Revisada e Ampliada.** Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.

SILVA, M. S. **Uso de indicadores biológicos para avaliação da qualidade do solo sob cultivo de culturas agroenergéticas em Pedro Afonso, Tocantins.** 2014. 80f. Tese (Mestrado em Agroenergia). Universidade Federal do Tocantins. Palmas, 2014.

SINCLAIR, A. C. C. **Matéria orgânica e atributos físicos e químicos de um Cambissolo submetido a diferentes usos agrícolas na Região do semiárido-RN, Mossoró.** 2014. 69f. Tese (Mestrado Manejo de Solo e Água). Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA). Mossoró, 2014.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C.V. S. D.; CARVALHO, P. C. D. F.; MARTINS, A. P. **Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n. 1, p. 79-88, 2010.

TOLEDO, L. O.; PEREIRA, M. G.; MENEZES, C. E. G. **Produção de serapilheira e transferência de nutrientes em florestas secundárias localizadas na região de Pinheiral, RJ.** Revista Ciência Florestal, v.12, p. 9-16, 2002.

VON LÜTZOW, M.; KÖGEL-KNABNER, I.; EKSCHMITT, K.; FLESSA, H.; GUGGENBERGER, G.; MATZNER, E.; MARSCHNER, B. **SOM fractionation methods: relevance to functional pools and to stabilization mechanisms.** Soil Biology and Biochemistry, v. 39, n. 9, p. 2183-2207, 2007.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. **A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil.** Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.

ZILS, T. **Efeito do uso da vinhaça associada à adubação nitrogenada no carbono lábil e microbiano em solo cultivado com cana-de-açúcar no cerrado, Brasília.** 2015. 45f. Monografia. Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2015.

GOIABEIRAS COMUNS CONTRIBUEM PARA EXPANSÃO DA ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO DE *Bactrocera carambolae* NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

Maria do Socorro Miranda de Sousa

Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical, Macapá, Amapá

Jonh Carlo Reis dos Santos

Instituto Macapaense do Melhor Ensino Superior, Macapá, Amapá

Cristiane Ramos de Jesus

Embrapa Amapá, Macapá, Amapá

Gilberto Ken-Iti Yokomizo

Embrapa Amapá, Macapá, Amapá

Ezequiel da Glória de Deus

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Laranjal do Jari, Amapá

José Francisco Pereira

Embrapa Amapá, Macapá, Amapá

Ricardo Adaime

Embrapa Amapá, Macapá, Amapá

RESUMO: Neste trabalho avaliamos se frutos de goiabeiras comuns (*Psidium guajava* L.) contribuem para a expansão da área de distribuição de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). Realizamos coletas de frutos em 12 municípios do estado do Amapá, nos meses de abril, julho e dezembro de 2013 e fevereiro e março de 2014. Do total de frutos coletados, 69,2% apresentaram infestação por moscas-das-frutas. Obtivemos 8.356 pupários, dos quais emergiram 4.776 espécimes de

Anastrepha, 846 de *Bactrocera carambolae* e 127 de himenópteros parasitoides. O maior índice médio de infestação registrado foi de 12,2 pupários/fruto. Foram obtidas três espécies do gênero *Anastrepha*: *Anastrepha striata* Schiner, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) e *Anastrepha zenildae* Zucchi. *Anastrepha striata* foi a espécie mais abundante. *Bactrocera carambolae* foi registrada em 10 municípios. A presença de *B. carambolae* em goiaba comum indica que essa espécie vegetal atua na manutenção e expansão das populações desse inseto. Assim, a presença de goiabeira comum pode facilitar a dispersão desse inseto-praga para novas áreas no Brasil e para outros países do continente americano.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia, *Anastrepha*, Mosca-da-carambola, *Psidium guajava*.

ABSTRACT: We investigated whether fruits of common guava (*Psidium guajava* L.) contribute to the expansion of the distribution area of *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae). We collected fruits from 12 municipalities in the state of Amapá, Brazil, in April, July and December 2013 and February and March 2014. In total, 69.2% of fruits collected were infested by fruit flies. We obtained 8,356 puparia, from which emerged 4,776 specimens of *Anastrepha*, 846 of *Bactrocera carambolae* and 127 of parasitoid

hymenoptera. The highest mean rate of infestation observed was 12.2 puparia/fruit. Three species of *Anastrepha* were obtained: *Anastrepha striata* Schiner, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann) and *Anastrepha zenildae* Zucchi. *Anastrepha striata* was the most abundant species. *Bactrocera carambolae* was found in 10 municipalities. The presence of *B. carambolae* on common guava indicates that guava plants act in maintaining and expanding the populations of this insect. Presence of common guava can therefore facilitate the dispersion of this pest insect into new areas in Brazil and into other countries in the American continent.

KEYWORDS: Amazon, *Anastrepha*, Carambola fruit fly, *Psidium guajava*.

1 | INTRODUÇÃO

A goiabeira, *Psidium guajava* L. (Myrtaceae), é nativa da América tropical, possui ampla distribuição e está presente em todas as regiões tropicais e subtropicais (MENZEL, 1985; GOULD; RAGA, 2002). Sob clima tropical a goiabeira pode florescer e frutificar continuamente durante o ano todo, desde que haja disponibilidade hídrica no solo (MEDINA, 1991). Na região amazônica, a goiabeira é comumente encontrada em pequenos pomares domésticos, mas é também cultivada sem manejo fitossanitário em quintais em áreas urbanas e rurais ou cresce ao longo de estradas rurais, próximo à vegetação nativa, consequência da facilidade com que as sementes são dispersadas (CAVALCANTE, 1996).

A goiabeira é uma das espécies vegetais mais infestadas por moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) nas Américas, sendo *Anastrepha striata* Schiner a principal praga dessa cultura (JIRÓN; HEDSTRÖM, 1988; KATIYAR et al., 2000; CARABALLO, 2001; ZUCCHI; MORAES, 2008; BIRKE; ALUJA, 2011, ZUCCHI et al., 2011). No Brasil 15 espécies de *Anastrepha* ocorrem em goiaba, além das espécies exóticas *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock e *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (ZUCCHI, 2001; ZUCCHI; MORAES, 2008; SILVA et al., 2011a).

Bactrocera carambolae, a mosca-da-carambola, nativa do continente asiático, é a única espécie do gênero presente nas Américas. Foi registrada pela primeira vez no Brasil em 1996, no município de Oiapoque, estado do Amapá. Atualmente encontra-se restrita a algumas localidades dos estados do Amapá, Pará e Roraima (BRASIL, 2018), onde está sob rigoroso controle oficial (LEMOS et al., 2014). Nesse particular, o governo brasileiro, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, coordena o Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-carambola, que objetiva a erradicação da praga dos estados do Amapá e Roraima e a manutenção do “status livre” de *B. carambolae* nas demais Unidades da Federação (GODOY et al., 2011a).

Estudos recentes demonstraram que *B. carambolae* ocorre com significativa abundância em carambola [*Averrhoa carambola* (Oxalidaceae)] e goiaba [*Psidium guajava* (Myrtaceae)] (LEMOS et al., 2014; DEUS et al., 2016). Em sua região de

origem, *B. carambolae* tem sido apontada como uma das espécies mais abundantes em pomares comerciais de goiaba (DANJUMA et al., 2013). Considerando que o Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-carambola prevê, como uma de suas ações, a remoção do principal hospedeiro da praga (GODOY et al., 2011a, 2011b), a caramboleira (*A. carambola*), é possível que a goiabeira comum esteja contribuindo para a manutenção dos níveis populacionais elevados de *B. carambolae*, uma vez que disponibiliza frutos durante todo o ano. Neste trabalho, nós avaliamos se frutos de goiabeiras comuns contribuem para expansão da área de distribuição de *B. carambolae* na Amazônia brasileira.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreendeu 12 dos 16 municípios do Estado do Amapá (Figura 1). A amostragem de frutos foi realizada ao longo da BR-156 e áreas acessíveis por estradas secundárias, nos meses de abril, julho e dezembro de 2013 e fevereiro e março de 2014.

Em cada ocasião de amostragem foram tomadas amostras ao acaso a partir de plantas com boa carga de frutos. Os frutos foram coletados diretamente do solo, quando estavam recém-caídos, cuidadosamente examinados e os que apresentavam orifícios ou cortes na casca não foram amostrados, pois as larvas já poderiam ter saído. Foram coletadas 144 amostras, cada uma composta por 10 frutos, totalizando 1.440 frutos. Os frutos coletados foram pesados e dispostos individualmente em recipientes de plástico (8 cm de diâmetro), sobre uma fina camada de areia esterilizada, como recomendado por Silva et al. (2011b). Os recipientes foram identificados e cobertos com organza e tampa vazada, sendo posteriormente conduzidos ao Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá, em Macapá.

O material foi examinado a cada sete dias, sendo os pupários retirados e transferidos para frascos de plástico, contendo uma fina camada de vermiculita umedecida. Após a emergência, os insetos foram acondicionados em frascos de vidro contendo etanol 70%. A identificação foi realizada com base nas chaves dicotômicas ilustradas de Zucchi et al. (2011) e de Marinho et al. (2011).

Os seguintes cálculos foram realizados: 1) Percentual de frutos infestados = número de frutos infestados/número de frutos coletados; 2) Percentual de parasitismo = (número de parasitoides emergidos/número de pupários) × 100.

3 | RESULTADOS

A infestação por moscas-das-frutas ocorreu em 997 frutos (69,2% dos frutos coletados), originando 8.356 pupários, com índice médio de infestação de 7,2 pupários/fruto (variando de 2,4 a 12,2 pupários/fruto). A viabilidade pupal variou de

46,9% a 80,3% nas amostras (Tabela 1).

Quatro espécies de moscas-das-frutas foram obtidas: *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann); *A. striata*, *Anastrepha zenildae* Zucchi e *B. carambolae* (Tabela 1). Do total de espécimes de Tephritidae obtidos (5.622), 85,0% foram representados por *Anastrepha* spp. e 15,0% por *B. carambolae*. *Anastrepha striata* representou 98,3% dos espécimes do gênero, seguida por *A. fraterculus* (1,4%) e *A. zenildae* (0,3%).

Anastrepha striata (2.299 espécimes) foi obtida de frutos coletados em todos os municípios amostrados (Tabela 1). *Bactrocera carambolae* (846 espécimes) não foi coletada apenas nos municípios de Laranjal do Jari e Pracuúba. *Anastrepha fraterculus* (32 espécimes) e *A. zenildae* (7 espécimes) foram obtidas de frutos oriundos de seis e dois municípios, respectivamente.

Anastrepha striata foi a espécie mais abundante em todos os municípios, infestando 596 frutos. No entanto, a maioria dos frutos (54,8%) apresentou apenas um ou dois espécimes, sendo 23 o número máximo de espécimes obtidos por fruto (Figura 2). *Bactrocera carambolae*, registrada em 10 municípios, infestou um número menor de frutos (142), sendo que na maioria dos frutos (63,4%) foram obtidos até cinco espécimes, chegando ao máximo de 56 pupários por fruto (Figura 2). Em todos os frutos infestados por *A. fraterculus* e *A. zenildae*, o número de espécimes obtidos foi de até três por fruto (Figura 3). Foi observado que *B. carambolae* compartilhou frutos com *A. striata* e *A. fraterculus*.

O parasitismo médio de larvas de moscas-das-frutas em goiaba foi de 1,8% (Tabela 1). Duas espécies de parasitoides foram obtidas: *Doryctobracon areolatus* (Szépliget) (120 espécimes) e *Doryctobracon adaimi* Marinho & Penteado-Dias (7 espécimes). *Doryctobracon areolatus* foi a espécie mais abundante, ausente apenas no município de Pracuúba. Também foi observada a presença do parasitoide *D. areolatus* em seis frutos compartilhados por *B. carambolae* e *A. striata*.

4 | DISCUSSÃO

Registramos infestação média de 69,2% dos frutos amostrados, sendo superior a 80% nos municípios de Ferreira Gomes, Oiapoque e Porto Grande, chegando a 100% em Serra do Navio (Tabela 1).

O índice médio de infestação foi de 7,2 pupários/fruto (Tabela 1), superior ao registrado (1,82 pupário/fruto) por Jesus-Barros et al. (2012) em levantamento intensivo realizado em cinco municípios amapaenses. Deve-se considerar que os autores utilizaram a metodologia de frutos agrupados, que subestima a infestação, visto que simplesmente contabiliza o total de pupários obtidos e divide pelo número de frutos amostrados, não descontando os frutos isentos de infestação.

Todas as espécies de moscas-das-frutas obtidas já foram reportadas em goiaba no Amapá (SILVA et al., 2004; JESUS-BARROS et al., 2012; DEUS; ADAIME, 2013;

LEMOS et al., 2014; ALMEIDA et al., 2016). *Anastrepha fraterculus* e *A. zenildae* foram pouco abundantes, corroborando os dados de Jesus-Barros et al. (2012). A significativa abundância de *A. striata* e sua forte associação com goiaba é bem documentada no continente americano (JIRÓN; HEDSTROM, 1988; KATIYAR et al., 2000; CARABALLO, 2001; DEUS et al., 2009; BIRKE; ALUJA, 2011; ZUCCHI et al., 2011; JESUS-BARROS et al., 2012; DEUS; ADAIME, 2013; ADAIME et al., 2014a; ALMEIDA et al., 2016).

Bactrocera carambolae foi a segunda espécie mais abundante, sendo a maioria dos espécimes procedentes de Oiapoque e Calçoene, área que faz fronteira com a Guiana Francesa, local de introdução dessa espécie no Brasil (SILVA et al., 2004). Embora a abundância seja maior nos locais supracitados, a presença da mosca-da-carambola em outros municípios evidencia que a área de distribuição dessa espécie tem aumentado consideravelmente desde sua chegada ao continente americano (via Suriname) em 1975.

Sugere-se que a introdução dessa espécie no continente se deu de forma passiva, isto é, pelo transporte involuntário de frutos infestados de uma região para outra (MALAVASI, 2001). Em sua região de origem, o sudeste asiático, Allwood et al. (1999) reportaram a ocorrência de *B. carambolae* em 75 espécies vegetais. Deste modo, considerando a intensificação do comércio e do movimento humano, além da natureza polífaga dessa espécie, o transporte indiscriminado de frutos e a presença de frutíferas exóticas na região Amazônica tem contribuído para a manutenção e consequentemente expansão da área de distribuição desse inseto.

No Suriname e no Brasil já foram registrados 20 e 21 hospedeiros para a mosca-da-carambola, respectivamente (SAUERS-MULLER, 2005; ADAIME et al., 2016). Contudo, esses estudos demonstraram que *B. carambolae* ocorre com significativa abundância em carambola e goiaba. Esse fato também foi observado no continente asiático (DANJUMA et al., 2013). Deste modo, a presença de *B. carambolae* em amostras provenientes de 10 dos 12 municípios estudados, evidencia que a goiaba comum é uma importante fonte de recurso alimentar e tem contribuído para a dispersão dessa espécie exótica na região Amazônica. Caso a remoção total do principal hospedeiro da praga, a caramboleira (*A. carambola*), se concretize, é possível que as goiabeiras comuns passarão a atuar ainda mais significativamente na manutenção das populações de *B. carambolae*, uma vez que disponibiliza frutos durante todo o ano.

Quando espécies de *Bactrocera* são introduzidas em novas áreas, interações ecológicas podem surgir, como por exemplo a competição, que geralmente tem efeito negativo sobre a comunidade de tefritídeos nativos e/ou espécies previamente introduzidas (DUYCK et al., 2004). Em nosso estudo, observamos que *B. carambolae* compartilha frutos de goiaba comum com espécies nativas do gênero *Anastrepha*, entretanto, a presença do invasor não tem afetado as populações autóctones, uma vez que a abundância de *A. striata* foi significativamente maior nos frutos amostrados.

A coocorrência de *B. carambolae* e *A. striata* em frutos de goiaba na região amazônica foi estudada por Deus et al. (2016), que demonstraram que a distribuição espacial das espécies nos frutos pode permitir a coocorrência. O alto grau de agregação de *A. striata* e *B. carambolae* no fruto, observado por esses autores, indica potencial para a coexistência desses tefritídeos em goiaba na região Norte do Brasil. Assim, o aumento da divisibilidade dos recursos e da agregação dos competidores pode reduzir o efeito da exclusão competitiva (ATKINSON; SHORROCKS, 1981).

O percentual médio de parasitismo em larvas de moscas-das-frutas em goiaba foi semelhante ao obtido por Jesus-Barros et al. (2012), sendo *D. areolatus* a espécie predominante nos dois trabalhos. *Doryctobracon adamei*, espécie descrita recentemente (ver MARINHO et al., 2017), é registrada pela primeira vez em larvas de *A. striata* em frutos de *P. guajava*. Apesar do número considerável de frutos coletados e amostrados individualmente, não houve registro de parasitoides atuando sobre *B. carambolae*. Em seis frutos houve registro da emergência do parasitoide *D. areolatus*, *B. carambolae* e *A. striata*. Dessa forma, não é possível relacionar a ação desse parasitoide sobre *B. carambolae*, pois para a correta associação seria necessário obter somente espécimes da mosca-da-carambola e do parasitoide. Até o presente momento, não há registro de parasitoide nativo associado a esta espécie (ADAIME et al., 2014b).

5 | CONCLUSÕES

Frutos de goiabeira comum constituem um importante recurso alimentar para moscas-das-frutas. A presença de *B. carambolae* nesses frutos indica que essa espécie vegetal atua na manutenção e expansão das populações desse inseto. Assim, a presença de goiabeira comum pode facilitar a dispersão desse inseto-praga para novas áreas no Brasil e para outros países do continente americano.

6 | AGRADECIMENTOS

Ao colega Carlos Alberto Moraes, pelo apoio nas expedições de coleta de frutos. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela Bolsa de Mestrado concedida a Maria do Socorro Miranda de Sousa. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida a Ricardo Adaime. Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pela autorização para publicação dos dados relativos à mosca-da-carambola, em conformidade com a Instrução Normativa nº 52/2007.

REFERÊNCIAS

- ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R.; BARIANI, A., LIMA, A. L.; CRUZ, K. R.; CARVALHO, J. P. **Novos registros de hospedeiros da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) no estado do Amapá, Brasil**. Macapá: Embrapa Amapá (Comunicado Técnico, 146). 2016, 5 p.
- ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R.; LIMA, A. L. Pesquisas com a mosca-da-carambola no Brasil: estado da arte e perspectivas futuras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 25., 2014, Goiânia. Goiânia: SEB/Embrapa Arroz e Feijão/UFG, 2014b.
- ADAIME, R.; PEREIRA, J. D. B.; DEUS, E. G.; JESUS-BARROS, C. R. **Hosts plants and geographical distribution of *Anastrepha striata* Schiner (Diptera: Tephritidae) in Brazil**. Macapá: Embrapa Amapá (Documentos, 74). 2014a, 24 p.
- ALLWOOD, A. J.; CHINAJARIYAWONG, A.; VKRITSANEPAIBOON, S.; DREW, R. A. I.; HAMACEK, E. L.; HANCOCK, D. L. et al. Host plant records for fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Southeast Asia. **Raffles Bulletin of Zoology**, v. 47, n. 7, p. 1-92, 1999.
- ALMEIDA, R. R.; CRUZ, K. R.; SOUSA, M. S. M.; COSTA-NETO, S. V.; JESUS-BARROS, C. R.; LIMA, A. L.; ADAIME, R. Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae) associated with fruit production on Ilha de Santana, Brazilian Amazon. **Florida Entomologist**, v. 99, n. 3, p. 426-436, 2016.
- ATKINSON, W. D.; SHORROCKS, B. Competition on a divided and ephemeral resource: a simulation model. **Journal of Animal Ecology**, v. 50, n. 2, p. 461-471, 1981.
- BIRKE, A.; ALUJA, M. *Anastrepha ludens* and *Anastrepha serpentina* (Diptera: Tephritidae) do not infest *Psidium guajava* (Myrtaceae), but *Anastrepha obliqua* occasionally shares this resource with *Anastrepha striata* in nature. **Journal of Economic Entomology**, v. 104, n. 4, p. 1204-1211, 2011.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 38, de 1 de outubro de 2018**. Brasília: Diário Oficial [da] União, 2 out. 2018, Seção 1, 2018. p. 14.
- CARABALLO, J. Diagnosis y clave pictórica para las especies del género *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) de importancia económica en Venezuela. **Entomotropica**, v. 16, n. 3, p. 157-164, 2001.
- CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 6 ed. Belém: CNPq/Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996. 279 p.
- DANJUMA, S.; BOONROTPOONG, S.; THAOCHAN, N.; PERMKAM, S.; SATASOOK, C. Biodiversity of the genus *Bactrocera* (Diptera: Tephritidae) in guava *Psidium guajava* L. orchards in different agroforested locations of southern Thailand. **International Journal of Chemical, Environmental and Biological Sciences**, v. 1, n. 3, p. 538-544, 2013.
- DEUS, E. G.; ADAIME, R. Dez anos de pesquisas sobre moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) no estado do Amapá: avanços obtidos e desafios futuros. **Biota Amazonia**, v. 3, n. 3, p. 157-168, 2013.
- DEUS, E. G.; GODOY, W. A. C.; SOUSA, M. S. M.; LOPES, G. N.; JESUS-BARROS, C. R.; SILVA, J. G.; ADAIME, R. Co-Infestation and Spatial Distribution of and spp. (Diptera: Tephritidae) in Common Guava in the Eastern Amazon. **Journal of Insect Science**, v. 16, n. 1, p. 1-7, 2016.
- DEUS, E. G.; SILVA, R. A.; NASCIMENTO, D. B.; MARINHO, C. F.; ZUCCHI, R. A. Hospedeiros e parasitóides de espécies de *Anastrepha* (Diptera, Tephritidae) em dois municípios do Estado do Amapá. **Revista de Agricultura**, v. 84, p. 194-203, 2009.

- DUYCK, P. F.; DAVID, P.; QUILICI, S. A review of relationships between interspecific competition and invasions in fruit flies (Diptera: Tephritidae). **Ecological Entomology**, v. 29, n. 5, p. 511-520, 2004.
- GODOY, M. J. S.; PACHECO, W. S. P.; PIRES FILHO, J. M.; MORAES, L. M. M.; CHAVES, E. L. M.; VASCONCELOS, C. A. V. et al. Erradicação da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) no Vale do Jari, Amapá-Pará (2007-2008). In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011b. p. 159-172.
- GODOY, M. J. S.; PACHECO, W. S. P.; PORTAL, R. R.; PIRES FILHO, J. M.; MORAES, L. M. M. Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-Carambola. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011a. p.134-158.
- GOULD, W. P.; RAGA, A. Pests of guava. In: PEÑA, J. E.; SHARP, J. L.; WYSOKI, M. (Eds.). **Tropical Fruit Pests and Pollinators: Biology, Economic Importance, Natural Enemies and Control**. Wallingford: CAB, 2002. p. 295-313.
- JESUS-BARROS, C. R.; ADAIME, R.; OLIVEIRA, M. N.; SILVA, W. R.; COSTA-NETO, S. V.; SOUZA-FILHO, M. F. *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) species, their hosts and parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) in five municipalities of the state of Amapá, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 95, n. 3, p. 694-705, 2012.
- JIRÓN, L. F.; HEDSTRÖM, I. Occurrence of fruit flies of the genera *Anastrepha* and *Ceratitis* (Diptera: Tephritidae), and their host plant availability in Costa Rica. **Florida Entomologist**, v. 71, n. 1, p. 62-73, 1988.
- KATIYAR, K. P.; MOLINA, J. C.; MATHEUS, R. Fruit flies (Diptera: Tephritidae) infesting fruits of the genus *Psidium* (Myrtaceae) and their altitudinal distribution in western Venezuela. **Florida Entomologist**, v. 83, n. 4, p. 480-485, 2000.
- LEMOS, L. N.; ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R.; DEUS, E. G. New Hosts of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) in Brazil. **Florida Entomologist**, v. 97, n. 2, p. 841-847, 2014.
- MALAVASI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Eds.). **Histórico e impacto de pragas introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001. p. 39-41.
- MARINHO, C. F.; CÔNSOLI, F. L.; PENTEADO-DIAS, A. M.; ZUCCHI, R. A. Description of two new species closely related to *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti, 1911) (Hymenoptera, Braconidae), based on morphometric and molecular analyses. **Zootaxa**, v. 4353, p. 467-484, 2017.
- MARINHO, C. F.; SILVA, R. A.; ZUCCHI, R. A. Chave de identificação de Braconidae (Alysiinae e Opiinae) parasitoides de larvas frugívoras na região Amazônica. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 91-101.
- MEDINA, J. C. Goiaba I – Cultura. In: Instituto de Tecnologia de Alimentos (Campinas, SP). **Goiaba: cultura, matéria prima, processamento e aspectos econômicos**. 2 ed. São Paulo: Campinas, 1991. p. 1-121.
- MENZEL, C. M. Guava: an exotic fruit with potencial in Queensland. **Queensland Agricultural Journal**, v. 111, n. 2, p. 93-98, 1985.
- SAUERS-MULLER, A. Host plants of the carambola fruit fly, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock (Diptera: Tephritidae), in Suriname, South America. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 2, p. 203-214, 2005.

SILVA, R. A.; DEUS, E. G.; PEREIRA, J. D. B.; JESUS-BARROS, C. R.; SOUZA-FILHO, M. F.; ZUCCHI, R. A. Conhecimento sobre moscas-das-frutas no Estado do Amapá. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011a. p. 223-236.

SILVA, R. A.; DEUS, E. G.; RAGA, A.; PEREIRA, J. D. B.; SOUZA-FILHO, M. F.; COSTA NETO, S. V. Monitoramento de moscas-das-frutas na Amazônia: amostragem de frutos e uso de armadilhas. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011b. p. 33-47.

SILVA, R. A.; JORDÃO, A. L.; SÁ, L. A. N.; OLIVEIRA, M. R. V. **Mosca-da-carambola: uma ameaça à fruticultura brasileira**. Macapá: Embrapa Amapá (Circular Técnica, 31). 2004. 15 p.

ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. **Fruit flies in Brazil - *Anastrepha* species and their hosts plants**. 2008. Disponível em: <www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>, atualizado em 23 de maio de 2019. Acesso em 29 de jul. 2019.

ZUCCHI, R. A. Mosca-do-mediterrâneo, *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae). In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A.; CANTOR, F. (Eds.). **Histórico e Impacto das Pragas Introduzidas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2001, p. 15-22.

ZUCCHI, R. A.; URAMOTO, K.; SOUZA-FILHO, M. F. Chave ilustrada para as espécies de *Anastrepha* da região Amazônica. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia Brasileira: Diversidade, Hospedeiros e Inimigos Naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011, p. 71-90.

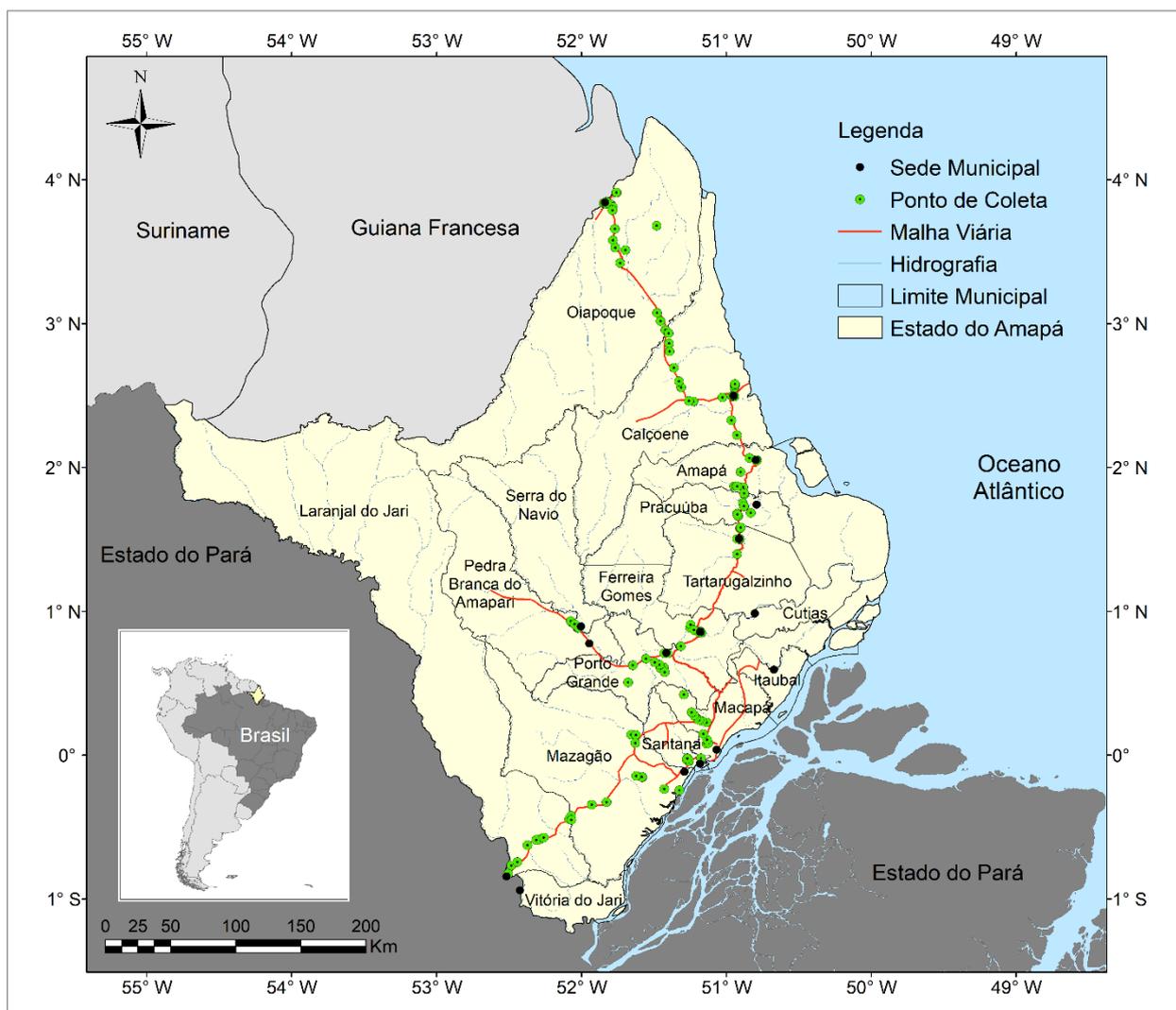


Figura 1. Mapa do estado do Amapá indicando os pontos de coleta de frutos de goiaba.

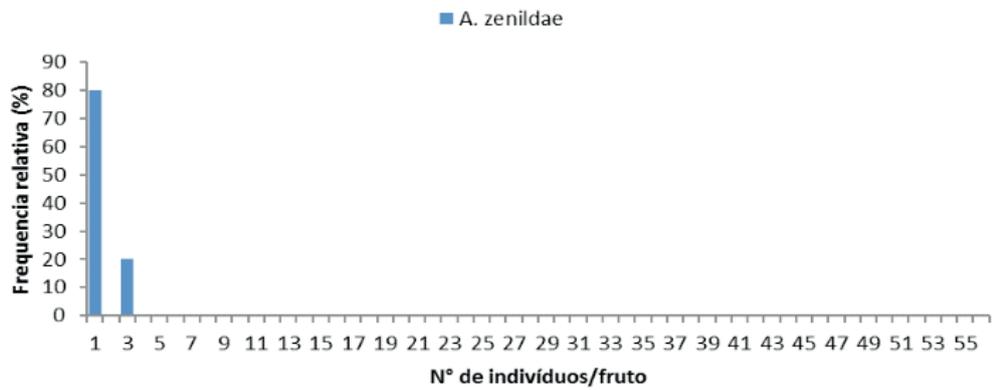
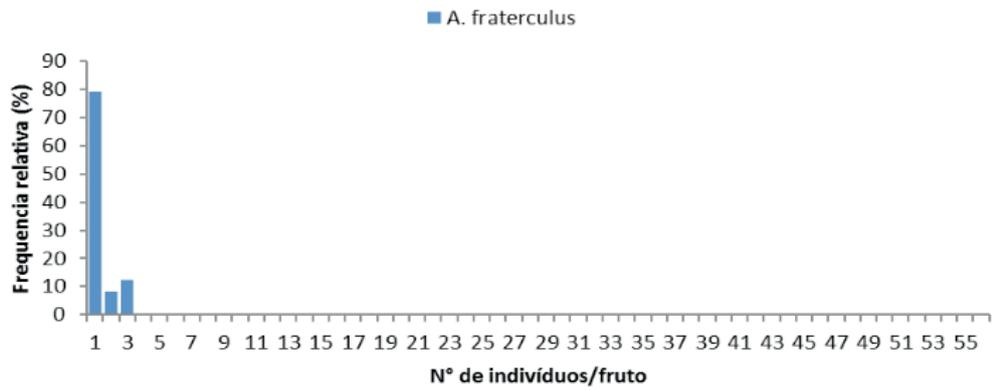


Figura 2. Número de indivíduos de *Anastrepha striata* e *Bactrocera carambolae* obtidos em goiaba no estado do Amapá. Abril de 2013 a março de 2014.

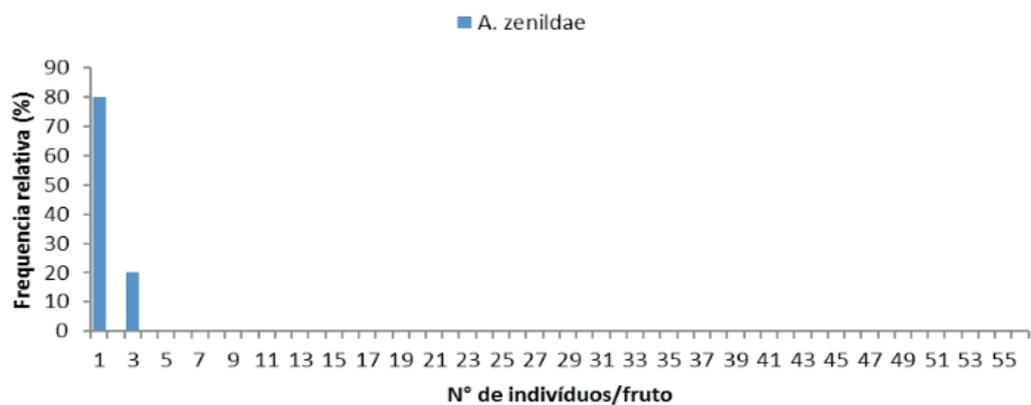
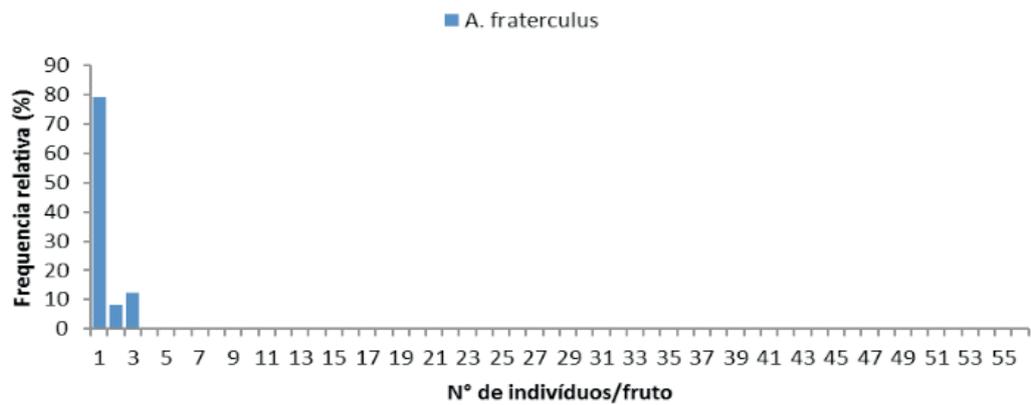


Figura 3. Número de indivíduos de *Anastrepha fraterculus* e *Anastrepha zenildae* obtidos em goiaba no estado do Amapá. Abril de 2013 a março de 2014.

| Municípios | FC/FI n | MC/MI n | PP n | Infestação PP/fruto | Insetos emergidos | | | | | | | | P % |
|----------------------|------------|------------|---------|------------------------|-------------------|----|----|-------|-------|-------|-------|-----|--------|
| | | | | | As | Af | Az | A | Bc | Dar | Dad | | |
| | | | | | ♀ | ♀ | ♀ | ♂ | ♀ + ♂ | ♀ + ♂ | ♀ + ♂ | | |
| Amapá | 100/55 | 4,3/2,1 | 217 | 3,9 | 75 | 2 | 0 | 68 | 1 | 2 | 0 | 0,9 | |
| Calçoene | 230/148 | 10,4/6,6 | 1.696 | 11,5 | 389 | 9 | 0 | 416 | 189 | 18 | 2 | 1,2 | |
| Ferreira Gomes | 80/70 | 2,8/2,0 | 575 | 8,2 | 185 | 0 | 0 | 199 | 77 | 3 | 0 | 0,5 | |
| Laranjal do Jari | 100/63 | 5,4/3,6 | 396 | 6,3 | 86 | 1 | 0 | 99 | 0 | 23 | 2 | 6,3 | |
| Macapá | 100/53 | 5,5/2,8 | 293 | 5,5 | 66 | 0 | 0 | 85 | 12 | 7 | 0 | 2,4 | |
| Mazagão | 100/48 | 5,1/2,6 | 230 | 4,8 | 63 | 0 | 0 | 64 | 1 | 1 | 0 | 0,4 | |
| Oiapoque | 270/229 | 10,3/8,8 | 2.771 | 12,1 | 780 | 16 | 0 | 846 | 393 | 28 | 1 | 1,1 | |
| Porto Grande | 110/94 | 4,8/4,2 | 664 | 7,1 | 158 | 0 | 0 | 191 | 75 | 19 | 2 | 3,2 | |
| Pracuúba | 100/60 | 2,6/1,5 | 143 | 2,4 | 45 | 2 | 4 | 45 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Santana | 100/56 | 4,6/2,3 | 426 | 7,6 | 140 | 0 | 0 | 142 | 60 | 1 | 0 | 0,3 | |
| Serra do Navio | 50/50 | 2,3/2,3 | 611 | 12,2 | 201 | 0 | 0 | 172 | 29 | 10 | 0 | 1,6 | |
| Tartarugal- zinho | 100/71 | 3,6/2,4 | 334 | 4,7 | 111 | 2 | 3 | 111 | 9 | 8 | 0 | 2,4 | |
| Total | 1.440/997 | 61,7/41,2 | 8.356 | 7,2 | 2.299 | 32 | 7 | 2.438 | 846 | 120 | 7 | 1,8 | |

Tabela 1. Índices de infestação de goiabas por moscas-das-frutas em 12 municípios do estado do Amapá. Abril de 2013 a março de 2014.

FC: frutos coletados; FI: frutos infestados; MC: massa coletada; MI: massa infestada; PP: pupários; Af: *Anastrepha fraterculus*; As: *Anastrepha striata*; Az: *Anastrepha zenilidae*; A♂: machos de *Anastrepha*; Bc: *Bactrocera carambolae*; Dar: *Doryctobracon areolatus*; Dad: *Doryctobracon adamei*; : média; P: parasitismo.

MOSCAS-DAS-FRUTAS (*Diptera: Tephritidae*) OBTIDAS DE FRUTOS COMERCIALIZADOS NO MERCADO VER-O-PESO, EM BELÉM, PARÁ, BRASIL

Clara Angélica Corrêa Brandão

Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará, Belém, Pará

Maria do Socorro Miranda de Sousa

Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical, Macapá, Amapá

Carlos José Trindade Azevedo

Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará

Álvaro Remígio Ayres

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Castanhal, Pará

Regina Lucia Sugayama

Oxya Agro e Biociencias, Belo Horizonte, Minas Gerais

Ricardo Adaime

Embrapa Amapá, Macapá, Amapá

RESUMO: Neste trabalho reportamos a ocorrência de espécies de moscas-das-frutas (*Diptera: Tephritidae*) em frutos comercializados no mercado Ver-o-Peso, em Belém, Pará, Brasil. Amostras de frutos potencialmente hospedeiros de moscas-das-frutas foram adquiridas quinzenalmente, de setembro de 2016 a fevereiro de 2017. Foram coletadas 77 amostras (13.855 frutos – 140,6 kg), pertencentes a 16 espécies vegetais de oito famílias botânicas. Foram obtidos 2.385 pupários de moscas-das-

frutas, de 51 amostras (10 espécies de 5 famílias botânicas), de onde emergiram 5 espécies de moscas-das-frutas: *Anastrepha antunesi* Lima, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) e *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Adicionalmente, foram obtidos 133 exemplares de parasitoides Braconidae: *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) e *Opius bellus* Gahan.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia, *Anastrepha*, *Ceratitis*, fruto hospedeiro, Infestação.

ABSTRACT: This work reports the occurrence of fruit fly species (*Diptera: Tephritidae*) in commercialized fruits in the Ver-o-Peso market, in Belém, Pará, Brazil. Samples of potentially host plants of fruit flies were purchased fortnightly, from September 2016 to February 2017. We collected 77 samples (13,855 fruits, 140.6 kg) belonging to 16 plant species from 8 botanical families. We obtained 2,386 fruit fly puparia in 51 samples (10 species of 5 botanical families), from which emerged 5 fruit fly species: *Anastrepha antunesi* Lima, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha obliqua* (Macquart), *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) and *Ceratitis capitata* (Wiedemann). Also, 133 specimens of Braconidae parasitoides were also obtained: *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) and *Opius*

bellus Gahan.

KEYWORDS: Amazon, *Anastrepha*, *Ceratitis*, host fruit, Infestation.

1 | INTRODUÇÃO

Algumas espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são conhecidas mundialmente como pragas da fruticultura, em decorrência dos danos diretos e indiretos que causam à produção. Suas larvas desenvolvem-se em frutos de várias espécies de frutíferas, tornando-os impróprios para comercialização e consumo (ALUJA, 1994; ALUJA; MANGAN, 2008). Adicionalmente, algumas espécies podem inviabilizar exportações por causa das restrições quarentenárias impostas por países importadores que não apresentam determinada praga em seu território (MALAVASI, 2000).

A principal forma de dispersão das moscas-das-frutas é o trânsito de frutas infestadas. Dados indiretos têm revelado que os grandes responsáveis pelos focos de invasão são o trânsito ilegal de frutas por passageiros em viagens aéreas e terrestres, contrabando de frutas que não passam por inspeção fitossanitária e envio de frutas pelo correio (DUARTE; MALAVASI, 2000).

A importância dos estudos sobre moscas-das-frutas na Amazônia brasileira tem sido reconhecida recentemente, especialmente aqueles focados em diversidade, distribuição geográfica e identificação de hospedeiros (DEUS et al., 2013). Nesse sentido, vários trabalhos foram realizados nos anos recentes, culminando com o avanço do conhecimento sobre a biologia e ecologia desses dípteros (SILVA et al., 2011a). Na região ocorrem 76 espécies do gênero *Anastrepha*, além de *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock e *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (ADAIME et al., 2016a,b; CASTILHO et al., 2019).

Espécies do gênero *Anastrepha* estão presentes em todos os estados que compõem a região (ADAIME et al., 2016a). Destas, cinco são consideradas de importância econômica: *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha obliqua* Macquart, *Anastrepha pseudoparallela* (Loew), *Anastrepha striata* Schiner e *Anastrepha zenildae* Zucchi (URAMOTO; ZUCCHI, 2009; DUTRA et al., 2013; ADAIME et al., 2016a).

Bactrocera carambolae, a única espécie do gênero na América do Sul, é considerada praga quarentenária presente, com distribuição restrita a localidades dos estados do Amapá, Pará e Roraima, mantida sob controle oficial pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2018). Especificamente no Amapá, há registros de 21 espécies vegetais hospedeiras da praga (ADAIME et al., 2016b). A praga é considerada importante entrave à exportação de frutas, uma vez que há restrições quarentenárias impostas por países importadores para aquisição de produtos oriundos de regiões onde a praga ocorre (GODOY et al., 2011a; FERREIRA;

RANGEL, 2015).

Por sua vez, *Ceratitis capitata* (Wiedemann) tem sete espécies hospedeiras registrados na região e está presente em sete dos nove estados que a compõem (CASTILHO et al., 2019). Caracteriza-se por ser polífaga, cosmopolita e com alto potencial para causar danos, além de dispor de ampla variedade de hospedeiros silvestres e cultivados (ZANARDI et al., 2011). Sua presença em áreas de produção de frutas para exportação restringe o acesso a mercados de vários países, como Estados Unidos, Chile e Japão (NOJOSA et al., 2015).

Nesse contexto, estudos que visem conhecer a riqueza de espécies de moscas-das-frutas, suas plantas hospedeiras e seus inimigos naturais na Amazônia brasileira são fundamentais, pois permitem a detecção precoce de espécies exóticas invasoras e fornecem subsídios para o manejo de espécies-praga (ADAIME et al., 2017).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a ocorrência de espécies de moscas-das-frutas presentes em frutos comercializados no mercado Ver-o-Peso, em Belém, Pará, Brasil.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de frutos com polpa carnosa foram adquiridas quinzenalmente, de setembro de 2016 a fevereiro de 2017, no mercado Ver-o-Peso, localizado no município de Belém (01° 27' 05,78" S, 48° 30' 10,66" W), estado do Pará, entre a foz dos rios Guamá e Amazonas, às margens da baía do Guajará.

Em cada ocasião de amostragem, toda a extensão da feira foi percorrida em busca de frutos maduros, que foram comprados aleatoriamente, como se fossem para o consumo humano. A escolha da espécie vegetal e o tamanho das amostras variavam conforme a disponibilidade de frutos no período de aquisição. Foram registradas a data de aquisição das amostras e a sua provável origem (local de produção).

As amostras foram acondicionadas em potes de plástico de 1 kg, cobertos com tecido tipo organza, sendo transportadas via rodoviária para o Laboratório de Zoologia Agrícola do Instituto Federal do Pará (IFPA – Campus Castanhal). No laboratório, as amostras foram contadas e pesadas (com o auxílio de balança eletrônica de precisão), verificando-se a massa total da amostra. Posteriormente, foram acondicionadas em bandejas de plástico (18 cm de altura x 44,5 cm de largura x 78,5 cm de comprimento) contendo areia esterilizada como substrato para pupação.

As bandejas foram identificadas com etiquetas contendo informações do número da amostra, local e data da coleta, peso e quantidade de frutos. Os recipientes foram cobertos com tecido de organza e presos com elásticos, para evitar a saída ou entrada de insetos.

No laboratório, os substratos e os frutos foram examinados cuidadosamente, verificando-se a presença de larvas ou pupas, ao 7º e ao 10º dia. Em seguida, a

areia foi peneirada e os pupários recolhidos com o auxílio de uma colher descartável pequena, contabilizados e transferidos para outro recipiente plástico transparente, utilizando vermiculita úmida como substrato para o desenvolvimento dos pupários. Em seguida, os pupários foram cobertos com tecido de organza e presos com elástico, onde permaneceram em temperatura ambiente até a emergência dos adultos.

Após 24 horas da emergência, os adultos foram sacrificados, separados por sexo, armazenados em potes de plástico de 80 mL, contendo etanol 70%, devidamente etiquetados. Posteriormente, esses insetos foram enviados ao Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá, em Macapá, para identificação taxonômica.

Os exemplares de Tephritidae foram identificados com o auxílio das chaves dicotômicas de Zucchi (2000) e Zucchi et al. (2011). Para identificação dos Hymenoptera, foram utilizados os trabalhos de Canal e Zucchi (2000) e Marinho et al. (2011). Espécimes voucher de Tephritidae e Hymenoptera foram depositados no Laboratório de Proteção de Plantas da Embrapa Amapá.

O índice de infestação dos frutos foi calculado dividindo-se o número de pupários obtidos pela massa da amostra, cujo resultado foi expresso em pupários/kg de fruta fresca (ARAUJO et al., 2005). O percentual de parasitismo foi calculado dividindo-se o número de parasitoides obtidos pelo número de pupários multiplicado por 100 (ARAUJO; ZUCCHI, 2002).

3 | RESULTADOS

Foram coletadas 77 amostras (13.855 frutos – 140,6 kg), pertencentes a 16 espécies vegetais de oito famílias botânicas (Tabela 1). As espécies mais amostradas foram *Psidium guajava* L. (15 amostras) e *Mangifera indica* L., *Spondias mombin* L. e *Malpighia emarginata* DC. (10 amostras). As amostras adquiridas foram procedentes da região metropolitana de Belém, à exceção de *P. guajava*, produzida no Nordeste do Brasil. Foram obtidos pupários de moscas-das-frutas em 51 amostras (10 espécies de cinco famílias botânicas), em espécies das famílias Anacardiaceae (caju – *Anacardium occidentale* e taperebá – *Spondias mombin*), Malpighiaceae [acerola – *Malpighia emarginata* e muruci – *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth], Myrtaceae [goiaba – *Psidium guajava* e jambo – *Syzygium jambos* (L.) Alston], Rutaceae (tangerina – *Citrus reticulata* Blanco) e Sapotaceae [sapoti – *Manilkara zapota* (L.) P. Royen e abiu – *Pouteria caimito* (Ruiz & Pav.) Radlk] (Tabela 1)

O total de pupários obtidos foi de 2.385, de onde emergiram espécimes de Tephritidae (5 espécies) e Braconidae (2 espécies). Os maiores índices de infestação foram obtidos em *S. mombin* (33,2 pupários/kg de fruto) e *M. emarginata* (51,0 pupários/kg de fruto). Também foi nesses hospedeiros que se registrou o maior número de espécies de moscas-das-frutas (Tabela 2).

Foram obtidos 332 espécimes (♀+♂) de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) e 359

de *Anastrepha* (176♀ e 183♂). As espécies de *Anastrepha* obtidas foram: *Anastrepha antunesi* Lima, *Anastrepha fraterculus* (Wiedemann), *Anastrepha obliqua* (Macquart) e *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (Tabela 2). *Ceratitis capitata* ocorreu em quatro hospedeiros, *A. obliqua* em três, *A. antunesi* e *A. serpentina* em dois e *A. fraterculus* em um (Tabela 2).

Foram obtidos 133 espécimes de Braconidae (Hymenoptera) a partir de frutos de *B. crassifolia*, *M. emarginata*, *P. guajava* e *S. mombin* infestados por moscas-das-frutas. As espécies obtidas foram *Doryctobracon areolatus* (Szépligeti) e *Opius bellus* Gahan (Tabela 2).

4 | DISCUSSÃO

Houve infestação em 68,4% das amostras coletadas. Espécimes de *Anastrepha* corresponderam a 52,5% das moscas emergidas, *Anastrepha obliqua* representou 89,1% dos espécimes do gênero (164♀) sendo obtida de frutos de *A. occidentale*, *M. emarginata* e *S. mombin* (Tabela 2). *Anastrepha fraterculus* ocorreu apenas em *S. mombin*, enquanto *Anastrepha antunesi* ocorreu em *S. mombin* e *M. emarginata*. A ocorrência de *A. antunesi* em *M. emarginata* é inédita no estado do Pará e, provavelmente, no Brasil (ZUCCHI; MORAES, 2008; ADAIME et al., 2016a). Já *Anastrepha serpentina* ocorreu em *C. reticulata* e *M. zapota*. Embora pareça incomum a ocorrência de *A. serpentina* em *C. reticulata*, tal fato já foi reportado por Lemos et al. (2011) no município de Tomé-Açu, no Pará.

Oliveira et al. (2008) realizaram coletas de frutos de diversas espécies vegetais em feiras livres de Belém. Das amostras adquiridas no mercado Ver-o-Peso, em *S. mombin* houve infestação por *A. antunesi* e *A. obliqua* e em *M. zapota* por *A. serpentina*.

No Amapá, Adaime et al. (2014), com o objetivo de detectar a presença de *B. carambolae* em frutos comercializados em feiras de Macapá, coletaram frutos de diversas espécies vegetais (198 amostras, totalizando 237,77 kg) nos anos 2005, 2006 e 2007. Durante o período de amostragem houve infestação em oito espécies vegetais, sendo que *Psidium guajava* e *S. mombin* apresentaram infestação em todos os anos. Em *S. mombin*, foram obtidos espécimes de *A. antunesi*, *A. obliqua* e *A. striata* Schiner; em *P. guajava*, *A. striata*, *A. fraterculus*, *A. obliqua* e *B. carambolae*; e em *A. carambola*, *A. obliqua* e *B. carambolae*.

Ceratitis capitata correspondeu a 47,5% das moscas emergidas. A espécie foi obtida de frutos de *M. emarginata*, *M. zapota*, *P. guajava* e *S. jambos* (Tabela 2). Frutos de *P. guajava* foram os que apresentaram a maior quantidade de moscas-das-frutas (329 espécimes de *C. capitata*). No entanto, analisando as Permissões de Trânsito Vegetal na Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará, verificou-se que os frutos de *P. guajava* comercializados nas feiras livres de Belém

são provenientes do Vale do São Francisco, Nordeste do Brasil, o que pode ser comprovado por documentos fiscais. Naquela região, no período de 2009 a 2014, *C. capitata* foi a espécie predominante nas áreas de produção de frutas, atingindo níveis populacionais alarmantes (FRANÇA, 2016). Em contrapartida, na Amazônia brasileira, que inclui o estado do Pará, a espécie mais abundante em *P. guajava* é *A. striata*, como comprovado por vários levantamentos realizados especialmente no vizinho estado do Amapá (SILVA et al., 2011b; ZUCCHI et al., 2011; JESUS-BARROS et al., 2012). No Pará, até o momento havia apenas quatro hospedeiros reportados para *C. capitata*: *Averrhoa carambola* (Oxalidaceae), *Citrus reticulata* (Rutaceae), *Garcinia acuminata* Planch. & Triana, *Garcinia brasiliensis* C. Martius (Clusiaceae), *Malpighia glabra* L. (Malpighiaceae) e *Psidium guajava* (Myrtaceae) (CASTILHO et al., 2019). Portanto, a ocorrência de *C. capitata* em *M. emarginata*, *M. zapota* e *S. jambos* é inédita para o Pará.

Doryctobracon areolatus (Szépligeti) representou 97,0% dos espécimes de parasitoides obtidos, seguido por *Opius bellus* Gahan (3,0%). A maioria dos espécimes (90,9%) foram obtidos de frutos de *S. mombin* e de *M. emarginata*. Em uma amostra de *S. mombin*, o parasitismo chegou a 70,8% (Tabela 2), valor maior que os da maioria dos trabalhos realizados na Amazônia brasileira que, em geral, são inferiores a 50% (CUNHA et al., 2011; DEUS et al., 2013; SOUSA et al., 2016). Estudos recentes têm discutido o potencial de espécies vegetais silvestres, a exemplo de *S. mombin*, como reservatório natural das populações das espécies de parasitoides das moscas-das-frutas na região (SOUSA et al., 2016; ADAIME et al., 2018).

Também no mercado Ver-o-Peso, Oliveira et al. (2008) obtiveram os parasitoides *Utetes anastrephae* (Viereck), *O. bellus* (na publicação foi referido como *Opius* sp.) e *D. areolatus*, a partir de frutos de *S. mombin* infestados por moscas-das-frutas. Em feiras livres no Amapá, Adaime et al. (2014) registraram *D. areolatus* e *O. bellus* em frutos de *P. guajava* e *D. areolatus*, *O. bellus* e *U. anastrephae*, em frutos de *S. mombim*.

De duas amostras de *P. caimito* foram obtidos três pupários (Tabela 1), não havendo emergência de insetos. De forma análoga, de duas amostras de *B. crassifolia* foram obtidos dois pupários de moscas-das-frutas, havendo a emergência de um parasitoide. Portanto, para essas duas espécies vegetais não foi possível fazer associação com alguma espécie de mosca.

É importante salientar que não obtivemos espécimes da praga quarentenária *B. carambolae* ou de qualquer outra espécie quarentenária para o Brasil nos frutos adquiridos no mercado Ver-o-Peso. Adaime et al. (2014) obtiveram espécimes de *B. carambolae* de frutos de *A. carambola* e *P. guajava* em feiras públicas no estado do Amapá e ressaltaram que o transporte e comercialização desses frutos representam risco de dispersão da praga para outras unidades da federação. Silva et al. (2004) demonstraram preocupação quanto ao fato de os municípios mais populosos do estado do Amapá, Macapá e Santana, serem zona portuária, havendo intenso tráfego

de embarcações com as mais diversas origens e destinos, especialmente no Pará, como Belém e ilhas vizinhas. Esses autores sugeriram ações intensivas para evitar que passageiros transportem frutos potencialmente hospedeiros da praga para os diferentes destinos. Nesse contexto, ações de educação sanitária têm se mostrado muito eficientes, como demonstrado por Godoy et al. (2011b).

Finalmente, os resultados deste estudo demonstraram a presença de espécies de moscas-das-frutas de importância econômica para o Brasil (*A. fraterculus*, *A. obliqua*, *A. serpentina* e *C. capitata*) e de expressão quarentenária internacional (*A. fraterculus* e *C. capitata*).

5 | AGRADECIMENTOS

À Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ), em especial ao Fiscal Estadual Agropecuário Engenheiro Agrônomo Luiz Carlos Cordeiro de Guamá. Ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, especialmente às Auditoras Fiscais Federais Agropecuárias Engenheiras Agrônomas Maria Julia Signoretti Godoy e Wilda da Silveira Pinto, pela colaboração e liberação da servidora Clara Angélica Corrêa Brandão para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R.; BARIANI, A.; LIMA, A. L.; CRUZ, K. R.; CARVALHO, J. P. **Novos registros de hospedeiros da mosca-da-carambola (*Bactrocera carambolae*) no estado do Amapá, Brasil**. Macapá: Embrapa Amapá (Comunicado Técnico, 146), 2016b. 5 p.
- ADAIME, R.; JESUS-BARROS, C. R.; SOUZA-FILHO, M. F. **Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), obtidas de frutos comercializados em Feiras Públicas de Macapá, Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 85), 2014. 18 p.
- ADAIME, R.; SOUSA, M. S. M.; JESUS-BARROS, C. R.; DEUS, E. G.; STRIKIS, P. C.; SOUZA-FILHO, M. F. Frugivorous flies (Diptera: Tephritidae, Lonchaeidae), their host plants, and associated parasitoids in the extreme North of Amapá State, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 100, n. 2, p. 316-324, 2017.
- ADAIME, R.; SOUSA, M. S. M.; PEREIRA, J. F. **Anastrepha species and their host in the Brazilian Amazon**. 2016. Disponível em: <<http://anastrepha.cpfap.embrapa.br>>, atualizado em 3 out. 2016a. Acesso em 15 jul. 2019.
- ADAIME, R.; LIMA, A. L.; SOUSA, M. S. M. Controle biológico conservativo de moscas-das-frutas na Amazônia brasileira. **Innovations Agronomiques**, v. 64, p. 47-59, 2018.
- ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 155-178, 1994.
- ALUJA, M.; MANGAN, R. L. Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. **Annual Review of Entomology**, v. 53, p. 473-502, 2008.
- ARAUJO, E. L.; MEDEIROS, M. K. M.; SILVA, V. E.; ZUCCHI, R. A. Moscas-das-frutas (Diptera:

Tephritidae) no semi-árido do Rio Grande do Norte: plantas hospedeiras e índices de infestação. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 6, p. 889-894, 2005.

ARAUJO, E. L.; ZUCCHI, R. A. Parasitoides (Hymenoptera: Braconidae) de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) na região de Mossoró/Assu, estado do Rio Grande do Norte. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 69, n. 2, p. 65-68, 2002.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 38, de 1 de outubro de 2018**. Brasília: Diário Oficial [da] União, 2 out. 2018, Seção 1, 2018. p. 14.

CANAL, N. A.; ZUCCHI, R. A. Parasitoides – Braconidae. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. São Paulo: Holos, 2000. p.119-126.

CASTILHO, A. P.; BRANDÃO, C. A. C.; AYRES, A. R.; PEREIRA, J. F.; ADAIME, R. Distribuição geográfica e plantas hospedeiras de *Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) na Amazônia brasileira. In: JASPER, M. (Org.). **Coletânea Nacional Sobre Entomologia**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. [e-book]

CUNHA, A. C.; SILVA, R. A.; PEREIRA, J. D. B.; SANTOS, R. S. Efeito da espessura da polpa, tamanho e peso de frutos de taperebá (*Spondias mombin* L.) sobre o parasitismo natural (Hymenoptera: Braconidae) em moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae). **Revista de Agricultura**, v. 86, n. 2, p. 125-133, 2011.

DEUS, E. G.; PINHEIRO, L. S.; LIMA, C. R.; SOUSA, M. S. M.; GUIMARÃES, J. A.; STRIKIS, P. C.; ADAIME, R. Wild hosts of frugivorous dipterans (Tephritidae and Lonchaeidae) and associated parasitoids in the Brazilian Amazon. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 4, p. 1621-1625, 2013.

DUARTE, A. L.; MALAVASI, A. Tratamento quarentenário. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. São Paulo: Holos, 2000. p.187-192.

DUTRA, V. S.; RONCHI-TELES, B.; GARCIA, M. V. B.; ADAIME, R.; SILVA, J. G. Native hosts and parasitoids associated with *Anastrepha fractura* and other *Anastrepha* species (Diptera: Tephritidae) in the Brazilian Amazon. **Florida Entomologist**, v. 96, n. 1, p. 270-273, 2013.

FERREIRA, M. E.; RANGEL, P. H. N. Melhoramento genético preventivo: obtenção de estoques genéticos resistentes a pragas quarentenárias de alto risco para a agricultura brasileira. In: SUGAYAMA, R. L.; SILVA, M. L.; SILVA, S. X. B.; RANGEL, L. E. P. (Eds.). **Defesa vegetal: fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 2015. p. 275-292.

FRANÇA, P. R. P. **Flutuação populacional de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) em pomares comerciais de mangueira e viabilidade de implantação de área de baixa prevalência em Petrolina, PE**. 2016. 50 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Defesa Sanitária Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.

GODOY, M. J. S.; PACHECO, W. S. P.; PORTAL, R. R.; PIRES FILHO, J. M.; MORAES, L. M. M. Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-Carambola. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011a. p.134-158.

GODOY, M. J. S.; QUEIROZ, M. E. C.; BELFORT, A. K. M. N.; MAIA, J. F.; SILVA, A. C. S. Educação sanitária como componente nas ações do Programa Nacional de Erradicação da Mosca-da-Carambola. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011b. p.173-184.

JESUS-BARROS, C. R.; ADAIME, R.; OLIVEIRA, M. N.; SILVA, W. R.; COSTA-NETO, S. V.; SOUZA-

FILHO, M. F. *Anastrepha* (Diptera: Tephritidae) species, their hosts and parasitoids (Hymenoptera: Braconidae) in five municipalities of the state of Amapá, Brazil. **Florida Entomologist**, v. 95, n. 3, p. 694-705, 2012.

LEMOS, W. P.; SILVA, R. A.; ARAUJO, S. C. A.; OLIVEIRA, E. L. A.; SILVA, W. R. First Record of *Anastrepha serpentina* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae) in Citrus in Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 6, p. 706-707, 2011.

MALAVASI, A. Áreas-Livres ou de baixa prevalência. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. Ribeirão Preto: Holos, 2000. p.175-181.

MARINHO, C. F.; SILVA, R. A.; ZUCCHI, R. A. Chave de identificação de Braconidae (Alysiinae e Opiinae) parasitoides de larvas frugívoras na região Amazônica. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 91-101.

NOJOSA, G. B. A.; HENZ, G. P.; SATHLER, F. G. L. A Introdução de pragas e seu impacto sobre o acesso a mercados. In: SUGAYAMA, R. L.; SILVA, M. L.; SILVA, S. X. B.; RANGEL, L. E. P. (Eds.). **Defesa vegetal: fundamentos, ferramentas, políticas e perspectivas**. Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Defesa Agropecuária, 2015. p.103-124.

OLIVEIRA, E. L. A.; LEMOS, W. P.; CASTILHO, N. T. F. Moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) associadas a frutos comercializados em feiras livres de Belém-Pará. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA UFRA, 6., SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 12., 2008, Belém. Belém: UFRA/Embrapa Amazônia Oriental. 2008.

SILVA, R. A.; DEUS, E. G.; PEREIRA, J. D. B.; JESUS-BARROS, C. R.; SOUZA-FILHO, M. F.; ZUCCHI, R. A. Conhecimento sobre moscas-das-frutas no Estado do Amapá. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011b. p. 223-236.

SILVA, R. A.; JORDÃO, A. L.; SÁ, L. A. N.; OLIVEIRA, M. R. V. **Mosca-da-carambola: uma ameaça à fruticultura brasileira**. Macapá: Embrapa Amapá (Circular Técnica, 31), 2004. 15 p.

SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011a. 299 p.

SOUSA, M. S. M.; JESUS-BARROS, C. R.; YOKOMIZO, G. K.; LIMA, A. L.; ADAIME, R. Ocorrência de moscas-das-frutas e parasitoides em *Spondias mombin* L. em três municípios do estado do Amapá, Brasil. **Biota Amazônia**, v. 6, n. 2, p. 50-55, 2016.

URAMOTO, K.; ZUCCHI, R. A. In: MALAVASI, A.; VIRGÍNIO, J. (Eds.). **Biologia, Monitoramento e Controle: V Curso Internacional de Capacitação em Moscas-das-frutas**. Juazeiro, Bahia, Brasil, 2009. p. 7-11.

ZANARDI, O. Z.; NAVA, D. E.; BOTTON, M.; GRUTZMACHER, A. D.; MACHOTA JR, R.; BISOGNIN, M. Desenvolvimento e reprodução da mosca-do-mediterrâneo em caqui, macieira, pessegueiro e videira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 7, p. 682-688, 2011.

ZUCCHI, R. A. Taxonomia. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. São Paulo: Holos, 2000. p.13-24.

ZUCCHI, R. A.; MORAES, R. C. B. **Fruit flies in Brazil – *Anastrepha* species their host plants and parasitoids**. 2008. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anastrepha/>>, atualizado em 23 maio 2019. Acesso em 25 jul. 2019.

ZUCCHI, R. A.; SILVA, R. A.; DEUS, E. G. Espécies de *Anastrepha* e seus hospedeiros na Amazônia brasileira. In: SILVA, R. A.; LEMOS, W. P.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas na Amazônia brasileira: diversidade, hospedeiros e inimigos naturais**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. p. 53-70.

| Famílias | | | | |
|---|------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Nomes Científicos | I/C | Frutos (n) | Massa (Kg) | Pupários (n) |
| Nomes Vernaculares | | | | |
| Anacardiaceae | | | | |
| <i>Anacardium occidentale</i> L. | 3/4 | 60 | 4,8 | 42 |
| Caju | | | | |
| <i>Mangifera indica</i> L. | 0/10 | 135 | 21,7 | 0 |
| Manga | | | | |
| <i>Spondias mombin</i> L. | 10/10 | 3.770 | 27,0 | 896 |
| Taperebá | | | | |
| Apocynaceae | | | | |
| <i>Hancornia speciosa</i> Gomes | 0/2 | 213 | 3,1 | 0 |
| Mangaba | | | | |
| Malpighiaceae | | | | |
| <i>Malpighia emarginata</i> DC. | 10/10 | 3.875 | 16,2 | 828 |
| Acerola | | | | |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth | 2/7 | 4.297 | 10,5 | 2 |
| Muruci | | | | |
| Myrtaceae | | | | |
| <i>Psidium guajava</i> L. | 13/15 | 244 | 31,4 | 575 |
| Goiaba | | | | |
| <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston | 3/3 | 148 | 2,9 | 4 |
| Jambo-rosa | | | | |
| <i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry | 0/1 | 37 | 2,4 | 0 |
| Jambo-vermelho | | | | |
| Rosaceae | | | | |
| <i>Prunus domestica</i> L. | 0/1 | 15 | 1,3 | 0 |
| Ameixa | | | | |
| Rutaceae | | | | |
| <i>Citrus aurantium</i> L. | 0/1 | 11 | 1,3 | 0 |
| Laranja-da-terra | | | | |
| <i>Citrus reticulata</i> Blanco | 1/1 | 21 | 2,0 | 8 |
| Tangerina | | | | |
| Sapotaceae | | | | |
| <i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk. | 2/3 | 35 | 7,1 | 3 |
| Abiu | | | | |
| <i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen | 6/7 | 87 | 7,8 | 26 |
| Sapoti | | | | |

| Solanaceae | | | | |
|--------------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| <i>Capsicum chinense</i> Jacq. | 1/1 | 449 | 0,5 | 1 |
| Pimenta-de-cheiro | | | | |
| <i>Capsicum frutescens</i> L. | 0/1 | 458 | 0,6 | 0 |
| Pimenta-malagueta | | | | |
| Total | 51/77 | 13.855 | 140,6 | 2.385 |

Tabela 1. Amostras de frutos adquiridos no Mercado Ver-o-Peso, em Belém, Pará, Brasil. Setembro de 2016 a Fevereiro de 2017.

I: amostras infestadas; C: amostras coletadas.

| Famílias | Infestação | Espécies | %Parasitismo |
|---|------------------------|---|--------------------------|
| Nomes Científicos | Pupários/kg | Identificadas* | Média [mín - máx] |
| Nomes Vernaculares | Média [mín-máx] | | |
| Anacardiaceae | | | |
| <i>Anacardium occidentale</i> L. | 8,8 [0-18,1] | Ao(5), ♂A(3) | |
| Caju | | | |
| <i>Spondias mombin</i> L. | 33,2 [5,9-91,1] | Ao(52), Aa(7), Af(4), ♂A(69); Da(56), Ob(4) | 6,7 [0-70,8] |
| Taperebá | | | |
| Malpighiaceae | | | |
| <i>Malpighia emarginata</i> DC. | 51,0 [8,3-111,2] | Ao(107), Aa(1), ♂A(98), Cc(1); Da(61) | 7,4 [0-16,8] |
| Acerola | | | |
| <i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth | 0,2 [0-0,8] | Da(1) | 100 [0-100] |
| Muruci | | | |
| Myrtaceae | | | |
| <i>Psidium guajava</i> L. | 18,3 [0-62,5] | Cc(329); Da(11) | 1,9 [0-40,7] |
| Goiaba | | | |
| <i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston | 1,4 [0,9-2,4] | Cc(1) | |
| Jambo-rosa | | | |
| Rutaceae | | | |
| <i>Citrus reticulata</i> Blanco | 4,1 | As(1), ♂A(4) | |
| Tangerina | | | |
| Sapotaceae | | | |
| <i>Manilkara zapota</i> (L.) P.Royen | 3,4 [0-8,1] | As(7), ♂A(9), Cc(1) | |
| Sapoti | | | |

Tabela 2. Índices de infestação por moscas-das-frutas em frutos de diversas espécies vegetais comercializadas no Mercado Ver-o-Peso, em Belém, Pará, Brasil. Setembro de 2016 a Fevereiro de 2017.

Aa: *Anastrepha antunesi*; Af: *Anastrepha fraterculus*; Ao: *Anastrepha obliqua*; As: *Anastrepha serpentina*; ♂A: machos de *Anastrepha*; Cc: *Ceratitis capitata*; Da: *Doryctobracon areolatus*; Ob: *Opius bellus*.

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Plectranthus barbatus* ANDREWS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Lactuca sativa* L. E DE *Bidens pilosa* L.

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

Kelen Haygert Lencina

Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento Fitotecnia, 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

RESUMO: Extratos aquosos de infusão (EBIN) de folhas secas de *Plectranthus barbatus* Andrews, nas concentrações de 25, 50, 75 e 100%, foram preparados com o objetivo de determinar o potencial alelopático dessa espécie considerada como medicinal, sobre sementes de *Lactuca sativa* L. (planta-teste) e *Bidens pilosa* L. O experimento foi conduzido no mês de janeiro de 2009, no Laboratório de Genética Vegetal da Universidade Federal de Santa Maria. Foram avaliados a primeira contagem da germinação (PCG), a germinação (G), o índice de velocidade de germinação (IVG), e o comprimento da parte aérea e das raízes. Todos os parâmetros avaliados foram afetados pelos EBIN de *Plectranthus barbatus* Andrews a partir da menor concentração, sendo

que as sementes e as plântulas de *Bidens pilosa* L. demonstraram maior sensibilidade aos extratos do que as de *Lactuca sativa* L. Com os resultados obtidos pode-se inferir que EBIN de *Plectranthus barbatus* possui potencial alelopático.

PALAVRAS-CHAVE: *Plectranthus barbatus*, infusão, germinação, IVG,

ALLELOPATHIC POTENTIAL OF *Plectranthus barbatus* ANDREWS ON GERMINATION OF SEEDS OF *Lactuca sativa* L. AND *Bidens pilosa* L.

ABSTRACT: Aqueous extracts from dry leaves of *Plectranthus barbatus* Andrews in concentrations of 0; 25, 50, 75, and 100% (v/v) were prepared with the objective of studying the allelopathic potential of these species considered medicinal on *Lactuca sativa* L. (test plant) and *Bidens pilosa* L. seeds. The experiments were carried out in January of 2009, at the Genetic Laboratory of Santa Maria Federal University. The first count germination (PCG), germination (G), germination speed index (IVG) and shoot and root length were evaluated. All parameters were affected by EBIN of *Plectranthus barbatus* from lower concentration, and seeds and seedlings of *Bidens pilosa* L. demonstrated greater sensitivity to the extracts than those of *Lactuca sativa*

L. with the results we can infer that EBIN of *Plectranthus barbatus* has allelopathic potential.

KEYWORDS: *Plectranthus barbatus*, infusion, germination, IVG

1 | INTRODUÇÃO

Alelopatia refere-se a qualquer ação de uma planta sobre a outra, favorecendo ou prejudicando a segunda, por meio de componentes químicos produzidos pela própria planta (RICE, 1984). Essas substâncias químicas, que são denominadas de aleloquímicos, quando liberadas no ambiente, estimulam ou inibem a germinação de sementes e/ou o desenvolvimento de plântulas do seu entorno (RODRIGUES e LOPES, 2001).

Segundo Medeiros (1990), atualmente são conhecidas mais de dez mil substâncias fitoquímicas com potencial alelopático, pertencentes aos mais variados grupos químicos. Dentre eles estão os ácidos fenólicos, as cumarinas, os terpenóides, os flavonóides, os alcalóides e os alcalóides cianogênicos.

As formas pelas quais os efeitos alelopáticos desses compostos são pesquisados incluem o isolamento das substâncias químicas por meio de cromatografia, e o uso de extratos brutos alcoólicos ou aquosos, obtidos de partes das plantas. Esses extratos brutos aquosos podem ser obtidos a frio (EBF), onde parte do vegetal, raízes ou folhas, é batido em liquidificador com água destilada, ou a quente. Nesse último caso, que se denomina de extrato bruto de infusão (EBIN) é utilizado a 100°C água que é colocada sobre as partes vegetais picadas, dentro de um copo de Beacker e tampado por, no mínimo, 30 minutos. Os efeitos dos produtos potencialmente aleloquímicos são basicamente testados em alface, que é considerada como planta teste. Todavia análises de extratos brutos de partes de plantas tóxicas ou medicinais, que possuem aleloquímicos, sobre plantas infestantes, como o picão-preto (*Bidens pilosa* L.) é pouco descrito. A espécie *Bidens pilosa* L. é originária da América tropical, com maior ocorrência na América do Sul. Atualmente é uma planta disseminada por todo o território nacional sendo que a maior incidência está nas áreas agrícolas do centro-sul do Brasil, considerada como uma das piores infestantes de culturas anuais (KISSMANN e GROTH, 1995).

Trabalhos nesse sentido apontam para os efeitos de EBIN de plantas medicinais nativas do Rio Grande do Sul, como *Achyrocline satureioidis* (Lam.) DC, *Mikania glomerata* Spreng, *Stevia rebaudiana* Bert sobre a germinação de alface (SOUZA et al., 2005a). Da mesma forma, Souza et al. (2005b) analisaram a atividade alelopática e citotóxica de EBIN de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss.) sobre sementes de alface.

Utilizando EBF de folhas de *Nerium oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott, que são consideradas plantas tóxicas, Hoffmann et al (2007) verificaram a atividade alelopática dessas plantas na germinação de sementes e no desenvolvimento

das plântulas de *Bidens pilosa* L.. Igualmente, EBF de raízes, caules e folhas de arroz demonstraram efeitos alelopáticos em *Lactuca sativa* L. e *Heteranthera limosa* Vahl (EBANA et al., 2001). Mazzafera (2003) utilizou extratos etanólicos de *Syzygium aromaticum* (L.) Merril & Perry sobre as sementes de *Raphanus sativus* L., *Lycopersicon esculentum* L., *Triticum aestivum* L., *Lactuca sativa* L., *Impatiens balsamina* e *Crotalaria spetabilis*, para analisar os efeitos alelopáticos desses extratos.

O gênero *Plectranthus* (sin. *Coleus*), pertencente à família Labiatae, envolve cerca de 300 espécies com ocorrência natural na África, Ásia e Austrália (HARLEY e REYNOLDS, 1992). *Plectranthus barbatus* é uma erva ou subarbusto com folhas pecioladas, elípticas e aveludadas, popularmente conhecida como boldo-nacional ou boldo-falso, entretanto, comumente pode ser confundida como boldo-do-Chile (*Peumus boldo* Molina – Monimiaceae). A planta, boldo-do-Chile, é muito rara no Brasil, todavia outras plantas morfológicamente semelhantes são confundidas com o boldo-do-Chile, além da *Plectranthus barbatus*, o boldo-da-terra (*Plectranthus amboinicus* – Lamiaceae). Embora sejam plantas diferentes, o seu uso como medicinal foi consagrado pela tradição popular (IGANCI et al., 2006).

O interesse pelo estudo fitoquímico da espécie *Plectranthus barbatus* foi estimulado pelo amplo uso popular das folhas para tratamento de problemas digestivos. Espécies do gênero *Plectranthus* apresentam capacidade biossintética para produzir uma variedade de metabólitos secundários, destacando-se, dentre esses, os diterpenos. Barbatusina, ciclobutatusina, barbatusol, plectrina, carioical são diterpenos identificados em *Plectranthus barbatus* que apresentam importância farmacológica e química (ALBUQUERQUE et al., 2007).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi o de analisar o desempenho fisiológico de sementes de *Bidens pilosa*, especificamente, e *Lactuca sativa* como planta-teste, tratados com EBF de folhas secas de *Plectranthus barbatus*, assim como verificar o efeito alelopático dessa planta considerada medicinal.

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 de alface (*Lactuca sativa* L.) cv Regina. Água destilada (100 mL) fervente a 100°C foi colocada sobre 100 g de folhas secas de boldo-nacional dentro de erlenmeyer. O frasco foi tampado pelo tempo de 30 minutos constituindo-se da solução estoque (p/v). As diferentes concentrações utilizadas foram obtidas pelas diluições desse extrato bruto (100%) atingindo as concentrações de 25; 50; 75% (v/v), além da testemunha com água destilada, como controle negativo. Utilizou-se igualmente o controle positivo. Para tanto, semeou-se 1200 sementes de *Bidens pilosa* L. em quatro repetições, em caixas de gerbox contendo 50 sementes, deixou-se germinar por quatro dias em câmara de crescimento do tipo Mangeldorf e após aplicou-se o

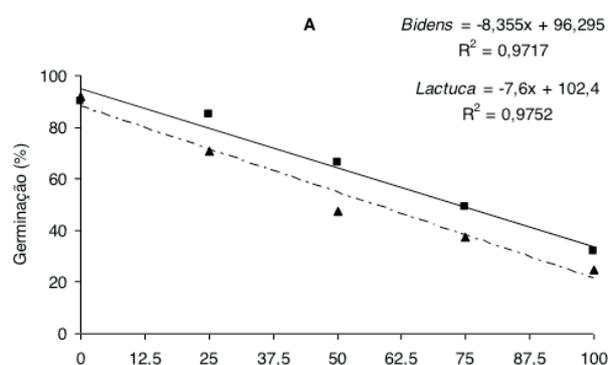
herbicida Roundup (Glyphosate) na dose recomendada pelo fabricante, obtendo-se com isso um controle de 98%. Os testes de qualidade fisiológica de sementes foram realizados conforme metodologias abaixo descritas.

Teste de germinação (G) – foi conduzido com 1200 sementes de *Bidens pilosa* L. e *Lactuca sativa* L. divididas em quatro repetições de 300 sementes semeadas em seis caixas de 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 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}$. Os resultados foram determinados em porcentagem de sementes germinadas aos sete dias após semeadura. Primeira contagem da germinação (PCG) – realizado conjuntamente com o teste de germinação aos quatro dias após semeadura. 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: $\text{IVG} = (G_1 - G_0)/N_1 + (G_2 - G_1)/N_2 + \dots + (G_n - G_{n-1})/N_n$; onde G_0 é a contagem das sementes germinadas no primeiro dia, G_1 no segundo dia, ..., G_n no enésimo dia, N_1 é o primeiro dia após semeadura, 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.

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 estão demonstrados os efeitos da EBIN de *P. barbatus* Andrews sobre a porcentagem de germinação (G) e a primeira contagem da germinação (PCG) de sementes de *Bidens pilosa* L. e *Lactuca sativa* L. Observa-se que a porcentagem da G (Figura 1A) decresce com o aumento da concentração dos extratos aquosos de forma linear, para ambas as espécies de sementes testadas, evidenciando o aspecto fitotóxico desses extratos.



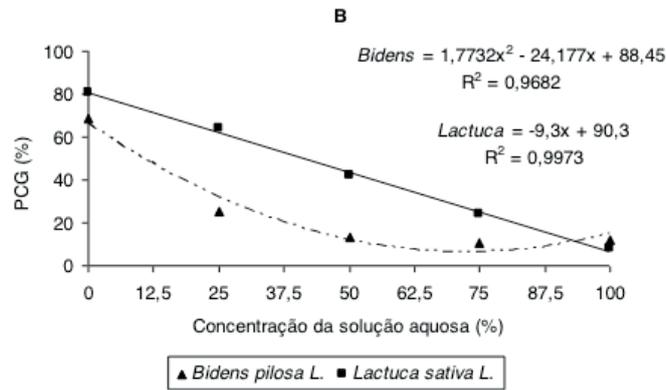


Figura 1 – Germinação (A) e primeira contagem da germinação (PCG) de sementes de *Bidens pilosa* L. e *Lactuca sativa* L. tratadas com solução aquosa de *Plectranthus barbatus* Andrews nas concentrações 0, 25, 50, 75 e 100 % (v/v). Santa Maria, RS, 2009.

Na figura 1B verifica-se que os efeitos do EBIN de *P. barbatus* Andrews diferiram entre as espécies de sementes. Para *Lactuca sativa* L. o aumento da concentração dos extratos reduziu a porcentagem da PCG linearmente, demonstrando fitotoxicidade. Para *Bidens pilosa* L., na concentração de 25% do EBIN já se observa redução significativa da PCG, sendo que as concentrações de 50, 75 e 100% não diferiram entre si. Isso evidencia um efeito fitotóxico maior dos EBIN de *P. barbatus* Andrews sobre o vigor das sementes de *Bidens pilosa* L., do que sobre as sementes de *Lactuca sativa* L., pois na concentração de 25% o efeito já foi observado.

Redução nas porcentagens de G e PCG de *Bidens pilosa* L. foram encontrados por Azambuja et al. (2008) ao utilizarem EBIN de folhas secas de *Plectranthus amboinicus* Lour Spr – Lamiaceae (boldo-miúdo). Com esses resultados semelhantes é possível verificar-se que ambas as espécies de *Plectranthus* possuem os mesmos componentes químicos capazes de alterar o vigor das sementes testadas.

O efeito fitotóxico do EBIN de *P. barbatus* Andrew demonstrado aqui pela redução da G e da PCG aqui estudadas evidenciam que a mobilização de reservas nutritivas tenham sido, provavelmente, afetadas, influenciando diretamente a emissão do eixo radícula-epicótilo. Pode-se igualmente presumir-se que as alterações na G e na PCG possam ter ocorrido devido a alterações na permeabilidade das membranas, na transcrição e tradução do DNA, na conformação das enzimas e receptores, ou ainda, pela combinação desses fatores no processo de germinação das sementes (FERREIRA e AQUILA, 2000).

Extratos de várias outras plantas, consideradas medicinais, como *Bauhinia candicans* Benth – Caesalpiniaceae e *Luehea divaricata* Mart. Et Zucc – Tiliaceae também reduziram a G e a PCG de sementes de alface, demonstrando seus efeitos potencialmente alelopáticos (SOUZA et al., 2005a).

Na figura 2 estão representados os resultados do EBIN de *P. barbatus* Andrews sobre o índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. Observa-se que os efeitos são semelhantes para as duas espécies de

sementes testadas, embora possa se verificar que o efeito maior de redução ocorreu nas sementes de *Bidens pilosa* L.

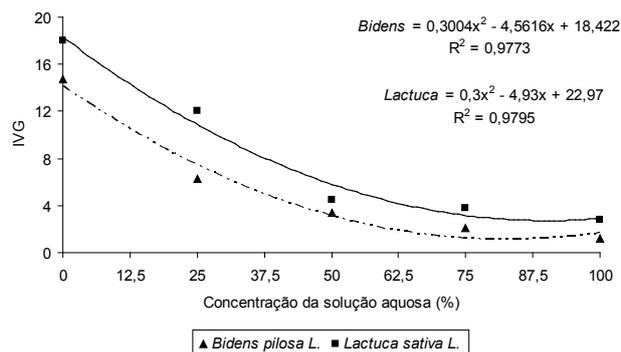


Figura 2 – Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de *Bidens pilosa* L. e *Lactuca sativa* L. tratadas com solução aquosa de *Plectranthus barbatus* Andrews nas concentrações 0, 25, 50, 75 e 100 % (v/v). Santa Maria, RS, 2009.

Alterações que ocorrem tanto na curva de germinação como no tempo de velocidade de germinação indicam interferências nas reações metabólicas que culminam na germinação (BEWLEY e BLACK, 1994). A redução de ambos os parâmetros citados também foram verificados por Hoffmann et al. (2007) quando submeteram sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. a extratos aquosos de folhas de *Nerium oleander* L. e *Dieffenbachia picta* Schott. Da mesma forma, resultados semelhantes, no tempo de germinação de aquênios de alface, foram observados por Maraschin-Silva e Aquila (2006), quando analisaram o potencial alelopático das espécies *Cecropia pachystachya*, *Peltophorum dubium*, *Psychotria leiocarpa*, *Sapium glandulatum* e *Sorocea bonplandii*.

Reduções no tempo de germinação, medido pelo IVG, pode evidenciar que a presença de aleloquímicos no EBIN inibiu a velocidade de desdobramento e translocação dos componentes nutritivos do endosperma para o embrião. Dentre os componentes químicos isolados em *P. barbatus* Andrews está o diterpeno do tipo abietano denominado Barbatusina (ALBUQUERQUE et al., 2007) que apresentam propriedade farmacológicas e químicas. Presumivelmente este composto interferiu nas reações metabólicas nas sementes de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L.

Na figura 3 estão representados os efeitos do EBIN de *P. barbatus* Andrews sobre o comprimento da parte aérea e da raiz das plântulas de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. Verifica-se que na figura 3A o comprimento da parte aérea das plântulas de *Bidens pilosa* L. foi reduzido a partir da concentração de 25% apesar de não diferir das concentrações de 50 e 75%. A concentração de 100% foi a que provocou maior redução, diferindo de todas as demais.

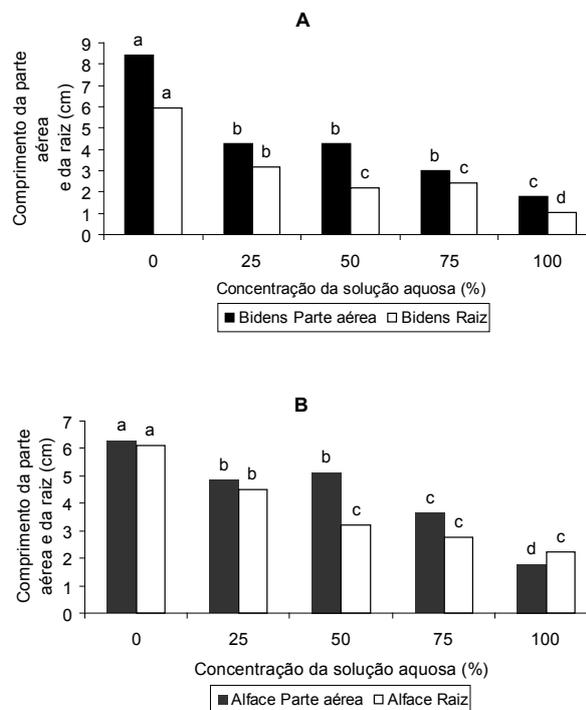


Figura 3 – Comprimento da parte aérea e de raiz de plântulas de *Bidens pilosa* L. (A) e *Lactuca sativa* L. (B) tratadas com solução aquosa de *Plectranthus barbatus* Andrews nas concentrações 0, 25, 50, 75 e 100 % (v/v). Santa Maria, RS, 2009.

Para a parte aérea de *Lactuca sativa* L. observa-se que houve redução do comprimento com o incremento da concentração do EBIN. As concentrações de 25 e 50% não diferiram entre si, mas diferiram das demais e da testemunha. A de 75% diferiu de todas, assim como a de 100%.

O comprimento da raiz das plântulas de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. foi reduzido a partir da concentração de 25% de EBIN de *P. barbatus* Andrews (Figura 3B). Para *Bidens pilosa* L. as concentrações de 50 e 75% reduziram significativamente o comprimento da raiz, embora não tenham diferido entre si. A concentração de 100% foi a que provocou maior redução. Para *Lactuca sativa* L. as concentrações de 50, 75 e 100% não diferiram entre si, mas diferiram das demais. Esses dados evidenciam que tanto das plântulas de *Bidens pilosa* L. quanto as de *Lactuca sativa* L. mostraram-se sensíveis as mesmas concentrações de EBIN de *P. barbatus* Andrews, evidenciando, mais uma vez, o efeito alelopático em baixas concentrações.

O comprimento do hipocótilo e das raízes de plântulas de alface também foram encontrados por Turk et al. (2003) quando as sementes de alface foram submetidas a extratos aquosos de alfafa. Os autores verificaram que o extrato bruto da mistura das partes das plantas de alfafa (folha+caule+flores+raízes) provocou efeitos mais significativos do que cada um dos extratos separadamente. Da mesma forma Hoffmann et al. (2007) observaram que o comprimento da raiz de *Lactuca sativa* L. e *Bidens pilosa* L. foi reduzido por ação de extratos de folhas de *Nerium oleander* L. e de *Dieffenbachia picta* Schott.

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 utilizados reduziram a parte aérea, pressupõe-se que afetaram diretamente alguma dessas estruturas citadas, haja vista que o citronelol, 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 reduziu a parte aérea (GUSMAN et al., 1994).

O efeito alelopático dos componentes diterpenóides presentes em *Plectranthus barbatus* Andrews foi estudado também no controle de fungos patogênicos. Silva et al. (2006) comentam que extratos etanólicos de folhas de *Plectranthus barbatus* reduziram em 92,7% o crescimento do fungo *Glomerella cingulata* que causa doenças pós colheita em frutos.

4 | CONCLUSÕES

O desempenho fisiológico de sementes de *Bidens pilosa* e de *Lactuca sativa* é afetado negativamente pelos extratos brutos de infusão de *Plectranthus barbatus*, o que demonstra seu efeito alelopático.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, R. L.; KENTOPFF, M. R.; MACHADO, M. I. L.; SILVA, M. G. V.; MATOS, F. J. A. Diterpenos tipo abietano isolados de *Plectranthus barbatus* Andrews. **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.8, p.1882-1886, 2007.

AZAMBUJA, N.; HOFFMANN, C. E. F.; NEVES, L. A. S. Alelopatia de boldo-miúdo (*Plectranthus amboinicus* Lour Spr – Lamiaceae) na germinação de sementes e no desenvolvimento de plântulas de picão-preto (*Bidens pilosa* L. – Asteraceae). In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17., 2008, Pelotas, **Resumos....** Pelotas: PRPGP/UFPEL, 2008, CDrom.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press. 1994. 445p.

EBANA, K.; YAN, W.; DILDAY, R. H. Variation in the allelopathic effect of rice with water soluble extracts. **Agronomy Journal**, Madison, v.93, p.12-16, 2001.

FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.12 (Edição especial), p.175-204, 2000.

GUSMAN, A. B.; PITELLI, R. A.; DIAS, S. M. Efeito do citronelol sobre a germinação e desenvolvimento do amendoim bravo (*Euphorbia heterophila* L.) II. **Semina: Ciência Agrícola**, Londrina, v.15, n.1, p.14-22, 1994.

HARLEY, R. M.; REYNOLDS, T. (eds.) **Advances in Labiatae Science**. Great Britain: Royal Botanic Gardens Kew. 1992. 473p.

HOFFMANN, C. E. F.; NEVES, L. A. S.; BASTOS, C. F. et al. Atividade alelopática de *Nerium oleander* L e *Dieffenbachia picta* Schott em sementes de *Lactuca sativa* L e *Bidens pilosa* L. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.6, n.1, p.1—21, 2007.

- IGANCI, J. R. V.; BOBROWSKI, V. L.; HEIDEN, G. et al. Efeito dos extratos aquosos de diferentes espécies de boldo sobre a germinação e o índice mitótico de *Allium cepa* L. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.73, n.1, p.79-82, 2006.
- KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas: plantas superiores**. São Paulo: BASF, 1995. v.3. 683 p.
- MARASCHIN-SILVA, F.; AQUILA, M. E. A. Potencial alelopático de espécies nativas na germinação e crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. **Acta Botânica Brasílica**, Brasília, v.20, n.1, p.61-69, 2006.
- 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.
- MEDEIROS, A. R. M. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Hort Sul**, Pelotas, v.1, p.27-32, 1990.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia de sementes**. Brasília: AGIPLAN. 1985. p.115-131.
- RODRIGUES, F.C.M.P.; LOPES, B.M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.8, p.130-136, 2001.
- RICE, E. L. **Allelopathy**. Orlando: Academic Press. 1984. 422p.
- SILVA, M.B.; SILVA, C. A.; VIANA, L. A. S. et al. Potential use do *Plectranthus barbatus* ethanolic extract to control phytopathogenic fungi. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.8, n.especial, p.78-79, 2006.
- SOUZA, S. A. M.; CATTELAN, L. V.; VARGAS, D. P. et al. Efeito dos 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, n.3/4, p.29-38, 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, n.3/4, p.7-14, 2005b.
- 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**, Kyoto, v.3, p.37-40, 2003.
- VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor de sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164 p.

POTENCIAL DA BIODIVERSIDADE MICROBIANA DE *Copaifera langsdorffii* DESF

Ricardo Abraham Leite Oliva

Universidade do Estado do Pará - Centro de Ciências Naturais e Tecnologia (UEPa - CCNT).

Belém – Pará, 66095-015

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG),
Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e
Mudas. Belém - Pará, 66040-170
abrahimleite@gmail.com

Monyck Jeane dos Santos Lopes

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG),
Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e
Mudas. Belém - Pará, 66040-170
monycklopes@museu-goeldi.br

Aline Chaves Alves

Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém
– Pará, 66077-830

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG),
Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e
Mudas. Belém - Pará, 66040-170

João Paulo Morais da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém
– Pará, 66077-830

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG),
Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e
Mudas. Belém - Pará, 66040-170

Ely Simone Cajueiro Gurgel

Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG),
Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e
Mudas.
Belém - Pará, 66040-170

RESUMO: *Copaifera langsdorffii* Desf. pertence à família Leguminosae e tem grande importância ecológica, econômica e terapêutica. A fim de desenvolver biotecnologias para otimizar a produção dessa espécie é importante conhecer a biodiversidade do microbioma do solo. Essa pesquisa tem por objetivo avaliar a biodiversidade da rizosfera de *Copaifera langsdorffii* Desf visando montar uma coleção de microrganismos potenciais para otimizar o manejo da espécie. A rizosfera de Copaíba foi coletada na floresta nativa da Capoeira do Black (EMBRAPA-Amazônia Oriental). O experimento foi conduzido no Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e Mudas (LBPM) e no Laboratório de Biologia Molecular (LBM) no Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Para seleção de bactérias foi utilizado o método de diluição seriada e de alta temperatura (80°C). Foram realizados teste de fluorescência, características morfológicas das colônias e pH. A Unidade Formadora de Colônias (UFC) da diluição seriada foi de 4×10^3 UFC/mL e das submetidas a 80°C foi de $1,2 \times 10^3$ UFC/mL. Não foram encontradas bactérias fluorescentes. As rizobactérias provenientes da rizosfera de *Copaifera langsdorffii* Desf demonstraram maior diversidade na forma. A elevada temperatura reduziu a formação de colônias, selecionando bactérias resistentes com potencial biotecnológico para testes futuros

como biopromotores, otimizando a manutenção dessa espécie de uma forma mais sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Copaiba, BPCPs, biotecnologia

BIODIVERSITY MICROBIAN AND POTENTIAL USE ON *Copaifera langsdorffii* DESF

ABSTRACT: *Copaifera langsdorffii* Def. is a tree in the Leguminosae Family. This species has great ecological, economic and pharmacological importance. In order to develop biotechnologies to optimize production of this Amazonian forest species it is important to know the soil microbial biodiversity. This research aims to evaluate the biodiversity of *C. langsdorffii* rhizosphere in order to assemble a collection of potential microorganisms to optimize the management of this species. *C. langsdorffii* rhizosphere was collected in the secondary forest of Capoeira do Black (Embrapa Eastern Amazon). The experiment was conducted at the [Seedling and Seedling Biotechnology Laboratory (LBPM) and at the Molecular Biology Laboratory (LBM)] Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e Mudanças (LBPM) and at Laboratório de Biologia Molecular (LBM), from Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). For bacterial selection, the serial and high temperature dilution method (80°C) was used. The Colony Forming Unit (CFU) of the serial dilution was 4×10^3 CFU / mL and those submitted to 80°C was 1.2×10^3 CFU / mL. No fluorescent bacteria were found. Rhizobacteria from the *Copaifera langsdorffii* Def rhizosphere showed greater diversity in shape. The high temperature reduced the formation of colonies, selecting resistant bacteria with biotechnological potential for future tests as biopromoters, optimizing the maintenance of this species in a more sustainable way.

KEYWORDS: Copaiba, PGPRs, biotecnologia

1 | INTRODUÇÃO

A espécie arbórea copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), pertencente à família Leguminosae, é uma planta decídua a semidecídua, heliófita, seletiva xerófila, (ROSSI, 2008). As espécies deste gênero são em geral árvores com altura de 15 a 40 metros, casca aromática, folhagem densa, folhas pequenas, frutos secos, do tipo vagem monospermica e deiscente. As sementes são de cor marrom, de formato elipsóide, envolta parcialmente por um arilo alaranjado e ricas em lipídeos (RIGAMONTE et al., 2004).



Figura 1. Árvore de Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf) de floresta nativa em Belém, Pará, Brazil. Foto: Monyck Lopes

Essa espécie é de grande importância ecológica, por ser heliófita, pode ser utilizada em áreas com vários estágios de sucessão, desde totalmente degradadas até aquelas com dossel em fechamento. Também é de importância econômica, pois sua madeira é usada na produção de móveis, carvão e pela indústrias de construção civil e naval (PIEIRI et al., 2009). Além disso, na região amazônica é popularmente conhecida pelas suas propriedades farmacológicas, pois seu óleo tem ação anti-inflamatória e propriedades curativas (DEBONE et al., 2019).

A floresta amazônica apresenta grande biodiversidade, com um importante banco de dados genéticos, químicos e ecológicos, além de uma inquestionável fonte de matérias-primas para as indústrias e laboratórios de ponta (aço, alumínio, farmacêuticas, defensivos agrícolas, etc.). Existe uma intensiva exploração de forma tradicional pré-estabelecida historicamente por povos na região, provocando um desgaste exaustivo ao meio ambiente, muitos representados por provedores com um alto nível econômico e comercial (SATO; PEDROZO, 2012).

Por isso aumenta a necessidade de desenvolver biotecnologias para otimizar a produção dessa espécie, uma base para isso é o conhecimento da biodiversidade do microbioma do solo. Isso porque, o solo é composto de inúmeros microrganismos que são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, limpeza das águas, controles de pragas, ciclagem de nutrientes, promoção do crescimento de plantas, biorremediação de ambientes poluídos e o controle biológico de pragas e doenças (GOTTI, 2018).

Apesar de sua importância, a diversidade microbiana do solo ainda é pouco conhecida, sendo necessário estudos para explorar seu potencial biotecnológico. Ademais, a aplicação desses microrganismos poderia incrementar a taxa de germinação, enraizamento da planta e a taxa de sobrevivência, promovendo mudas de qualidade mais aptas a sobreviver ao campo.

Os microrganismos benéficos podem atuar como biofertilizantes, estimular a produção de fitormônios e aumentar a resistência das plantas a estresses bióticos e abióticos. Bactérias em habitats naturais colonizam o interior e exterior de órgãos de plantas e podem ser benéficas, neutras ou prejudiciais ao seu crescimento. As Bactérias Promotoras de Crescimento em Plantas (BPCPs) estimulam diretamente a fixação de nitrogênio, e podem ser capazes de solubilizar nutrientes, produzir hormônios de crescimento por meio da presença de 1-amino-ciclopropano-1-carboxilato (ACC) deaminase, ácido indol acético (AIA), e indiretamente por antagonismo a fungos patogênicos, produção de sideróforos, quitinase, β -1,3-glucanase, antibióticos, pigmentos fluorescentes, e cianetos (GOUDA et al. 2018). A grande biodiversidade na microbiota amazônica indica potencial para prospecção de promotores do crescimento de espécies florestais.

O estudo supõe que existem microrganismos na Amazônia capazes de beneficiar o uso Copaíba, melhorar a produção de seus óleos fitoterápicos, promover seu crescimento, otimizando a produção de mudas com maior qualidade e aptidão ao plantio definitivo no campo. Por tanto, essa pesquisa tem por objetivo avaliar a biodiversidade da microbiota da rizosfera de *Copaifera langsdorffii* Desf *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby visando montar uma coleção de microrganismos potenciais para otimizar o manejo da espécie.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Local de estudo e coleta

A rizosfera de Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) foi coletada na floresta nativa da Capoeira do Black (EMBRAPA-Amazônia Oriental) (S 01°26'22.4" W 048°26'34.5") de árvore com o diâmetro à altura do peito (DAP) de 53,5cm; altura comercial de 8,5 m e altura total de 24m (Figura 1). As amostras coletadas foram armazenadas em sacos plásticos e acomodados em isopor, em baixa temperatura e transportada para o Laboratório de Biotecnologia de Propágulos e Mudas (LBPM) do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) (S 1°27'3.98" W 48°26'44.74"), Belém-PA, Brasil.

Seleção de microrganismos

A seleção de microrganismos e a caracterização morfológica das colônias ocorreu no Laboratório de Biologia Molecular (LBM) do MPEG. Para seleção de bactérias foi utilizado o método de diluição seriada com alterações, foram pesados

1g do conjunto rizosfera e transferidos para becker com 9 mL de NaCl (0,85%), permanecendo por 30 minutos no agitador Rocker CR300 (120 rpm, 28 °C). Do extrato obtido, foi realizada a diluição seriada até 10^{-2} , e feito teste de resistência a temperatura, permanecendo em constante agitação por 20 min a 80 °C em um Thermo shaker (TS-100, Biosan) (ROMEIRO, 2007).

Logo após foi retirado uma alíquota de 100µl de ambos tratamentos, e plaqueados na superfície de meio de cultura 523 proposto por Kado e Heskett (1970) e meio de cultura NYDA (dextrose, extrato de carne, extrato de levedura, ágar) nutriente em placas de Petri, sendo incubadas em estufa a 28 °C, durante 48 horas com ausência de iluminação (ROMEIRO, 2007).

Após o período de incubação, as colônias foram contadas e as placas com crescimento entre 25 e 250 colônias foram escolhidas para o cálculo das Unidades Formadoras de Colônias (UFC). Foi verificado o tempo de crescimento das colônias e as características morfológicas: cor, forma, elevação, superfície, bordo e consistência. Também foi observado a fluorescência, em câmara UV sob luz ultravioleta de 365 nm (Loccus, L-PIX). A coleção foi armazenada em microtubos com água pura em temperatura ambiente (ROMEIRO, 2007).

Para calcular a diversidade morfológica entre as características das colônias foi utilizado o índice de Shannon-Weaver (H') que leva em consideração a riqueza e a abundância para gerar um valor de diversidade, a fórmula $H' = \sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln p_i$. Onde, p_i foi considerado a proporção dos indivíduos na amostra total e $\ln p_i$ é o logaritmo natural da proporção dos indivíduos (MANGUSSEN; BOYLE, 1995).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A unidade formadora de colônias foi de 4×10^3 UFC/mL quando a seleção foi pela diluição seriada. Quando as amostras foram colocadas em alta temperatura, a unidade formadora de colônias foi de $1,2 \times 10^3$ UFC/mL. A temperatura reduziu o número de bactérias em 70% (Figura 2, 3).

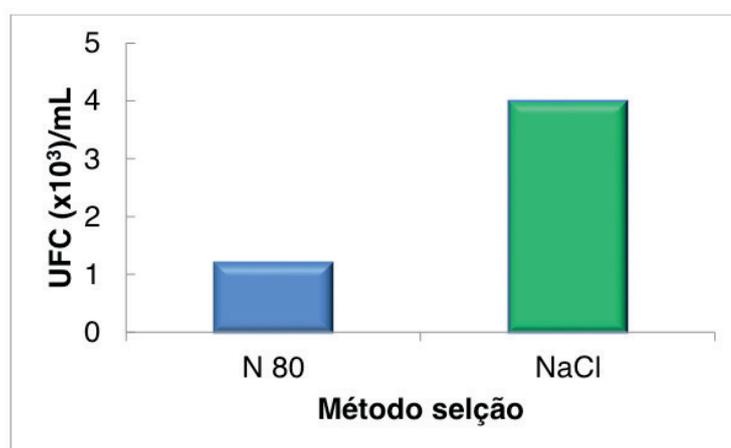


Figura 2. Unidade formadora de colônias isoladas da rizosfera de copaíba em dois métodos de seleção.

As populações microbianas podem ser afetadas por alterações de pH, umidade, aeração, temperatura e disponibilidade de nutrientes orgânicos e inorgânicos. A redução da biodiversidade microbiana do solo prejudica a conservação do ambiente, uma vez que os microrganismos participam de vários processos bioquímicos de manutenção como a biorremediação e biorecuperação (BERNARDES E SANTOS, 2006).



Figura 3. Colônias de rizobactérias de Copaíba, isoladas na diluição a 80 C e no NaCl (da esquerda para direita).

Algumas bactérias utilizadas para o biocontrole de pragas e promotores de crescimento, podem ser selecionadas em altas temperaturas, como as do gênero *Bacillus*. Essas bactérias benéficas são mais resistentes e com potencial de uso para a manutenção de uma agricultura sustentável (WANG; WANG; YANG, 2017). Em copaíba a temperatura reduziu o crescimento de colônias, mas notou-se que houve $1,2 \times 10^3$ UFC/mL (Figura 2 e 3).

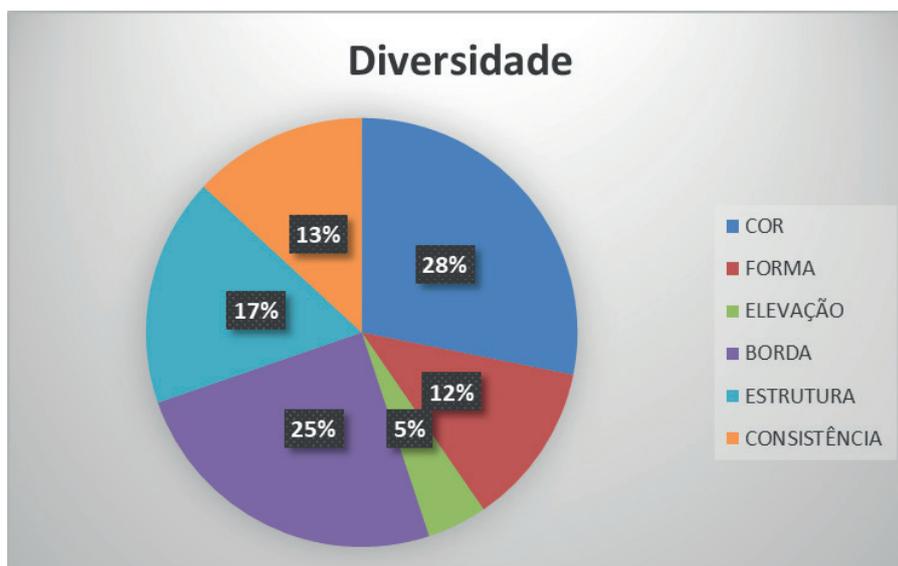


Figura 4. Diversidade morfológica das colônias rizosféricas de copaíba.

A maior diversidade de microrganismos encontrados na rizosfera de copaíba foi em relação a cor (Figura 4), sendo 70% de cor creme. Quanto à forma, a mais característica foi circular (Figura 5). As bactérias no geral demonstraram superfície

lisa e colônias achatadas, com borda inteira e consistência cremosa (Figura 5). Na rizosfera, a intensa atividade microbiana, se dá em razão da presença de exsudatos e secreções radiculares que são fontes de carbono aos microrganismos (GOTTI et al., 2018)

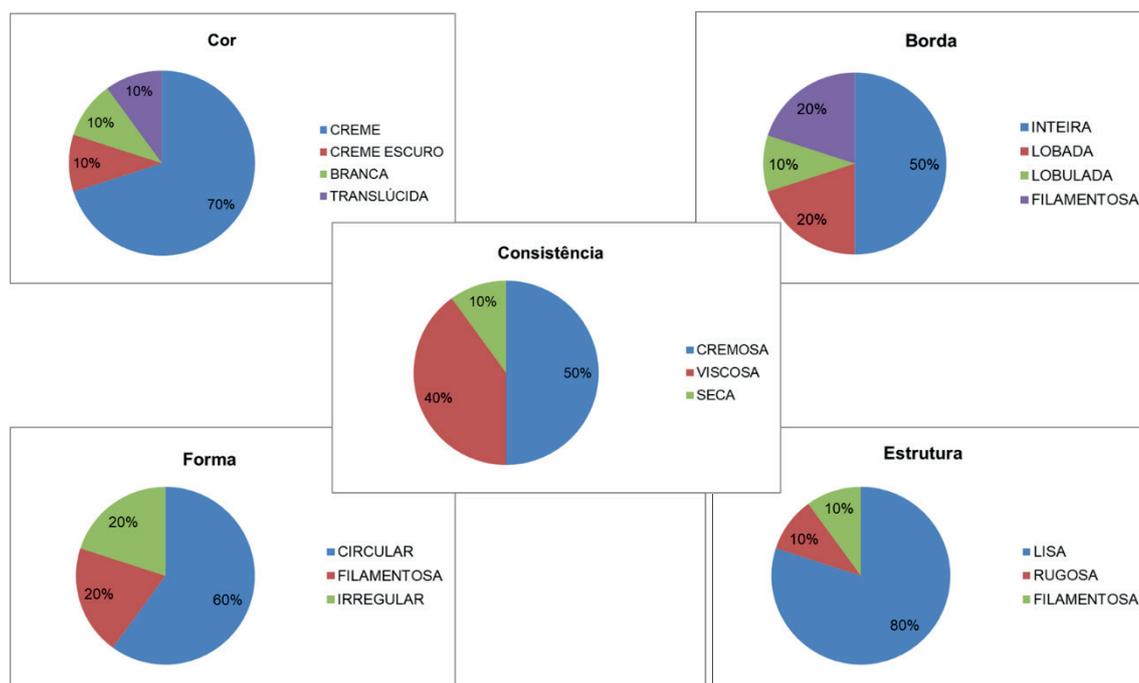


Figura 5. Características morfológicas das colônias de rizobactérias de copaíba.

Em termos de biodiversidade os solos apresentam uma grande diversidade de inúmeras populações de microrganismos. Segundo Mattos (2015), esses contribuem para as relações bióticas do ambiente, onde as populações mais presentes nos solos são os vírus, bactérias, fungos, algas e macrofauna, sendo os fungos e bactérias os maiores responsáveis pelas transformações bioquímicas.

A perda da diversidade microbiana dos solos é prejudicial à conservação do ambiente, pois os microrganismos, além da capacidade de mineralizar compostos organoclorados, se constituem num recurso genético que podem ser usados para biorremediação de solos contaminados por agrotóxicos (MATTOS, 2015). Com a diversidade dessa microbiota se torna possível a sua utilização em espécies florestais como promotoras de crescimento para melhorar seu desempenho em campo.

A diversidade microbiana está diretamente correlacionada com a qualidade do solo. O declínio da atividade microbiana tem grande impacto na fertilidade natural do solo, pois essa depende da dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes. Além disso a diversidade microbiana nos solos é necessária para manter o funcionamento do ecossistema, dos processos ecológicos, agregação do solo e controle de patógenos dentro do ecossistema (ZILLI et al, 2003). Sendo assim, a diversidade microbiana da região rizosférica de Copaíba tem potencial para futuros testes para possível uso biotecnológicos dessas colônias.

4 | CONCLUSÕES

As rizobactérias provenientes da rizosfera de *Copaifera langsdorffii* Desf demonstraram maior diversidade na forma. A elevada temperatura reduziu a formação de colônias, selecionando bactérias resistentes com potencial biotecnológico para testes futuros como biopromotores, otimizando a manutenção dessa espécie de uma forma mais sustentável.

REFERÊNCIA

- BERNARDES, C. M.; SANTOS, M. A. População microbiana como indicadora de interferência de diferentes manejos de solos de cerrado com cultivo de soja. **Biosci. J.**, v. 22, n. 2, p. 7-16, 2006.
- DEBONE, H. S. et al. Chitosan/Copaiba oleoresin films for wound dressing application. **International Journal of Pharmaceutics**, 555, 146–152. 2019. doi:10.1016/j.ijpharm.2018.11.054
- FERREIRA E. P. DE B., STONE, L. F. e MARTIN-DIDONET C. C.G. População e atividade microbiana do solo em sistema agroecológico de produção. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p. 22-31, 2017.
- GOTTI, I. A. **Microbiologia agrícola**. Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2018. 208 p.
- GOUDA, S et al. Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture. **Microbiological research**, v. 206, p. 131-140, 2018.
- KADO, C.I.; HESKETT, M.G. Selective media for isolation of Agrobacterium, Corynebacterium, Erwinia, Pseudomonas and Xanthomonas. **Phytopathology**, St. Paul, v. 60, n. 6, p. 969-976, 1970.
- LAMBAIS et al. **Diversidade Microbiana nos Solos**. Tópicos Ciência do solo, 4:43-84, 2005.
- MANGUSSEN, S.; BOYLE, T.J.B. Estimating sample size for inference about the Shannon-Weaver and the Simpson indices of species diversity. **Forest Ecology and Management**, 78: 71 – 84. 1995.
- MARTINAZZO, A.F. **Potencial de Fixação em N₂ em (*Vigna unguiculata* L. Walp) em diferentes condições ambientais**. Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1989, 154p. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal Rural Rio de Janeiro.
- MATTOS, Maria Laura Turino. **Microbiologia do Solo**. São Carlos: Editora Cubo, 2015. p. 250-272.
- PIERI, F. A.; MUSSI, M. C.; MOREIRA, M. A. S. Óleo de copaíba (*Copaifera* sp.): histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. **Rev. bras. plantas med.**, Botucatu, v.11, n. 4, p. 465-472, 2009.
- ROMEIRO, R. S. **Controle biológico de doenças de plantas: procedimentos**. Viçosa, MG: UFV. 172p. 2007.
- ROSSI, Ticiane. **Identificação de Espécies Florestais: *Copaifera langsdorffii* (Copaíba)**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), 2008. Disponível em: < <https://www.ipef.br/identificacao/copaifera.langsdorffii.asp> > Acesso em: 01 set. 2019.
- RIGAMONTE-AZEVEDO; O. C. et al. **Copaíba: ecologia e produção de óleo-resina**. Rio Branco : Embrapa Acre, 2004.
- SATO, Suzenir Aguiar da Silva; PEDROZO, Eugênio Ávila. Os Recursos Naturais Amazônicos: de

uma competitividade sustentável para uma sustentabilidade competitiva. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v.4, n.3, set./dez. 2012

WANG, H.; WANG, Y.; YANG, R. Recent progress in *Bacillus subtilis* spore-surface display: concept, progress, and future. **Appl Microbiol Biotechnol**, v.101(3), p. 933- 949, 2017.

ZILLI, J. É et al. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 20, n. 3, p. 391-411, 2003.

POTENCIAL DA BIOMASSA DA BANANA COMO AGENTE MITIGATIVO DE IMPACTO AMBIENTAL

Diuly Bortoluzzi Falcone

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

Ana Carolina Kohlrausch Klinger

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

Guilherme Basso

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

Geni Salete Pinto de Toledo

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

Leila Picolli da Silva

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS

RESUMO: O objetivo deste capítulo é abordar o potencial da biomassa da banana como agente mitigativo de impacto ambiental. Para tal, são apresentados dados sobre a produção de banana no Brasil e a nível mundial. Após, são abordados alguns potenciais desta biomassa, como o uso das cascas para nutrição animal, despoluição da água e produção de energias renováveis. Nesse sentido, a cadeia da banana pode contribuir grandemente para a produção de biomassa natural e sustentável. No entanto, a bananicultura é apenas um elo do agronegócio, e para que a redução do impacto seja efetiva, é preciso buscar alternativas para a mitigação

de impactos oriundos do agronegócio como um todo.

PALAVRAS-CHAVE: impacto ambiental, resíduo, sustentabilidade

ABSTRACT: The aim of this chapter is to address the potential of banana biomass as an environmental impact mitigating agent. To this end, data are presented on banana production in Brazil and worldwide. Afterwards, some potentials of this biomass are addressed, such as the use of peel for animal nutrition, water pollution and renewable energy production. In this sense, the banana chain can greatly contribute to the production of natural and sustainable biomass. However, banana farming is only a link in agribusiness, and for impact reduction to be effective, it is necessary to look for alternatives to mitigate impacts from agribusiness as a whole.

KEYWORDS: environmental impact, residue, sustainability

1 | INTRODUÇÃO

Notoriamente, o planeta Terra vem sofrendo diversas mudanças, que nos últimos anos intensificaram-se, fato que decorre do aumento da poluição ambiental. Neste sentido, uma frequência cada vez maior de estudos vêm mostrando que o Brasil é vulnerável às

mudanças climáticas, especialmente quanto aos extremos climáticos de precipitação e temperatura, os quais vem se destacando no mundo devido as consequências causadas por eles, tanto para o ramo econômico quanto social (CIRINO et al., 2019).

Conhecido como “quintal do mundo”, o Brasil destaca-se pela intensa produção de alimentos exportados para diversos países do mundo. Dentre eles, encontra-se a banana, fruta muito difundida e que segundo a FAO (2017) tende a apresentar grande potencial para produção de biomassa. No entanto, algumas partes desta fruta são usualmente descartadas, gerando conseqüentemente resíduos ao meio ambiente.

Indo ao encontro da famosa e mundialmente conhecida frase de Antoine Lavoisier: “Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma.”, é necessário que nós, seres humanos, otimizemos os resíduos – não apenas da bananicultura – de modo a chegarmos o mais próximo possível do tão sonhado desenvolvimento sustentável, contribuindo deste modo para os 17 objetivos preconizados pela Organização das Nações Unidas para os próximos anos (Figura 1).



Figura 01 – Objetivos para o desenvolvimento sustentável do planeta.

Desta forma, serão apresentados ao longo do presente estudo, a expressiva produção de banana a nível mundial e no Brasil e alguns potenciais desta biomassa, como na produção animal, despoluição da água e produção de energias renováveis. Neste contexto, o objetivo deste trabalho visa expor o potencial da utilização da biomassa da banana como agente mitigativo na redução de impactos ambientais.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Produção de Banana

A banana é uma das frutas mais importantes e consumidas no mundo, cultivadas principalmente nas regiões subtropicais e tropicais. De acordo com dados disponíveis na FAO (2017), em menos de 10 anos a produção de banana quase dobrou, no ano de 2000 a produção era cerca de 67 milhões, enquanto que no ano de 2017 a produção atingiu recorde de 114 milhões de toneladas (Figura 2).

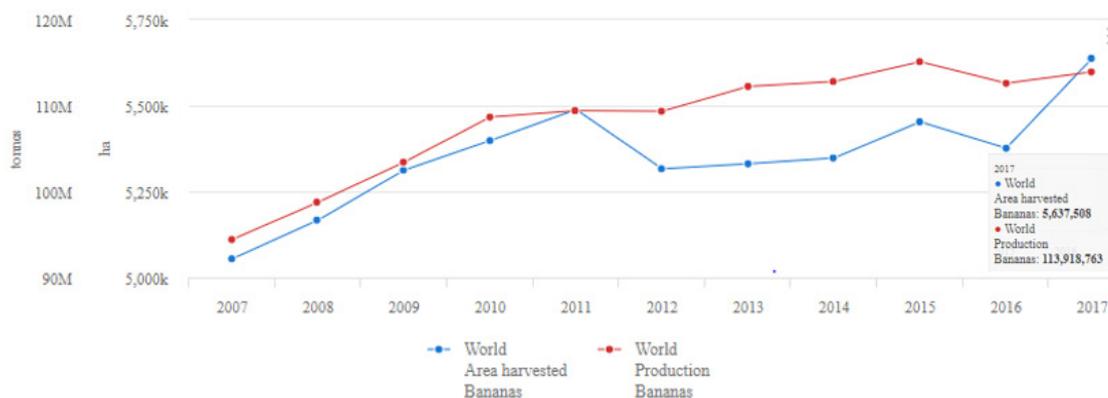


Figura 2 – Produção de banana entre os anos de 2007 e 2017. Fonte: FAO, 2018.

Os principais produtores de banana, estão localizados predominantemente na Ásia, América Latina e África. Os maiores produtores mundiais de banana são a Índia, que lidera o ranking dos produtores, com um volume médio de 29 milhões de toneladas por ano, seguido pela China com 11 milhões de toneladas, Filipinas com 7,5 milhões, Equador e Brasil ambos com uma média de 7 milhões de toneladas (FAO, 2017).

No Brasil a bananicultura está distribuída em diversos estados, totalizando uma área total colhida de aproximadamente 478 mil hectares (IBGE, 2017), com destaque para as regiões Sudeste, Nordeste e Sul que juntas contribuem com 82% do volume produzido. O principal destino da banana no Brasil, é para o consumo na forma *in natura*, no entanto, o seu cultivo está aliado aos elevados índices de desperdício.

As perdas na cadeia produtiva da banana podem chegar à alarmantes 40% da produção (EMBRAPA, 2018). Obviamente, a industrialização é uma das principais alternativas para minimizar essas perdas, onde segundo dados do SEBRAE (2017) representa somente 3% da produção total, mas ainda gerará um volume significativo de passivos ambientais representados pela sua casca.

Por sua vez, a casca de banana representa cerca de 30 a 40% do peso total da fruta, que normalmente é descartada durante o processo de industrialização da fruta. Considerando apenas os 3% de bananas industrializadas ao ano – aproximadamente 210 mil toneladas – chegamos ao alarmante número de 74 mil toneladas de geração de biomassa residual ao ano, majoritariamente descartada de forma inadequada e com grande risco de se tornar contaminante ambiental.

2.2 Biomassa na produção animal

O Brasil é um dos maiores produtores de alimento do mundo e como consequência a isto, produz-se um grande volume de resíduos agroindustriais e a falta de informação faz com que sejam descartados, uma vez que poderiam estar sendo utilizados como

fonte de alimento em dietas para os animais. Atualmente, diversos estudos estão sendo realizados em nutrição animal mostrando que a utilização destes resíduos são uma alternativa benéfica, viável e econômica, tanto para o meio ambiente como para a cadeia produtiva.

Estudando a influência da casca de banana para vacas mestiças em lactação, Souza et al. (2016) constatou que a CB possui potencial para produção de leite, onde relata ser uma estratégia importante na redução de custos e no impacto ambiental oriundos dos processos agroindustriais. Ainda em outro estudo, Falcone et al. (2018) avaliaram o efeito da utilização de casca de banana em substituição ao milho em dietas para coelhos, onde observaram que a nível até 50% não houve diferença nas características de desempenho e carne, além de gerar economicidade de até 5,27% nas dietas.

2.3 Biomassa na despoluição da água

Pesquisas apontam que o Brasil é um dos maiores consumidores de agrotóxicos do mundo e, somado a isso, o “mau uso” acarreta diversos problemas decorrente do descaso em adotar as chamadas boas práticas agrícolas, e como consequência utiliza-se quantidades maiores do que o recomendado que acabam chegando aos rios (EMBRAPA, 2018). Desta forma, os impactos do aumento da utilização destes produtos mostram-se crescentes e notoriamente alarmantes ao meio ambiente, afetando diretamente a qualidade dos recursos hídricos.

Em estudo realizado, pesquisadores constataram que a casca de banana é eficiente na despoluição de água contaminadas com resíduos oriundos de pesticidas. Neste estudo, Silva et al. (2013) explicam que o uso de casca de banana mostra-se mais vantajosa, para tal, as cascas foram secas e trituradas e posteriormente misturada a amostras de água. Desta forma, os referidos autores concluíram que esta biomassa tem grande capacidade de absorção destes metais pesados presentes na água e ainda mostra-se uma técnica de baixo custo.

2.4 Biomassa na produção de energias renováveis

Uma forma simples de aproveitamento da biomassa da banana é através da combustão direta. Nos termogeradores a biomassa é queimada na caldeira para produzir vapor. A pressão do vapor aciona uma turbina que está acoplada ao gerador elétrico. Este método apresenta o problema de que o teor de umidade do resíduo de banana é muito alto. E isso provoca ineficiência energética. Assim, conversão biológica, por meio da digestão anaeróbica, para extração de metano, é geralmente preferida para biomassa com alto teor de água. Portanto, o metano obtido por meio da digestão anaeróbia pode ser utilizado como combustível para gerar energia em termogeradores, por exemplo.

Clarke et al. (2008), estudaram a produção de metano de resíduos de bananas. O processo envolve tecnologia infraestrutura simples. Nesta pesquisa encontrou que o rendimento máximo produzido era de mais de 398 l de metano por quilo de banana seca. Com essa quantidade de metano disponível para conversão de energia, 1 tonelada de lixo de banana por dia pode gerar cerca de 7,5 kW de eletricidade, o que é suficiente para suprir a demanda de seis a oito residências (CLARKE et al., 2008). Gunaseelan (2004) descobriu que as taxas de produção de metano para cascas de banana eram mais altas do que a maioria dos outros resíduos de frutas. O rendimento de metano obtido foi de cerca de 266 l por kg de peso seco. Bardiya et al. (1996) relatou que o rendimento foi maior quando a casca de banana foi seca e em pó, e obteve 201 l de metano por kg. Os resultados das literaturas acima sugerem o potencial de aproveitamento de resíduos de banana como matéria-prima para a tecnologia de tratamento de resíduos e geração de energia.

No artigo de Tock et al. (2010) estima que a quantidade máxima de energia que a matéria-prima de biomassa de banana é capaz de gerar 950 MW no ano de 2007, o que representa cerca de 4,6% da capacidade total disponível da Malásia. Com 80.000 toneladas de bananas rejeitadas, é possível gerar energia de até 600 MW. Tornando os resíduos de banana uma fonte importante de geração de energia limpa.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo foi abordado sucintamente o potencial da biomassa da banana como agente mitigativo de impacto ambiental. Nesse sentido, a cadeia da banana é apenas um elo do agronegócio, portanto, para que a redução do impacto seja efetiva, é preciso buscar alternativas para a mitigação de impactos oriundos do agronegócio como um todo. No desenvolvimento dessas medidas, é importante considerar as características distintas de cada cultivo/cultura, de seus resíduos e de seus co-produtos.

Os diferentes países e regiões do mundo são interdependentes na utilização dos seus recursos naturais. No entanto, embora deva-se respeitar a história e a cultura de cada povo, é inaceitável que não percebamos que o mau uso dos recursos naturais por uns, influencia na sanidade do planeta, que é – ou deveria ser – de todos. Dessa forma, no futuro, o uso irracional dos recursos naturais – o que vem ocorrendo na atualidade – irá se refletir em escassez.

Nesse contexto, a comunidade científica precisa urgentemente assumir a responsabilidade pelo manejo correto e justo dos recursos comuns. Faz-se portanto, imprescindível estabelecer uma agenda de pesquisas afim de subsidiar os países em desenvolvimento, para que possam explorar a natureza da maneira mais racional possível. Para tal, é essencial que produtores rurais, empresas e pesquisadores tenham amplo acesso a tecnologias e desenvolvam estratégias de mitigação de impacto ambiental.

REFERÊNCIAS

- BARDIYA N. et al. **Biomethanation of banana peel and pine-apple waste**. Bioresource Technology, v.58, p. 73-76,1996.
- CLARKE W. P. et al. **Hardin Digestion of waste bananas to generate energy in Australia**. Waste Management, v.28, p.527-533, 2008.
- CIRINO L. D. S. et al. Análise climática da variabilidade natural e antrópica para uma metrópole amazônica. **Revista Brasileira de Iniciação Científica**, v.6, n.2, p.3-26, 2018.
- EMBRAPA. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Tecnologia pós-colheita. 2018.
- FALCONE, D. B. et al. **Casca de banana e seu efeito na redução de custos e características de carcaça de coelhos de corte**. Atena Editora, v.1, p.6-12, 2018.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Media – News releases, 2017.
- GUNASEELAN N. **Biochemical methane potential of fruits and vegetable solid waste feedstocks**. Biomass and Bioenergy, v.26, p.389-399, 2004.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Produção Agrícola Municipal. 2018.
- TOCK, J. Y. et al. **Banana biomass as potential renewable energy resource: a Malaysian case study**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 14, p.798-805, 2010.
- SEBRAE. Serviço brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas. Agronegócio: produção de banana – Estudo de Mercado, 2017.
- SILVA, C. R. et al. **Banana Peel as an Adsorbent for Removing Atrazine and Ametryne from Waters**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 61, p. 2358-2363, 2013.
- SOUZA, C. F. et al. **Casca de banana em dietas para vacas mestiças em lactação**. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, v.17, p.86-100, 2016.

SECAGEM SOLAR DE CASCA DE MARACUJÁ: UMA ALTERNATIVA AMBIENTAL E ECONOMICAMENTE VIÁVEL

Sinthya Kelly Queiroz Morais

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal – Paraíba

Álvaro Gustavo Ferreira Da Silva

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal – Paraíba

Dauany De Sousa Oliveira

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal – Paraíba

Fabricio Alves De Morais

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal – Paraíba

Raissa Cristina Leandro Vítor

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal – Paraíba

Jocielys Jovelino Rodrigues

Universidade Federal de Campina Grande
Pombal – Paraíba

RESUMO: O Brasil é o maior produtor de maracujá e sua destinação ocorre principalmente para a indústria de polpas e sucos, havendo um grande acúmulo de resíduos. A suplementação alimentar com subprodutos da casca do maracujá é associada a diversos benefícios à saúde, sendo a secagem solar uma forma de aumentar a vida útil desses produtos, além de ser uma tecnologia ecologicamente correta. Com isso, objetivou-se avaliar a cinética de

secagem solar da casca do maracujá. Frutos de maracujá adquiridos no mercado público de Pombal-PB foram higienizados, cortados em geometria de placas planas, as fatias das cascas dispostas em secador solar e pesadas a cada 1 hora até massa constante. Os cálculos de razão do teor de água (RTA) foram calculados e os gráficos plotados nos *softwares* *Statistica* e *Excel*. Pode-se observar um decréscimo acentuado na temperatura, perda de massa e umidade, tanto em base úmida quanto seca, em relação ao tempo, sendo o modelo polinomial cúbico o que mais se ajustou a esses parâmetros. Com relação à cinética de secagem, também observou-se redução significativa no início do processo em virtude da maior umidade inicial e constância a partir das quatro horas de secagem, sendo o modelo de Regressão de crescimento exponencial o que mais se ajustou. Portanto, conclui-se que a secagem solar da casca do maracujá é um processo rápido e eficiente, proporcionando ao mercado a possibilidade de matéria prima com maior vida útil para elaboração de subprodutos.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem matemática, *Passiflora edulis*, Secagem solar.

SOLAR DRYING OF PASSION FRUIT PEEL: AN ENVIRONMENTALLY AND ECONOMICALLY VIABLE ALTERNATIVE

ABSTRACT: Brazil is the largest producer of passion fruit and its destination occurs mainly for the pulp and juice industry, with a large accumulation of residues. Food supplementation with passion fruit peel by-products is associated with several health benefits, and solar drying is a way to increase the shelf life of these products, as well as being an ecologically sound technology. The objective of this study was to evaluate the solar drying kinetics of passion fruit peel. Passion fruit obtained from the public market of Pombal-PB was sanitized, cut in flat plate geometry, the slices of the shells arranged in a solar dryer and weighed every 1 hour until constant mass. Water content ratio (RTA) calculations were calculated and graphs plotted on Statistica and Excel software. It can be observed a sharp decrease in temperature, loss of mass and humidity, both on wet and dry basis, in relation to the time, being the cubic polynomial model the most adjusted to these parameters. Regarding the drying kinetics, a significant reduction was also observed at the beginning of the process due to the higher initial humidity and constancy from the four hours of drying, with the Exponential Growth Regression model being the most adjusted. Therefore, it is concluded that the solar drying of passion fruit peel is a fast and efficient process, providing the market with the possibility of raw material with longer shelf life for the elaboration of byproducts.

KEYWORDS: Mathematical modeling, *Passiflora edulis*, Solar drying.

1 | INTRODUÇÃO

O maracujá (*Passiflora edulis*) é uma fruta nativa das regiões de clima tropical e subtropical com extensa distribuição. Seu cultivo está basicamente voltado para a indústria de sucos e polpas, sendo a polpa do maracujá amarelo a mais utilizada na fabricação de suco concentrado, devido à qualidade dos frutos e características sensoriais (FERREIRA; PENA, 2010). O Brasil é considerado o maior produtor mundial de maracujá, apresentando uma produção anual de aproximadamente 694 mil toneladas, correspondendo a cerca de 95% de maracujá amarelo (IBGE, 2016).

Os resíduos derivados da produção do suco de maracujá são bastante expressivos, destacando-se a existência de macronutrientes (fibras) e micronutrientes (vitaminas), devido à quantidade de fibras presentes na casca, assim havendo a necessidade do aproveitamento do resíduo (LUTCKMEIER, 2015).

A elevada quantidade de fibra alimentar na casca do maracujá tem sido associada a diversos benefícios à saúde, principalmente relacionados a distúrbios metabólicos e intestinais (SILVA et al., 2014). A suplementação humana com subprodutos da casca do maracujá em indivíduos em jejum tem sido capaz de reduzir a glicose e hemoglobina glicosilada sanguínea em indivíduos com diabetes, além de reduzir os níveis de triglicerídeos em mulheres hipercolestéricas. Em animais, a dieta com casca de maracujá foi capaz de diminuir os níveis séricos de triglicérides e efeitos inflamatórios, melhorar os parâmetros glicêmicos e aumentar a excreção fecal de lipídios (ABBOUD et al., 2019).

A reutilização de resíduos agroindustriais associada a processos que envolvam

tecnologias limpas é uma alternativa viável para garantir que as indústrias tenham uma produção limpa e ecologicamente correta (BADAoui et al., 2019). Nessa perspectiva, a secagem é uma das operações unitárias mais utilizadas para aumentar a vida útil de frutas perecíveis, reduzir custos com armazenamento e transporte, além de proporcionar uma destinação aos resíduos (SAMIMI-AKHIAHANI; ARABHOSSEINI, 2018).

Dentre os métodos de secagem mais utilizados, a solar é bastante vantajosa porque supre a necessidade de energia sem a utilização de combustíveis fósseis, que degradam o meio ambiente (TRIPATHY, 2015).

Dessa forma, objetivou-se avaliar a cinética de secagem solar da casca do maracujá em geometria de placas planas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os maracujás foram obtidos no comércio público de Pombal – PB, e os experimentos se deram na Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, no Laboratório de Operações Unitárias e Fenômenos de Transporte (LOUFT). O processo de secagem foi realizado em protótipo de secador solar de exposição direta.

Inicialmente as frutas foram lavadas em água corrente, e sanitizadas em solução clorada 100 ppm por 15 minutos. Em seguida o maracujá foi despulpado manualmente e da casca foram retiradas fatias retangulares de 1 cm de largura e 1,5 cm de comprimento. Para inibir possíveis reações enzimáticas as cascas foram submetidas a um branqueamento por 15 segundos em água a 100 °C.

Os cestos vazios foram pesados para tarar a balança, em seguida pesaram-se as amostras, depois o material foi colocado no secador solar e verificado a temperatura com termômetro digital, a cada uma hora repetia-se o procedimento, aferição da temperatura e pesagem dos cestos, até que a massa permanecesse constante por três pesagens consecutivas. Posteriormente as cascas secas foram pesadas e colocadas em estufa por 24 horas a 105 °C, ao fim do tempo pesou-se novamente as amostras.



Figura 1. Perfil dos cortes realizados na casca de maracujá

Foi realizada também a análise do teor de umidade, segundo o método da AOAC (2012) descrita no item nº 950.46.41.

Para realização dos cálculos de teor de umidade em base seca (X_{bs}) e em base úmida (X_{bu}) utilizou-se as seguintes equações:

$$X_{bs} = \frac{m_{ss} - m_{su}}{m_{ss}} \quad (1) \quad X_{bu} = \frac{X_{bs}}{1 + X_{bs}} \quad (2)$$

Onde: m_{su} é a massa em base úmida e m_{ss} é a massa em base seca.

A razão do teor de água (RTA) foi calculada por:

$$\frac{X_t - X_e}{X_0 - X_e}$$

Onde: X_t = umidade em um determinado tempo X_0 = umidade inicial (kg/kg ms); X_e = umidade no equilíbrio (kg/kg ms).

Para elaboração da curva de cinética de secagem utilizou-se a o modelo *Exponencial Growth Regression* no software *STATÍSTICA 7.0*.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro gráfico (Figura 2), observa-se uma alteração brusca de temperatura em relação ao tempo de análise, o que pode ser justificado pela formação de nuvens densas durante o decorrer do dia. Sendo assim, no fim do processo – seis horas após o início - nota-se que a temperatura chegou a aproximadamente 34°C, bem diferente da temperatura inicial, aproximadamente 65°C, indicando um decréscimo em torno de 43%.

Ademais, essa diferença de temperatura pode ser explicada também, devido ao fato que a secagem foi realizada em ambiente não-controlado, ou seja, dependia totalmente dos fatores extrínsecos do local. Além disso, esse fato também pode explicar o modelo polinomial utilizado para o ajuste dos dados, uma vez que a curva de regressão se aproximou mais do modelo de pontos de uma equação cúbica.

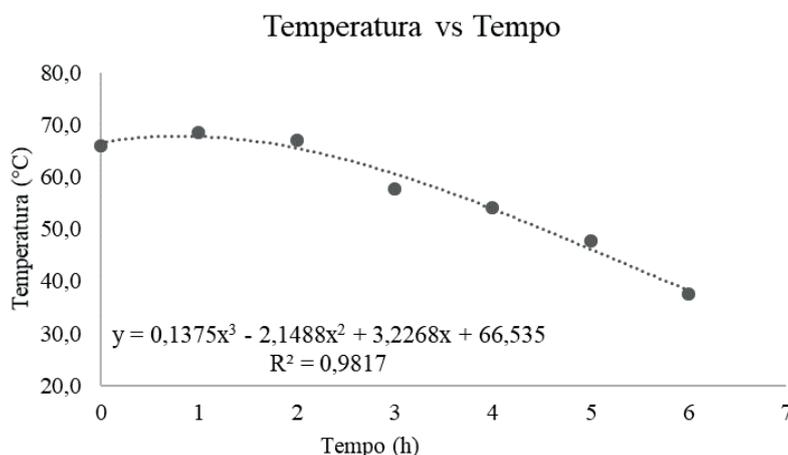


Figura 2. Gráfico do comportamento da temperatura do secador solar em função do tempo.

Logo, em relação a perda de massa da casca do maracujá em função do tempo (Figura 3), observa-se que houve uma redução acentuada em seu volume nas duas primeiras horas de estudo, uma vez que o decréscimo foi de aproximadamente 93%. Sendo, esta rápida redução justificada pela sua geometria plana (1 cm x 1,5 cm), que facilita a transferência de calor por este sólido, levando-o a um rápido decréscimo de sua massa, até tornar-se constante.

Portanto, levando em consideração estes aspectos, o modelo que melhor se aplicou foi novamente o polinomial cúbico, uma vez que rapidamente obteve-se uma constância em sua perda de massa.

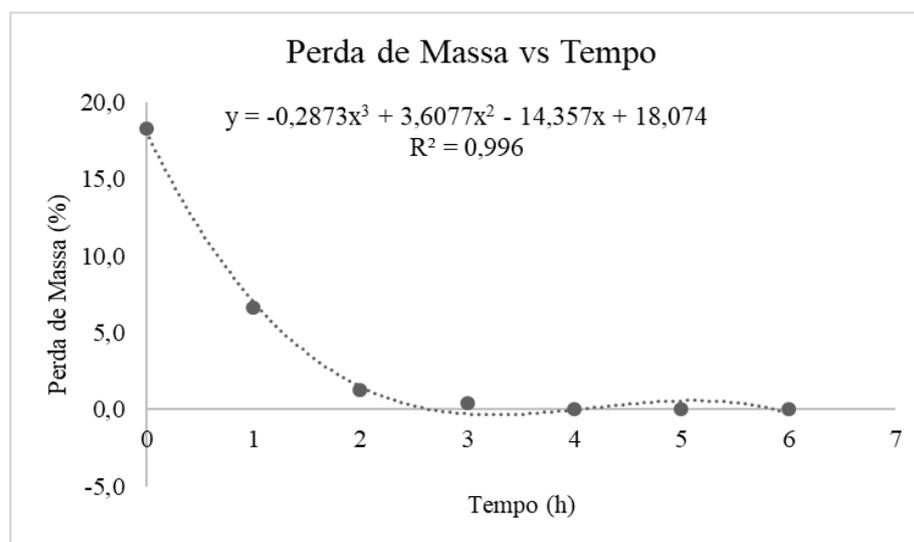


Figura 3. Perda de massa da casca de maracujá em função do tempo.

De acordo com a figura 4, observa-se o teor de umidade da casca do maracujá, tanto em base úmida quanto em base seca, decresceu ao longo do tempo, até atingir a constância (que ocorreu entre 4 e 6 horas de secagem). A figura mostra que, para as diferentes bases há grandes diferenças quanto ao teor de umidade. Observa-se que o teor de umidade em base úmida (a) é bem menor que o teor de umidade em base seca (b), no início da secagem.

Essa diferença pode ser explicada pelo próprio cálculo do teor de umidade nas diferentes bases: segundo Möhler (2010), a umidade em base seca é calculada dividindo-se a massa de água do produto pela massa de sólidos secos; já a umidade em base úmida é calculada pelo quociente entre a massa de água do produto e a massa total do mesmo. Dessa forma, a umidade em base seca será maior que a umidade em base úmida devido aos denominadores: o denominador para base seca sempre é menor que o denominador para base úmida, gerando assim um valor maior de umidade em base seca e menor em base úmida.

No entanto, vê-se que, ao longo do tempo de secagem, o teor de água no alimento vai diminuindo constantemente, o que também afeta os resultados nas diferentes bases: para a base úmida, ocorre um decréscimo, porém bastante sutil, enquanto que para a base seca o decréscimo no teor de umidade é bem mais

brusco, visto que em base seca, no início da secagem, o numerador é bem maior que denominador e, ao longo da secagem ocorre o inverso, o numerador vai se tornando inferior ao denominador da equação. Já em base úmida, o numerador e denominador são próximos, mesmo havendo diferenças, o que contribui para mudanças não tão bruscas.

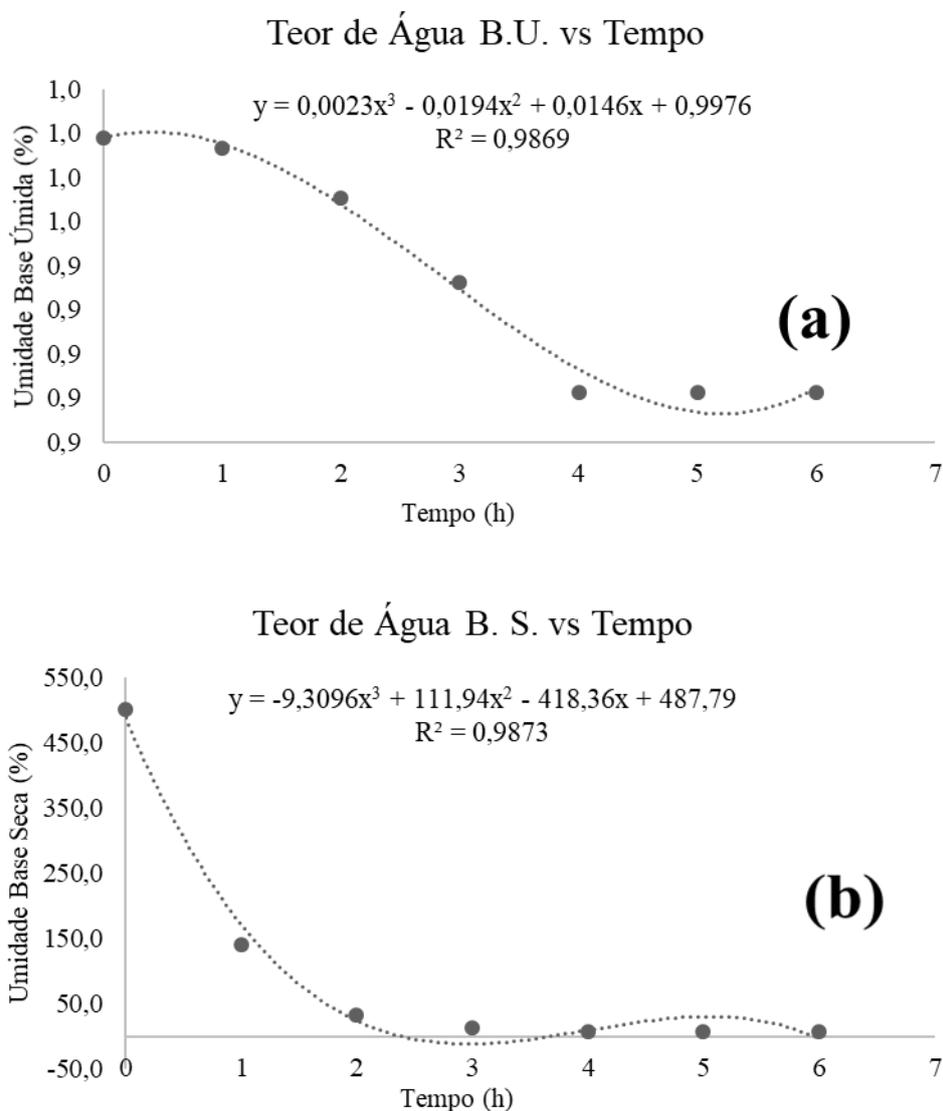


Figura 4. Variação do teor de umidade da casca de maracujá nas bases úmida (a) e seca (b) em função do tempo.

Em relação às equações encontradas na Figura 4, observa-se que o modelo de regressão adotado para representar a variação da umidade em função do tempo de secagem (regressão polinomial de ordem 3), pode explicar 98,7% das variações decorrentes da secagem, tanto para umidade em base úmida quanto para base seca.

Verifica-se na figura 5 o gráfico que representa a razão do teor de água em função do tempo e os dados experimentais da cinética de secagem da casca do maracujá. Pode-se observar que a taxa de secagem foi maior no início do processo devido a maior absorção de radiação devido ao elevado teor inicial de água (KLUNKLIN; SAVAGE, 2017). A redução do teor de água envolve a transferência de calor e massa,

simultaneamente, e a qualidade e propriedades físicas do produto podem ser alteradas substancialmente dependendo do método e das condições de secagem (PESSOA et al., 2011). O tempo de secagem foi relativamente baixo em virtude, principalmente, do baixo teor de umidade da casca do maracujá. Além disso, o branqueamento realizado anteriormente à secagem facilita a transferência interna de massa pelo aumento da permeabilidade dos tecidos (KINGSLEY et al., 2007).

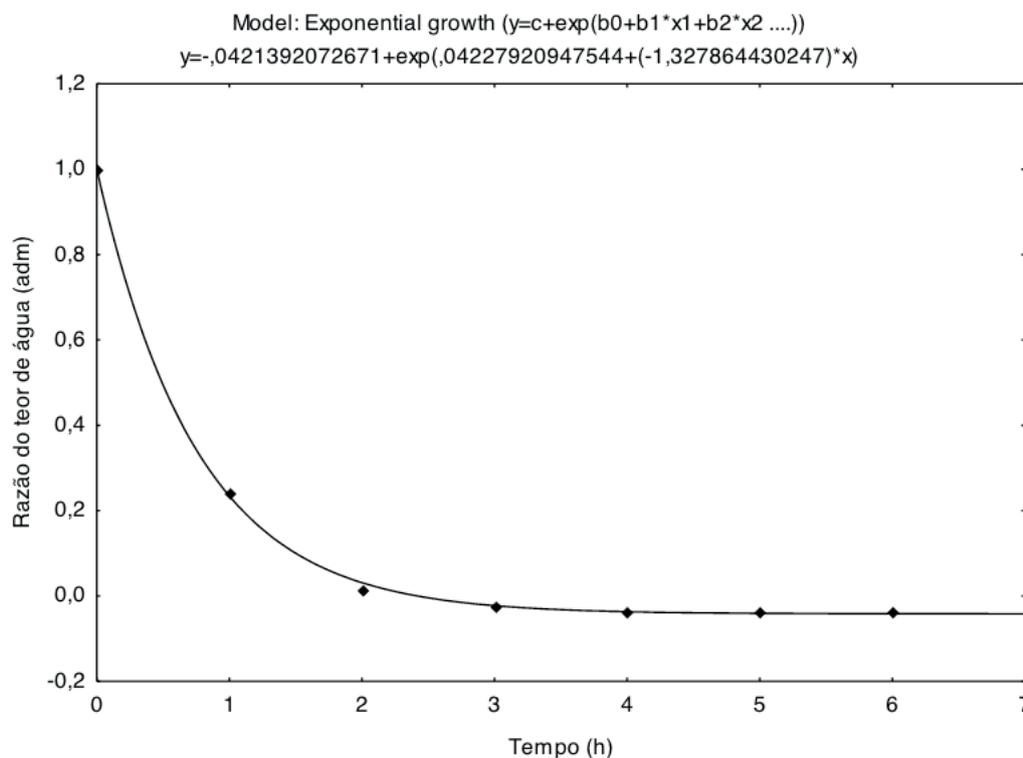


Figura 5. Razão do teor de água em função do tempo. *Constantes Def = $4,2139 \times 10^{-6}$; $R^2=0,999$; DQM=0,007353.

Modelos matemáticos são essenciais para descrever e explicar os processos de secagem, pois podem prever as características da secagem para diferentes vegetais (AKPINAR; BICER, 2008). O que irá definir o ajuste do modelo de secagem é o valor do coeficiente de determinação (R^2) e o desvio quadrático médio (DQM). Em geral, o R^2 e DQM para a maioria modelos situa-se de 0,9743 a 0,9999 e 0,0276 a 0,0802, respectivamente (Alara et al., 2019). O R^2 encontrado para secagem foi de 0,99 e DQM de 0,007. Em sua pesquisa André e colaboradores (2018) encontraram valores de R^2 de 0,99 e DQM menor 0,01 para secagem de sementes de maracujá, Pinto e colaboradores (2016) encontraram valor de R^2 igual a 0,99 em estudo sobre secagem de casca de maracujá e abacaxi. Assim quanto mais próximo R^2 for de um e mais baixo o valor do DQM mais otimizado o modelo matemático está. O que revela uma representação bastante satisfatória do processo de secagem nas condições estudadas.

O coeficiente de difusividade obtido pelo ajuste experimental foi de $4,2139 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, ele abrange todos os fenômenos que podem interferir sobre a migração da água, ou seja é a facilidade com que a água é removida (OLIVEIRA et al, 2006).

Sabe-se que a difusão de água em produtos agrícolas é complexa e envolve vários mecanismos, tais como a difusão molecular, difusão capilar, difusão de superfície, fluxo hidrodinâmico, difusão de vapor, energia de ativação da difusão e temperatura, sendo que quanto maior a temperatura de secagem, maior o coeficiente de difusão (SILVA et al., 2014).

4 | CONCLUSÃO

Observou-se um decréscimo acentuado na temperatura, perda de massa da e umidade (tanto em base úmida quanto seca). Ainda, o mesmo ocorreu para os teores de umidades da casca do maracujá, tanto em base seca quanto em base úmida, em função do tempo de secagem. Entretanto, observa-se que o teor de umidade em base úmida é bem menor que o teor de umidade em base seca, no início da secagem, devido aos próprios cálculos realizados.

Por último, em relação a razão do teor de água em função do tempo e aos dados experimentais da cinética de secagem da casca do maracujá, pode-se observar que a taxa de secagem foi maior no início do processo devido a maior absorção de radiação por conta do elevado teor inicial de água. Ademais, o modelo que mais se ajustou foi o exponencial. O coeficiente de difusividade obtido pelo ajuste experimental foi de $4,2139 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$, demonstrando a facilidade com que a água é removida.

REFERÊNCIAS

ALARA, O.R.; ABDURAHMAN, N.H.; OLALERE, O.A. Modelagem matemática e propriedades morfológicas da secagem em forno de camada fina de folhas de *Vernonia amygdalina*. **Revista da Sociedade Saudita de Ciências Agrárias**. V. 18, n. 3, p. 309-315, 2019.

AKPINAR, E. K. Modelagem matemática do processo de secagem em camada delgada de pimenta verde longa em secador solar e sob sol aberto. **Conversão e Gestão de Energia**. V. 49, n 6, p. 1367-1375, 2008.

AOAC Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of AOAC International** (19th ed.). Washington, D.C.: AOAC International, 2012.

ANDRÉ, A. M. M. C. N.; NASCIMENTO, A. P. S.; ALMEIDA, R. L. J.; SANTOS, N. C.; ALMEIDA, R. D. **Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem das sementes de maracujá amarelo**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia. 2018.

BADAOUI, O.; HANINI, S.; DJEBLI, A.; HADDAD, B.; BENHAMOU, A. Experimental and modelling study of tomato pomace waste drying in a new solar greenhouse: Evaluation of new drying models. **Renewable Energy**, v. 133, p. 144-155, 2019.

FERREIRA, M. F. P.; PENA, R. S. Estudo da secagem da casca do maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.1, p.15-28, 2010.

IBGE, I.B.D.G.E.E. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Anuário Estatístico do Brasil**, Rio de Janeiro, v.76, 457pag, 2016.

- KINGSLY, A.R.P.; SINGH, R.; GOYAL, R.K.; SINGH, D.B. Thin-layer drying behaviour of organically produced tomato. **American Journal of Food Technology** 2: 71-78, 2007
- KLUNKLIN, W.; SAVAGE, G. Effect on quality characteristics of tomatoes grown under well-watered and drought stress conditions. **Foods** 6: e56, 2017.
- LUTCKMEIER, R. **Extração de pectina da casca do maracujá assistida por ultrassom**. Porto Alegre, julho de 2015.
- MÖHLER, B. C. **Avaliação das características de secagem dos grãos de soja**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química – Universidade Federal do Rio Grande do Sul), Porto Alegre, 2010.
- OLIVEIRA, R. A.; OLIVEIRA, W. P. ; PARK, K. J. Determination of effective diffusivity of chicory root. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.181-189, jan./abr., 2006.
- PESSOA, T.; GALDINO, P. O.; GURJÃO, G. C.; GURJÃO, F. F.; CAVALCANTI, M. E. R. M. Secagem convectiva de grãos de sorgo em camada fina por secador de leito fixo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 247-255, 2011.
- PINTO, M. D.; SILVA, O. L. L.; MODESTO S. M.; JOELE, M. R. S. P.; RIBEIRO S. C. A. **Cinética de secagem das cascas de abacaxi e maracujá**. XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016.
- SAMIMI-AKHIJAHANI, H.; ARABHOSSEINI, A. Accelerating drying process of tomato slices in a PV-assisted solar dryer using a sun tracking system. **Renewable energy** 123: 428-438, 2018.
- SILVA, J. K.; CAZARIN, C. B. B.; JUNIOR, S. B.; AUGUSTO, F.; JUNIOR, M. R. M. Passion fruit (*Passiflora edulis*) peel increases colonic production of short-chain fatty acids in Wistar rats. **LWT- Food Science and Technology**, v. 59, n. 2, p. 1252-1257, 2014.
- SILVA, L. M. D. M.; SOUSA, F.; SOUSA, E.; MATA, C.; DUARTE, M. EM Modelos de predição da cinética de secagem dos grãos de guandu. **Brazilian Journal of Food Technology, Campinas**, v. 17, n. 4, p. 310-318, 2014.
- TRIPATHY, P.P. Investigation into solar drying of potato: Effect of sample geometry on drying kinetics and CO₂ emissions mitigation. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 3, p. 1383-1393, 2015.

TÉCNICA PARA ESTUDO DOS EFEITOS DE CLASSES TEXTURAIS DE SOLO E DE NÍVEIS DE UMIDADE SOBRE A PROFUNDIDADE DE PUPAÇÃO E VIABILIDADE PUPAL DE MOSCAS-DAS-FRUTAS

Eric Joel Ferreira do Amaral

Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical, Macapá, Amapá

Adriana Bariani

Embrapa Amapá, Macapá, Amapá

Maria do Socorro Miranda de Sousa

Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Tropical, Macapá, Amapá

Ricardo Adaime da Silva

Embrapa Amapá, Macapá, Amapá

RESUMO: Algumas espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) são pragas que causam significativos prejuízos socioeconômicos à fruticultura mundial. Neste trabalho é apresentada uma metodologia inédita que foi desenvolvida com o objetivo de avaliar os efeitos de classes texturais de solos e de níveis de umidade na profundidade de pupação e viabilidade pupal de moscas-das-frutas.

PALAVRAS-CHAVE: Tephritidae, *Anastrepha*, *Ceratitis*, *Bactrocera*.

ABSTRACT: Some species of fruit flies (Diptera: Tephritidae) are pests that cause significant socioeconomic damage to the fruit production around the world. In this paper we present an unprecedented methodology that we developed

to evaluate the effects of soil textural classes and moisture levels on pupation depth and pupal viability of fruit flies.

KEYWORDS: Tephritidae, *Anastrepha*, *Ceratitis*, *Bactrocera*.

1 | INTRODUÇÃO

Algumas espécies de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae) causam consideráveis prejuízos socioeconômicos à fruticultura mundial. Durante a fase larval, esses insetos desenvolvem-se em frutos de várias espécies de frutíferas, tornando-os impróprios para comercialização e consumo (ALUJA, 1994; ALUJA; MANGAN, 2008).

As fêmeas ovipositam diretamente no fruto hospedeiro, onde as larvas se desenvolvem por alguns dias e, em seguida, deixam a fruta para penetrar no solo, onde ocorre a pupação; após alguns dias emergem os adultos (MALAVASI, 2015).

No período em que estão no solo, os imaturos (larvas e pupas) estão expostos a diversas variáveis (SALLES et al., 1995; HULTHEN; CLARK, 2006). O sucesso nessa fase depende principalmente do desenvolvimento larval, em que o organismo acumula e armazena uma quantidade de

substâncias de reserva (CRUZ et al., 2000). No entanto, diversos fatores podem ter relação com a mortalidade dos insetos no solo.

O solo é um sistema constituído de minerais, poros ocupados por água e ar, além de uma parte orgânica. Todos esses constituintes interagem de forma complexa, formando o principal substrato para o desenvolvimento das plantas e animais (BUCKMAN; BRADY, 1974). A estrutura e complexidade do solo afetam significativamente os organismos vivos (plantas e animais microscópicos e macroscópicos) que vivem ou dependem direta e indiretamente dele. Características como composição e tamanho das partículas interagem com o suprimento de água e ar, assim como a atividade microbiana, dentre outras condições que influenciam a sobrevivência dos imaturos na natureza.

Como as moscas-das-frutas passam o período mais vulnerável do seu ciclo no solo, torna-se imprescindível determinar os fatores que afetam o seu desenvolvimento. Neste trabalho descreve-se a técnica que foi desenvolvida para estudar o efeito de classes texturais de solo e da umidade na profundidade de pupação e a viabilidade pupal de moscas-das-frutas.

2 | METODOLOGIA

2.1 Preparo do recipiente de isopor

O recipiente onde o solo será colocado para realização dos testes deve ser preparado utilizando um vasilhame cilíndrico de isopor (7 cm de diâmetro x 10 cm de altura) (Figura 1A). Este vasilhame deve ser cortado em anéis de 1 cm de altura cada (Figura 1B). Os anéis devem ser sobrepostos e colados com cola bastão simples, totalizando uma altura final de 10 cm (Figura 1C). Para cortar o recipiente, elaboramos um cortador de isopor que consiste em um fio resistivo devidamente cortado, fixado em um suporte de material isolante. Nesta resistência é aplicada uma tensão, que propiciará uma dissipação de potência para aquecê-lo, suficiente para derreter e cortar o isopor.

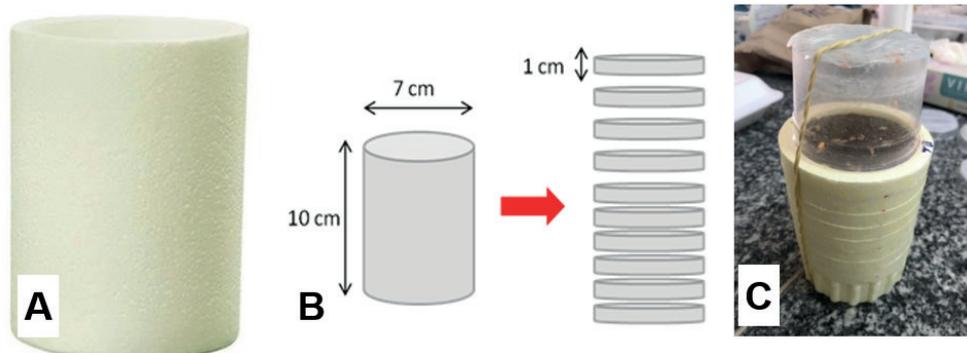


Figura 1 - Recipiente de isopor: A) Vasilhame de isopor utilizado para preparar o recipiente; B) Anéis de isopor cortados; C) Recipiente final para uso nos testes.

2.2 Coleta do solo

O solo deve ser coletado como amostra deformada, com uso de trado e pá, a uma profundidade de até 20 cm. Recomenda-se coletar solos de classes texturais com concentrações de partículas em proporções diferentes.

O solo coletado deve ser armazenado em sacos plásticos e transportado até o laboratório, onde deve ser seco a sombra e peneirado em peneira com malha de 2mm sobre bandeja de plástico devidamente limpa.

Para determinar os níveis de umidade utilizados para cada classe de solo no experimento, deve ser definida a capacidade de campo segundo o método do tubo, descrito por Costa et al. (1997), que simula a determinação desta característica em condições de vaso.

2.3 Ensaio para avaliação da profundidade de pupação e viabilidade pupal

Em cada recipiente de isopor deve ser adicionado o solo a ser testado (Figura 2). Recomenda-se testar, pelo menos, três diferentes classes texturais de solo (exemplo: arenosa, franco argiloarenosa e franco-argilosa) e cinco diferentes níveis de umidade do solo (0%, 25%, 50%, 75% e 100%). Para cada tratamento [exemplo: Solo 1 (classe franco-argilosa) e Umidade 1 (0%)], recomenda-se realizar pelo menos 6 réplicas (recipientes de isopor).

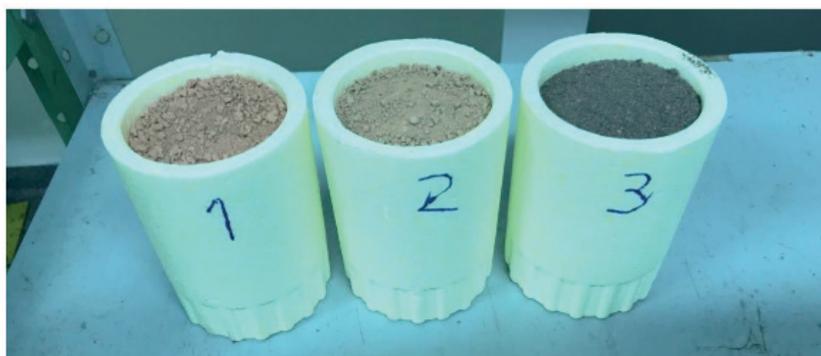


Figura 2 – Recipientes de isopor com solos de três classes texturais: 1) Franco-argilosa, 2) Franco argiloarenosa e 3) Arenosa.

Os recipientes devem ser umedecidos com a quantidade de água destilada equivalente a porcentagem de acordo com a capacidade de campo para cada tratamento (Figura 3).

As larvas de moscas-das-frutas devem ser provenientes de criação em laboratório. As larvas devem ser retiradas do interior de bandejas contendo dieta artificial (Figura 4A) e transferidas para potes com tampa vazada e tecido voil (Figura 4B). Para transferir as larvas dos potes para o recipiente com solo deve-se utilizar uma pinça ou pincel de cerdas finas, com cuidado para não danificar as larvas.

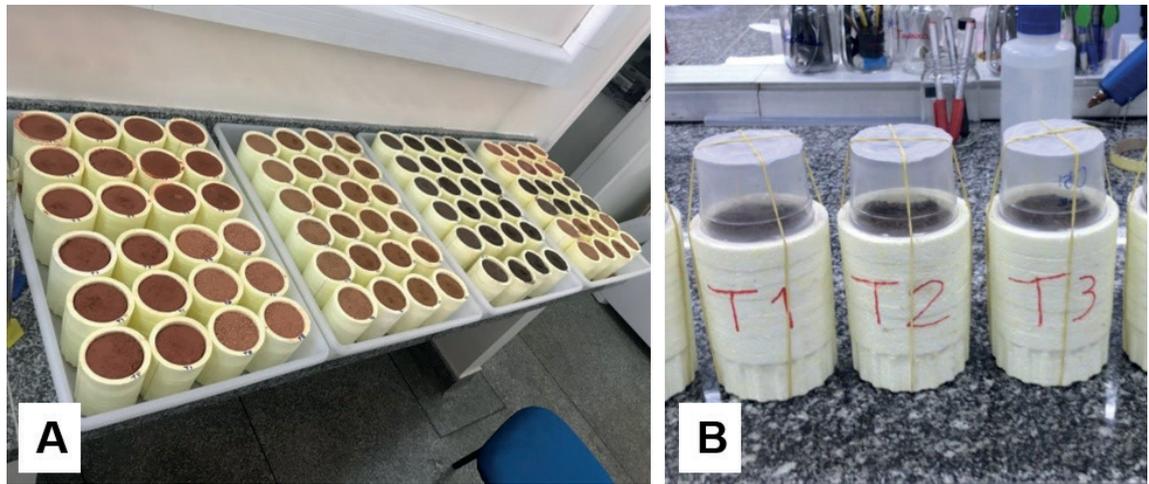


Figura 3 – Recipientes de isopor com solo em diferentes texturas e umidades. A) Bandejas com réplicas; B) Recipientes tampados, contendo solos com diferentes tratamentos.



Figura 4 – Larvas para serem utilizadas nos ensaios: A) Larvas em bandeja contendo dieta artificial larval; B) Coleta de larvas de *Bactrocera carambolae* (terceiro instar).

Seis horas após o umedecimento dos solos dos recipientes, deve-se adicionar sobre a superfície do solo, em cada recipiente, 20 larvas de terceiro instar da espécie de mosca-das-frutas em estudo (Figura 5).

Os recipientes contendo solo e as larvas devem ser fechados, na parte superior, com potes plásticos com fundo vazado (vedado com tecido organza) presos com ligas de borracha (Figura 6).

Os recipientes devem ser vistoriados diariamente até a emergência dos insetos. Os dados referentes à emergência deverão ser registrados em planilha (Tabela 1).



Figura 5 – Recipiente de isopor com solo e larvas de *Bactrocera carambolae*.

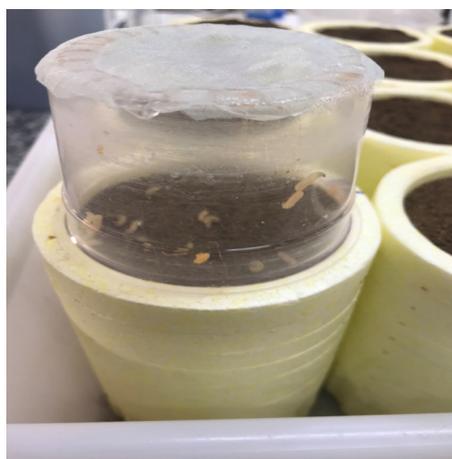


Figura 6 – Recipiente contendo solo e larvas de moscas-das-frutas, tampado com pote plástico na parte superior.

| Réplica | Umidade | Solo | Tratamento | Adulto fêmea | | | | | | | Adulto macho | | | | | | | Total |
|---------|---------|------|------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | | Dia 1 | Dia 2 | Dia 3 | Dia 4 | Dia 5 | Dia 6 | Dia 7 | Dia 1 | Dia 2 | Dia 3 | Dia 4 | Dia 5 | Dia 6 | Dia 7 | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 1 – Modelo de planilha para anotação de dados de emergência do ensaio por tipo de solo.

A profundidade de pupação deve ser medida após sete dias do início da emergência dos insetos, removendo cuidadosamente os anéis a cada centímetro (Figura 7A) e transferindo o solo para uma bandeja plástica (Figura 7B) e depois para

uma peneira (Figura 7C).

O solo deve ser peneirado com cuidado para realização da triagem e contagem dos pupários (Figura 7D), em cada faixa de 1 cm de profundidade, e os dados anotados em planilha (Tabela 2).

Os adultos emergidos que não conseguirem romper a camada do solo devem ser contabilizados separadamente.

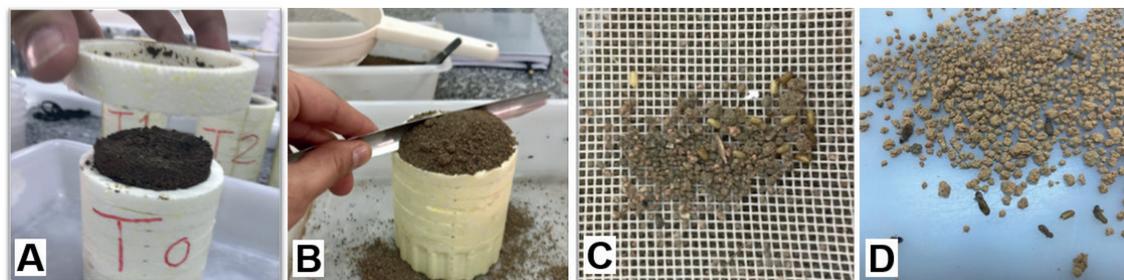


Figura 7– Retirada dos pupários para avaliação da profundidade de pupação: A) Remoção dos anéis de 1 cm; B) Transferência do solo para bandeja plástica; C) Solo sendo peneirado; D) Triagem e contagem dos pupários.

| Réplica | Umidade | Solo | Tratamento | Superfície | Profundidade 1 | Profundidade 2 | Profundidade 3 | Profundidade 4 | Profundidade 5 | Profundidade 6 | Profundidade 7 | Profundidade 8 | Profundidade 9 | Profundidade 10 | Total |
|---------|---------|------|------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-------|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabela 2 – Modelo de planilha para anotação de dados de profundidade de pupação do ensaio por tipo de solo.

2.4 Análise dos dados

Recomenda-se a utilização de Modelos Lineares Generalizados (MLG), para testar os efeitos de classes texturais de solo e umidade sobre o número de pupas por profundidade de pupação, e também para os efeitos de classes texturais de solo e umidade sobre o número de insetos emergentes, usando o tempo de pupação (em dias) como covariável.

A distribuição de Poisson deve ser assumida para os modelos, tendo em vista que as variáveis resposta são dados de contagem.

As análises podem ser realizadas no programa R, versão 3.5.2 (R Core Team,

2018).

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia desenvolvida é eficiente para estudo dos efeitos de classes texturais de solos e de níveis de umidade na profundidade de pupação e viabilidade pupal de moscas-das-frutas.

REFERÊNCIAS

ALUJA, M. Bionomics and management of *Anastrepha*. **Annual Review of Entomology**, v. 39, p. 155-178, 1994.

ALUJA, M.; MANGAN, R. L. Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Host status determination: critical conceptual, methodological, and regulatory considerations. **Annual Review of Entomology**, v. 53, p. 473-502, 2008.

BUCKMAN, H. O.; BRADY, N. C. **Natureza e prioridades dos solos: compêndio universitário sobre edafologia**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1974. 594 p.

COSTA, A. C. S.; NANNI, M. R.; JESKE, E. Determinação da umidade na capacidade de campo e ponto de murchamento permanente por diferentes metodologias. **Revista Unimar**, v. 19, n. 3, p. 827-844, 1997.

CRUZ, I. B. M.; NASCIMENTO, J. C.; TAUFER, M.; OLIVEIRA, A. K. Morfologia do aparelho reprodutor e biologia do desenvolvimento. In: MALAVASI, A.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Moscas-das-frutas de importância econômica no Brasil: conhecimento básico e aplicado**. São Paulo: Holos, 2000. p. 55-66.

HULTHEN, A. D.; CLARKE, A. R. The influence of soil type and moisture on pupal survival of *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Diptera: Tephritidae). **Australian Journal Entomology**, v. 45, p. 16-19, 2006.

MALAVASI, A. Mosca-da-carambola, *Bactrocera carambolae* Drew & Hancock. In: VILELA, E. F.; ZUCCHI, R. A. (Eds.). **Pragas introduzidas no Brasil: insetos e ácaros**. Piracicaba: FEALQ, 2015. p. 173-184.

R CORE TEAM (2018). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

SALLES, L. A. B.; CARVALHO, F. L. C.; JÚNIOR, C. R. Efeito da temperatura e umidade do solo sobre pupas e emergência de *Anastrepha fraterculus* (Wied.). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, n. 1, p. 147-152, 1995.

CU, ZN E MN NA ÁGUA E NO SOLO EM ÁREAS COM INTENSA ATIVIDADE SUINÍCOLA NO SUDESTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Eliana Aparecida Cadoná

Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de
Agronomia Eliseu Maciel
Departamento de Solos
Pelotas/RS

Guilherme Wilbert Ferreira

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
de Ciências Agrárias
Departamento de Engenharia Rural
Florianópolis/SC

Marcos Leandro dos Santos

Fundação do Meio Ambiente de Navegantes
Navegantes/SC

Claudio Roberto Fonseca Sousa Soares

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
de Ciências Biológicas
Departamento de Microbiologia e Imunologia
Florianópolis/SC

Eduardo Lorensi de Souza

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,
Regional IV
Três Passos/RS

Cledimar Rogério Lourenzi

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
de Ciências Agrárias
Departamento de Engenharia Rural
Florianópolis/SC

que comumente são aplicados em áreas agricultáveis próximas as unidades produtoras, apresentando benefícios ao desenvolvimento das plantas. No entanto, aplicações sucessivas e/ou doses excessivas podem ocasionar problemas de contaminação com metais pesados, acarretando danos aos mananciais hídricos e na qualidade do solo. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar os teores e a especiação química de Cu, Zn e Mn na água e no solo em áreas sob intensa atividade suinícola na região sudeste de Santa Catarina. O estudo foi desenvolvido de julho/2015 a março/2016 na bacia hidrográfica do Rio Coruja/Bonito, por meio de coletas de amostras de água em quatro propriedades suinícolas e no rio Coruja, além da coleta de solo nas propriedades selecionadas. Nas amostras de água *in natura* foram determinados os teores dissolvidos de Cu e, por digestão ácida, os teores totais de Zn e Mn, enquanto no solo foram determinados os teores disponíveis de Cu, Zn e Mn. Os teores de Cu, Zn e Mn apresentaram-se acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº357/2005 para as amostras de água, enquanto para o solo mantiveram-se abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº420/2009, indicando que a principal forma de contaminação pelos metais em estudos, ocorre através do escoamento superficial, seguido de processos erosivos das áreas adjacentes.

RESUMO: A suinocultura no Sul do Brasil tem gerado volume considerável de dejetos

PALAVRAS-CHAVE: Dejetos de suínos; Qualidade da água e solo; Metais pesados; Risco ambiental.

CU, ZN AND MN IN WATER AND SOIL IN AREAS WITH ACCUMULATED PIG ACTIVITY IN SOUTHEAST OF SANTA CATARINA STATE

ABSTRACT: Pig farming in southern Brazil has generated considerable waste that is commonly applied in arable areas near the production units, presenting benefits to plant development. However, successive applications and/or excessive doses can cause trace element contamination problems, causing damage to water sources and soil quality. In this sense, the objective of the present study was to evaluate the levels and chemical speciation of Cu, Zn and Mn in water and soil in areas under intense swine activity in the southeast region of Santa Catarina. The study was conducted from July/2015 to March/2016 in the Coruja/Bonito river basin, by collecting water samples from four swine farms and the Coruja river, as well as collecting soil from the selected properties. In fresh water samples, the dissolved contents of Cu were determined and, by acid digestion, the total contents of Zn and Mn, while in the soil, the available levels of Cu, Zn and Mn were determined. Cu, Zn and Mn contents were above the limits established by CONAMA Resolution No. 357/2005 for water, while the soil samples remained below the limit established by CONAMA Resolution No. 420/2009, indicating that the main form of metal contamination in studies occurs through runoff, followed by erosion of adjacent areas.

KEYWORDS: Pig slurry; Water and soil quality; Heavy metals; Environmental risk.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior exportador de carne suína, sendo que a região sul do Brasil é responsável por 54% da produção nacional (ABPA, 2016), especialmente nos estados de Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS). Tradicionalmente, a suinocultura é desenvolvida em pequenas propriedades rurais, gerando grande quantidade de dejetos e um passivo ambiental relacionado ao manejo desses resíduos (BASSO et al., 2012).

A principal alternativa utilizada pelos produtores para dar destino aos dejetos gerados é o uso como fonte de nutrientes em áreas de pastagem e/ou culturas de grãos, sendo uma forma de substituição parcial ou total de adubos minerais, favorecendo a ciclagem de nutrientes dentro do sistema produtivo (BASSO et al., 2012). Essa prática aumenta a fertilidade e a disponibilidade de nutrientes (LOURENZI et al., 2014), melhora os atributos físicos do solo, como o aumento do tamanho e estabilidade dos agregados e decréscimo da densidade do solo (LOSS et al., 2017).

Entretanto, devido a atividade suinícola estar estruturada em pequenas propriedades é comum a prática de aplicações sucessivas e/ou em volumes excessivos de dejetos nas mesmas áreas, trazendo como consequência a

transferência de nutrientes por escoamento superficial e percolação, especialmente, de N e P (LOURENZI et al., 2014), podendo causar a eutrofização de mananciais hídricos, bem como a contaminação por metais pesados. Como os dejetos de suínos apresentam concentrações elevadas de Cu e Zn, a sua aplicação ao solo pode aumentar os teores desses metais especialmente, nas formas solúveis e/ou trocáveis, nas camadas superficiais (TIECHER et al., 2013), o que pode desencadear risco ambiental, uma vez que podem ser transferidos para mananciais hídricos através de processos de escoamento superficial e lixiviação (TITO et al., 2012). O Cu apresenta maior afinidade para interagir com os coloides orgânicos do solo e o Zn com os coloides minerais, nesse sentido, os teores de matéria orgânica e a fração mineral do solo tornam-se determinantes na disponibilidade desses elementos no solo, aumentando ou diminuindo o potencial poluente dos mesmos ao solo e aos corpos hídricos (TIECHER et al., 2013).

Especialmente para o ser humano o Cu, Zn e o Mn são classificados como metais pesados, porém, são necessários em pequenas quantidades para o bom funcionamento do organismo. Quando presentes em quantidades acima das necessárias ao organismo, podem ocasionar quadros de contaminação e efeitos agudos e/ou crônicos que, em geral, ocasionam um quadro de estresse oxidativo aos tecidos que são mais sensíveis e necessitam dos mesmos (LEITE et al., 2015). A presença de metais na água, como o Cu e o Zn, ocasionam problemas de saúde pública, uma vez que podem ocasionar o sobrecarregamento do sistema renal e hepático, causando anemia, letargia e vômito (CETESB, 2012a, 2012b).

Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi avaliar os teores e a especiação química de Cu, Zn e Mn na água e no solo em áreas sob intensa atividade suinícola na região sudeste de Santa Catarina.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica Rio Coruja/Bonito, que possui área de aproximadamente 52 km² e está inserida na bacia do Rio Tubarão, região Sudeste de Santa Catarina. A bacia localiza-se na região sudeste do município de Braço do Norte, principalmente na localidade de Pinheiral. A região possui precipitações anuais de aproximadamente 1.500 mm e temperatura média anual de 18,7°C. O clima da região é classificado como subtropical úmido, tipo Cfa, segundo classificação de Köppen-Geiger.

O período de desenvolvimento foi de julho de 2015 a março de 2016, sendo realizadas quatro coletas de água e uma coleta de solo no período. As coletas de água foram realizadas nas datas de 20/07/2015, 20/10/2015, 05/12/2015 e 21/03/2016, em quatro propriedades agrícolas e no Rio Coruja/Bonito, e a coleta de solo foi realizada na data de 05/12/2015. Das propriedades selecionadas, três apresentavam criação de suínos e uso intensivo de dejetos nas áreas de lavouras e uma não

possuía criação de suínos, mas utilizava dejetos nas áreas de lavouras provenientes de propriedades vizinhas. Os pontos de coleta foram identificados conforme o tipo (poços de abastecimento = PA, nascentes = N, açudes = A, R = rio) e o número da propriedade e ponto do rio (1, 2, 3 e 4), com exceção para a propriedade 1 que possui dois açudes (A1.1 e A1.2) e dois poços de abastecimento (PA1.1 e PA1.2), conforme descrição apresentada na tabela 1.

As coletas das amostras de água foram feitas em poços de abastecimento humano (PA1.1, PA1.2, PA2, PA3 e PA4), mananciais lênticos (A1.1, A1.2, A2, A3 e A4) e lóticos (N1, N2, R1, R2 e R3) onde foram coletados aproximadamente 300 mL de água em cada ponto. Para isso, foram utilizados snap caps previamente limpos em solução de HNO₃ a 10% e água destilada. Após a coleta, as amostras foram armazenadas em caixa de poliestireno com gelo para o resfriamento das mesmas a 4°C até a chegada ao Laboratório de Análise de Solo, Água e Tecidos Vegetais do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Para a determinação dos teores dissolvidos de Cu, aproximadamente, 50 mL de cada amostra foram filtrados em membrana de celulose (0,45 µm) e armazenadas em refrigerador com temperatura de 4°C. Para a determinação dos teores totais de Zn e Mn, foi realizada digestão ácida nitroperclórica das amostras *in natura*, segundo metodologia adaptada de Silva (1999). Foram determinados os teores dissolvidos de Cu e totais de Zn e Mn para interpretá-los conforme a Resolução CONAMA nº357/2005.

| Ponto de coleta | Tipo | Altitude | Coordenada geográfica |
|-----------------|-----------------------|----------|-----------------------|
| PA1.1 | Poço de abastecimento | 381 m | 28°13'977" S |
| | | | 49°06'254" O |
| PA1.2 | Poço de abastecimento | 383 m | 28°13'992" S |
| | | | 49°06'201" O |
| A1.1 | Açude | 383 m | 28°13'942" S |
| | | | 49°06'245" O |
| A1.2 | Açude | 382 m | 28°14'011" S |
| | | | 49°06'246" O |
| PA2 | Poço de abastecimento | 405 m | 28°11'786" S |
| | | | 49°04'770" O |
| N2 | Nascente | 410 m | 28°11'888" S |
| | | | 49°04'612" O |
| A2 | Açude | 403 m | 28°11'807" S |
| | | | 49°04'639" O |
| PA3 | Poço de abastecimento | 399 m | 28°11'818" S |
| | | | 49°05'492" O |
| N3 | Nascente | 396 m | 28°11'806" S |
| | | | 49°05'472" O |

| | | | |
|-----|-----------------------|-------|------------------------------|
| A3 | Açude | 399 m | 28°11'818" S 49°05'498" O |
| PA4 | Poço de abastecimento | 388 m | 28°12'483" S 49°05'204" O |
| A4 | Açude | 393 m | 28°12'587" S 49°05'287" O |
| R1 | Rio Coruja | 389 m | 28°12'461" S 49°05'170" O |
| R2 | Rio Coruja | 375 m | 28°13'528" S 49°05'946" O |
| R3 | Rio Coruja | 277 m | 28°15'372" S 49°05'562" O |

Tabela 1. Caracterização e localização de cada ponto de coleta de água na microbacia do Rio Coruja/Bonito.

Além das amostras de água, também foi realizada uma coleta de solo nas quatro propriedades selecionadas, em locais adjacentes aos pontos de coleta de água, com o objetivo de verificar possíveis fontes de contaminação dos mananciais hídricos. As amostras de solo foram coletadas nas seguintes profundidades: 0-5, 5-10, 10-20 e 20-40 cm. No laboratório, o solo foi seco ao ar, moído manualmente e peneirado (2,0 mm). Para a extração dos teores disponíveis de Cu, Zn e Mn foi utilizado HCl (0,1 mol L⁻¹) conforme Tedesco et al. (1995). Os teores de Cu, Zn e Mn do solo e da água foram quantificados em Espectrofotômetro de Absorção Atômica (marca Perkin Emer, modelo AAnalyst 200).

Para melhor compreensão do poder contaminante dos metais em estudo, realizou-se especiação química dos teores encontrados na água, devido as interações que ocorrem entre os metais e a matéria orgânica presente no ambiente, em especial, para o Cu, bem como, para avaliar o comportamento e interação entre os elementos estudados. Utilizou-se o programa Minteq versão 3.1, no qual foram inseridos as informações obtidas nas quatro coletas: pH, teores totais de Ca, Cu, K, Mg, Mn, Na e Zn, teores de NO₃⁻ e NH₄⁺ e matéria orgânica.

Para os teores de Cu, Zn e Mn na água foram obtidas as médias com desvio padrão e os teores foram interpretados conforme a Resolução CONAMA nº357/2005, onde para as águas de classe 2 são permitidos 0,009, 0,1 e 0,18 mg L⁻¹ para o Cu dissolvido, Mn total e Zn total, respectivamente. Para os teores de Cu, Zn e Mn obtidos no solo, os dados foram avaliados conforme a Resolução COANAMA nº420/2009, a qual considera valores de prevenção e investigação conforme o uso do solo, sendo para o Cu valores de 60 e 200 mg kg⁻¹ para ações de prevenção e investigação, respectivamente; para o Mn os valores são apenas de intervenção somente para a água subterrânea, que fica em 400 µg L⁻¹; para o Zn os valores são de 300 e 450 mg

kg⁻¹ para ações de prevenção e investigação, respectivamente. Os teores de metais no solo foram avaliados em relação aos valores médios e desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teores de Cu, Zn e Mn na água

Para os poços de abastecimento (PA), os teores médios de Cu dissolvido observados foram de 0,30, 0,23, 0,23, 0,29 e 0,24 mg L⁻¹ para o PA1.1, PA1.2, PA2, PA3 e PA4, respectivamente (Figura 1a). Para os pontos N1 e N2, os teores médios foram de 0,24 e 0,28 mg L⁻¹, respectivamente (Figura 1b). Para os pontos A1, A2, A3, A4 e A5, os teores médios foram de 0,23, 0,24, 0,25, 0,23 e 0,24 mg L⁻¹, respectivamente (Figura 1c) e para os pontos do R1, R2 e R3, foram de 0,26, 0,27 e 0,25 mg L⁻¹ (Figura 1d).

Esses resultados indicam contaminação com teores, em média, 25 vezes superior ao limite estabelecido pela Resolução CONAMA n°357/2005 (BRASIL, 2005), que é de 0,009 mg L⁻¹ de Cu dissolvido. Estes resultados sugerem que podem existir problemas de saúde na população abastecida, que ainda não foram detectados, uma vez que o Cu é agente tóxico aos seres humanos, ocasionando processos mutagênicos e carcinogênicos, bem como, danos em nível de DNA (PORTO & ETHUR, 2009).

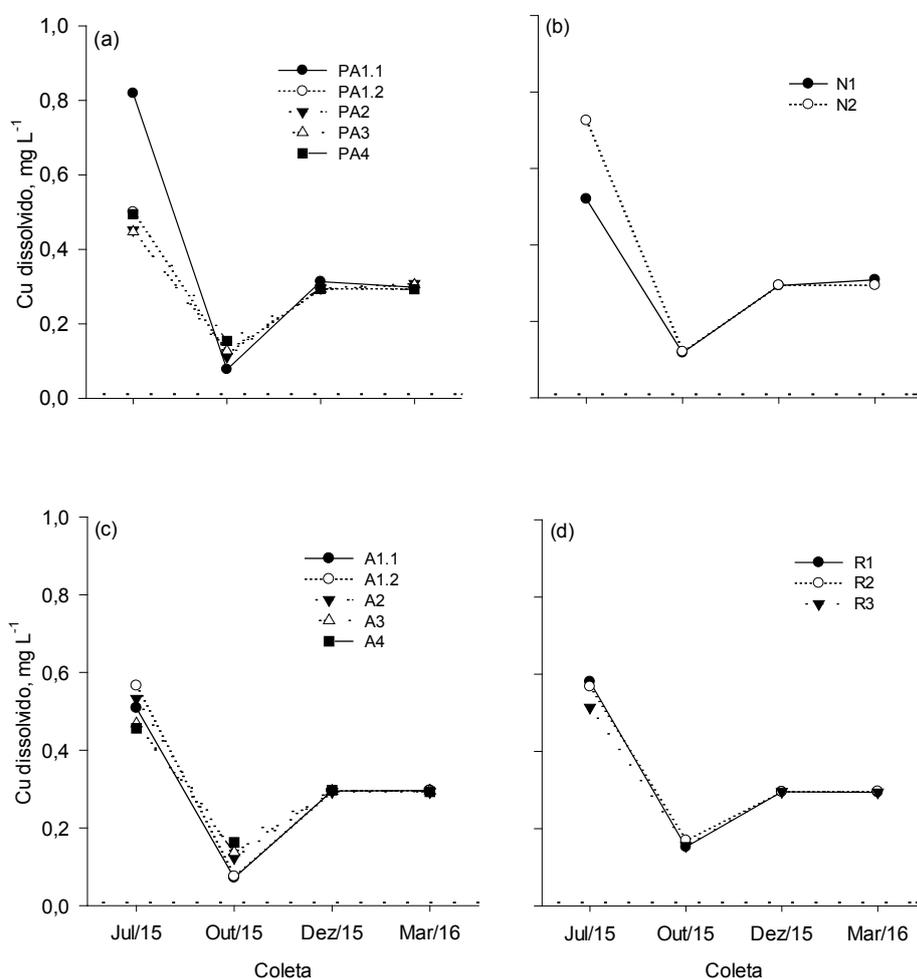


Figura 1. Teores de Cu dissolvido na água para os pontos de coleta da bacia do Rio Coruja. Linhas tracejadas indicam o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº357/2005.

De maneira geral, em todos os pontos estudados, para a coleta de Jul/15, os teores encontravam-se elevados, quando comparado as demais coletas, seguidos de decréscimos no decorrer do estudo. Isto pode estar relacionado com o período da coleta, pois esta representa o início do período chuvoso anual, onde pode ocorrer maior escoamento superficial e fluxo de água no perfil do solo, carreando inicialmente maiores quantidades de Cu para a água dos mananciais avaliados.

Os teores de Zn total nos pontos avaliados variaram de 0,27 a 0,83 mg L⁻¹ (Figura 2), os quais estão acima do limite de 0,18 mg L⁻¹ estabelecido pela Resolução CONAMA (BRASIL, 2005). Observa-se que, para o Zn ocorreram variações sazonais dos teores do mesmo em todos os pontos de coleta, estando acima dos limites estabelecidos pelo CONAMA, sendo que os teores observados foram, em média, 2 vezes maiores ao limite estabelecido. Para os poços de abastecimento, sugere-se que os teores de Zn total observados relacionam-se a ausência de proteção lateral nos poços, o que ocasiona, através dos processos de fluxo de água no perfil do solo, a chegada de material particulado e, conseqüentemente, elementos químicos adsorvidos, como o Zn.

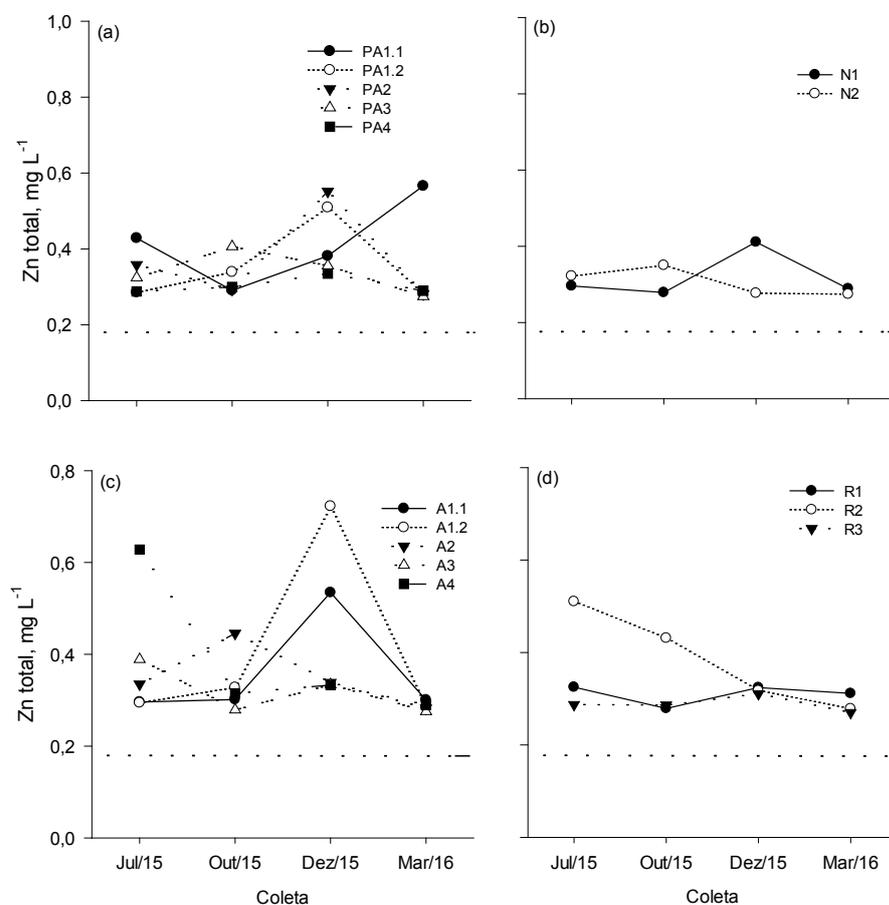


Figura 2. Teores de Zn total observados nos pontos de coleta do Rio Coruja. Linhas tracejadas indicam o limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº357/2005.

Para os demais pontos de estudo, os teores de Zn observados estão relacionados com a chegada constante de material particulado, através de processos de escoamento superficial e erosão, juntamente com o aporte de DLS de áreas agricultáveis e abatedouros nas proximidades dos pontos de coleta. Esses dejetos quando aplicados no solo, podem contaminar os corpos hídricos com a forma do Zn^{+2} ou perdidos por erosão, devido a afinidade que o Zn possui com a fração mineral do solo (BASSO et al., 2012).

Para os teores de Mn total foram observados teores de 0,42 de até 0,91 $mg L^{-1}$ (Figura 3), que estão acima do limite de 0,1 $mg L^{-1}$ estabelecido pela Resolução CONAMA (BRASIL, 2005). Os teores de Mn total elevados observados nas coletas podem estar associados aos teores encontrados naturalmente nos solos. Esse processo ocorre devido ao Mn apresentar o mesmo comportamento que o Zn no solo, nesse sentido, os teores de matéria orgânica e a fração mineral do solo acabam por tornarem-se determinantes na disponibilidade desses elementos no solo, aumentando ou diminuindo o potencial poluente dos mesmos ao solo e aos corpos hídricos (TIECHER et al., 2013).

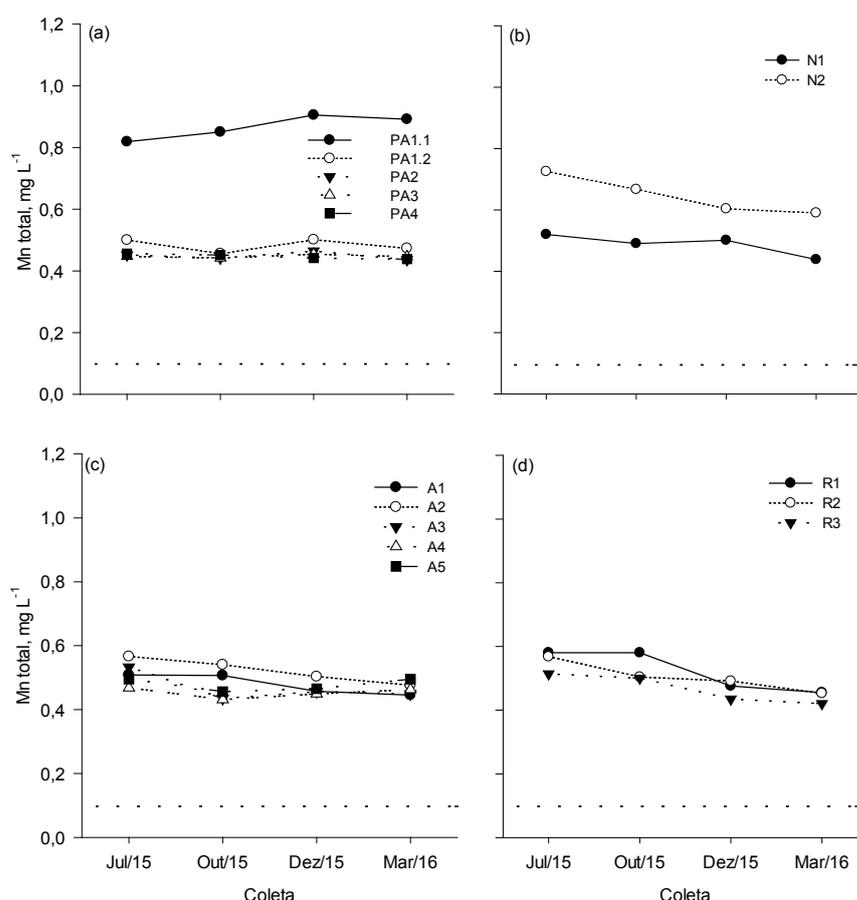


Figura 3. Teores de Mn total observados nos pontos de coleta do Rio Coruja. Linhas tracejadas indicam o limite estabelecido pela Resolução CONAMA n°357/2005.

Dessa maneira, a presença constante de metais pesados nas coletas ocorre pela chegada de DLS aos corpos hídricos por escoamento superficial, estando diretamente associado ao manejo dado aos solos e aos DLS. Portanto, os corpos hídricos em

estudo necessitam de maior proteção, para evitar a chegada de contaminantes aos mesmos, além de práticas de manejo adequadas nas áreas agricultáveis que minimizem a transferência desses elementos para os mananciais hídricos adjacentes a essas áreas

Teores de Cu, Zn e Mn disponíveis no solo

Os teores de Cu disponível apresentaram variação de 0,62mg L⁻¹ a 8,00 mg L⁻¹ (Figura 4) nos pontos avaliados, sendo o menor valor obtido para o ponto A3, na camada de 20-40 cm, e o maior teor no ponto A1.1, na camada de 0-5 cm.

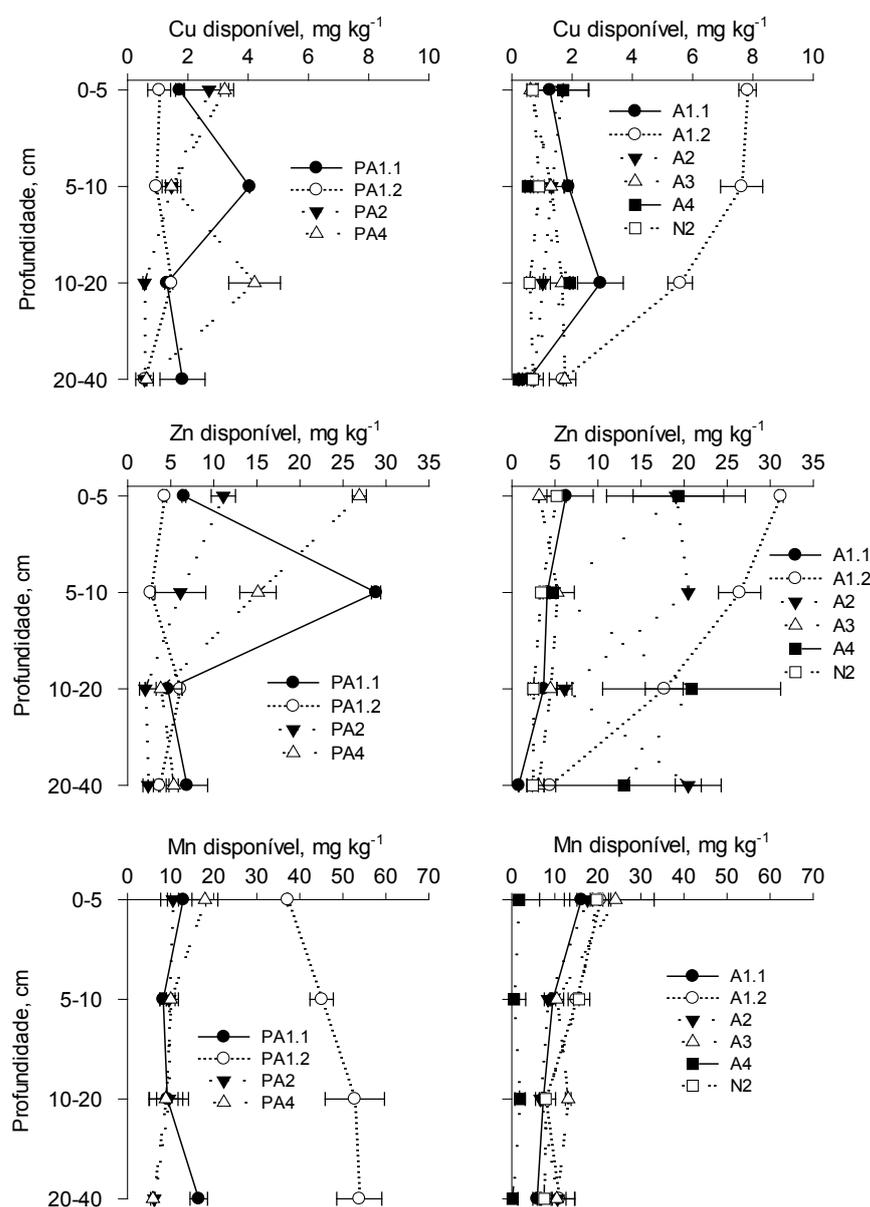


Figura 4. Teores de Cu, Zn e Mn disponíveis no solo dos pontos de estudo da bacia do Rio Coruja.

Para o ponto A1.2 pode-se inferir que o Cu pode estar chegando a partir do escoamento superficial das áreas agrícolas adjacentes à montante, pois este ponto apresenta somente vegetação de campo regenerado (GIROTTO et al., 2010a). Além disso, o Cu é um micronutriente e sua absorção pelas plantas é em menor quantidade,

ficando assim, na solução do solo, apresentando-se como potencial contaminante de águas superficiais a partir do escoamento superficial e de águas subterrâneas através de processos de lixiviação.

Os teores de Zn disponível variaram de 1,00 mg kg⁻¹ a 28,66 mg kg⁻¹, sendo o menor valor obtido no ponto PA1.1 para a camada de 20-40 cm e o maior valor obtido para o ponto A1.2 na camada de 5-10 cm (Figura 4). De maneira geral, os teores de Zn disponível no solo são maiores, quando comparado ao Cu, sendo justificados pela preferência do mesmo com as partículas minerais do solo, possibilitando que grandes quantidades de Zn particulado possam ser encontradas em mananciais hídricos (ARAÚJO et al., 2008). Nesse sentido, Basso et al. (2012) observaram maior acúmulo de Zn no solo, quando comparado ao Cu, em áreas com aplicações de dejetos suínos ao solo, no entanto, os autores ressaltam a possibilidade de acúmulo de Zn em áreas que não recebem aplicação de dejetos suínos, em decorrência do material de origem desses solos.

Os teores de Mn disponível variaram de 6,00 mg kg⁻¹ a 54,00 mg kg⁻¹, sendo o menor valor obtido para os pontos PA1.1 e PA1.2 no perfil de solo e os maiores teores no ponto A4, na camada de 10-20 cm (Figura 4). Justifica-se os teores de Mn disponível em maior quantidade para o ponto A4, em decorrência da adição de resíduos orgânicos nesses pontos no solo, aumentando assim, a disponibilidade dos metais.

Especiação Química dos teores de Cu, Zn e Mn na água

Para os teores de Cu, Zn e Mn total na água realizou-se a especiação química para melhor compreensão do potencial contaminante dos mesmos. Dessa maneira as espécies químicas obtidos são apresentadas na Tabela 2.

Para as espécies de Cu total, houve predomínio da forma em que o mesmo se encontra adsorvida a matéria orgânica dos corpos hídricos, esse processo decorre do Cu apresenta preferência pela matéria orgânica. Conforme Giroto et al. (2010a), ao avaliarem o acúmulo de Cu e Zn e suas formas em solo submetido a aplicações sucessivas de dejetos líquido de suínos, utilizando doses de até 80 m³ ha⁻¹ em sistemas de sucessão de cultivo, observaram que quando da aplicação de DLS em áreas agricultáveis, a principal forma de perda de Cu por escoamento superficial é o Cu particulado, onde as perdas foram de 2,3 vezes maiores nas áreas com aplicação de dejetos, quando comparado a áreas que não receberam aplicação. O mesmo fenômeno foi observado por De Conti et al. (2016), que avaliaram as espécies no solo com a aplicação de DLS e o cultivo de plantas, e verificaram predomínio do Cu associado à matéria orgânica.

| Pontos | Espécies Químicas | | | | | | | |
|--------|-------------------|---------|--------|------------------|--------|--------|------------------|--------|
| | Cobre | | | Zinco | | | Manganês | |
| | Cu ⁺² | Cu DOM* | Outras | Zn ⁺² | Zn DOM | Outras | Mn ⁺² | Outras |
| | -----% | | | | | | | |
| PA1 | 9,02 | 88,47 | 2,49 | 59,68 | 35,26 | 5,03 | 93,68 | 6,32 |
| PA2 | 16,35 | 83,42 | 0,22 | 59,38 | 40,46 | 0,14 | 99,82 | 0,18 |
| PA3 | 5,02 | 94,89 | 0,07 | 50,76 | 49,16 | 0,07 | 99,89 | 0,10 |
| PA4 | 12,77 | 87,15 | 0,05 | 59,57 | 40,36 | 0,05 | 99,92 | 0,08 |
| N1 | 18,60 | 81,00 | 0,38 | 49,34 | 50,56 | 0,08 | 99,88 | 0,12 |
| N2 | 8,70 | 90,95 | 0,33 | 49,72 | 50,04 | 0,22 | 99,38 | 0,62 |
| A1 | 4,82 | 94,75 | 0,41 | 53,66 | 46,08 | 0,11 | 99,73 | 0,26 |
| A2 | 12,40 | 86,47 | 1,10 | 62,53 | 36,96 | 0,28 | 99,48 | 0,52 |
| A3 | 10,85 | 88,95 | 0,18 | 49,34 | 50,57 | 0,03 | 99,87 | 0,13 |
| A4 | 5,7 | 92,47 | 0,65 | 48,62 | 50,27 | 0,60 | 98,94 | 1,06 |
| A5 | 3,52 | 90,03 | 6,43 | 36,26 | 53,54 | 10,17 | 99,17 | 0,73 |
| R1 | 2,27 | 97,60 | 0,11 | 48,40 | 51,49 | 0,09 | 99,86 | 0,14 |
| R2 | 3,70 | 96,08 | 0,20 | 41,39 | 58,46 | 0,14 | 99,76 | 0,24 |
| R3 | 3,41 | 96,44 | 0,13 | 39,09 | 60,78 | 0,11 | 99,77 | 0,23 |

Tabela 2. Especificação química dos teores totais de Cu, Zn e Mn na água dos pontos de coleta da bacia do Rio Coruja.

* Utilizado no Programa Minteq 3.1, para a indicação de interação com a matéria orgânica. Outras espécies: CuHPO₄⁻, ZnOH⁺, ZnNO₃⁺, ZnHPO₄⁻, MnOH⁺, MnNO₃⁻, MnHPO₄⁻

Para as espécies de Zn e Mn total, ocorreu predomínio das forma iônicas Zn⁺² e Mn⁺², apresentando comportamento diferente do Cu, devido aos mesmos apresentarem preferência pela fração mineral do solo. Conforme De Conti (2016), o Zn apresenta predomínio de sua forma Zn⁺² no início dos cultivos, sendo adsorvida a matéria orgânica com a adição de resíduos orgânicos no solo, nesse sentido, mesmo ocorrendo predomínio do Zn⁺² na água, pode ocorrer adsorção do mesmo com a matéria orgânica se a mesma for elevada. Os autores também encontraram predomínio das espécies ZnOH⁺ e ZnNO₃⁺, devido à grande presença desses compostos inorgânicos na água.

CONCLUSÕES

Os teores de Cu, Zn e Mn apresentaram-se acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº357/2005 para as amostras de água, enquanto para o solo mantiveram-se abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº420/2009, indicando que a principal forma de contaminação pelos metais em estudos, ocorre através do escoamento superficial, seguido de processos erosivos das áreas adjacentes.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, R.P.A.; SHIMIZU, G.Y.; BOHRER, M.B.C.; JARDIM, W. Avaliação da Qualidade de Sedimentos. In: ZAGATTO, P.A. & BERTOLETTI, E. (Org.) **Ecotoxicologia Aquática: princípios e aplicações**. 2ª ed., 2008, pp. 293-326
- BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; FLORES, E. M. de M.; GIROTTTO, E. Teores totais de metais pesados no solo após aplicação de dejetos líquidos de suíno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.2, p. 653-659, 2012
- BRASIL, CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, **Resolução nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 20/10/2015.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Divisão de Toxicologia Genotoxicidade e Microbiologia Ambiental. **Ficha de Informação Toxicológica – Cobre**. 2012a. Disponível em: <<http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/Cobre.pdf>>. Acesso em: 28/10/2016.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Divisão de Toxicologia Genotoxicidade e Microbiologia Ambiental. **Ficha de Informação Toxicológica – Zinco**. 2012b. Disponível em: <<http://laboratorios.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/47/2013/11/zinco.pdf>>. Acesso em: 28/10/2016
- DE CONTI, L.; CERETTA, C. A.; FERREIRA, P. A. A.; LOURENZI, C. R.; GIROTTTO, E.; LORENSINI, F.; TIECHER, T. L.; MARCHEZAN, C.; ANCHIETA, M. G.; BRUNETTO, G. Soil solution concentrations and chemical species of copper and zinc in a soil with a history of pig slurry application and plant cultivation. **Agriculture, Ecosystems and Environmental**, v.216, p. 374-386, 2016
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, p.1039-1042, 2011.
- GIROTTTO, E.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G.; SANTOS, D. R. dos; SILVA, L. S. da; LOURENZI, C.R.; LORENSINI, F.; VIEIRA, R.C.B.; SCHMATZ, R. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suíno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.39, p. 955-965, 2010a
- LEITE, A.; SILVA, R.; CUNHA, E. Aplicação de um caso prático de doenças profissionais: relevância médico-legal: metais pesados e carcinogênese. **Arquivos de Medicina**, Porto, v. 29, n.4, p. 93–97, 2015
- LOSS, A.; LOURENZI, C. R.; SANTOS JUNIOR, E. dos; MERGEN JUNIOR, C. A.; BENEDET, L.; PEREIRA, M. G.; PICCOLO, M. de C.; BRUNETTO, G.; LOVATO, P. E.; COMIN, J. J. Carbon, nitrogen and natural abundance of ¹³C and ¹⁵N in biogenic and physiogenic aggregates in a soil with 10 years pig manure applications. **Soil and Tillage Research**, v.166, p.52-58, 2017
- LOURENZI, C. R.; CERETTA, C. A.; SILVA, L. S. da; GIROTTTO, E.; LORENSINI, F.; TIECHER, T. L.; DE CONTI, L.; TRENTIN, G.; BRUNETTO, G. Nutrients in soil layers under no-tillage after successive pig slurry applications. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.37, p.157-167, 2014
- PORTO, L. C. S. & ETHUR, E. M. Elementos traço na água e em vísceras de peixes da Bacia Hidrográfica Butuí-Icamaquã, Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p. 2512 – 2518, 2009
- SILVA, F.C. (Org.) **Digestão nitroperclórica: manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa, 1999. 370p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Boletim Técnico nº 5, 2ª ed. rev. e amp., Porto Alegre: Departamento de Solo, UFRGS, 1995, 174 p.

TIECHER, T.L.; CERETTA, C.A.; COMIN, J.J.; GIROTTO, E.; MIOTTO, A.; MORAES, M.P.; BENEDET, L.; FERREIRA, P.A.A.; LOURENZI, C.R.; COUTO, R. da R.; BRUNETTO, G. Forms and acumulation of copper and zinc in a Sandy Typic Hapludalf soil after long-term application of pig slurry and deep litter. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.37, p. 812-824, 2013

TITO, G.A.; CHAVES, L. H.G.; GUERRA, H.O.C. Mobilidade do zinco e do cobre em Argissolo com aplicação de argila bentonita. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.16, p. 938 – 945, 2012

ESTUDO DE CARVÃO ATIVADO ALTERNATIVO PARA REMEDIAÇÃO COM SOLOS CONTAMINADOS COM FIPRONIL

Rafaela Lopes Rodrigues

Universidade São Francisco
Bragança Paulista – São Paulo

Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena

Universidade São Francisco
Bragança Paulista – São Paulo

André Augusto Gutierrez Fernandes Beati

Universidade São Francisco
Bragança Paulista – São Paulo

Luciane de Souza Oliveira Valentim

Universidade São Francisco
Bragança Paulista – São Paulo

Robson da Silva Rocha

Universidade São Francisco
Bragança Paulista – São Paulo

Chaiene Nataly Dias

Universidade São Francisco
Bragança Paulista – São Paulo

RESUMO: Com o aumento da população mundial, cresce também a produção alimentícia em larga escala, conseqüentemente é necessário a utilização de defensivos agrícolas e fertilizantes para ajudar a suprir a intensa demanda das plantações. Contudo, os agrotóxicos sofrem lixiviação e entram em contato com o solo e águas subterrâneas, podendo contaminar esses ambientes. Portanto, torna-se necessário a elaboração

de pesquisas que estudem alternativas viáveis e sustentáveis de materiais para o tratamento de efluentes. Neste estudo, foi analisado o desenvolvimento de carvão ativo, proveniente de materiais reciclados, como remediador de solos contaminados com o defensivo agrícola Fipronil, um dos inseticidas mais utilizados no Brasil para controle de pragas em culturas de cana-de-açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: carvão ativo, remediação, solos, fipronil, lixiviação.

STUDY OF ALTERNATIVE ACTIVATED COAL FOR CONTAMINATED SOILS WITH FIPRONIL

ABSTRACT: With the increasing of world population, large-scale food production also grows, consequently pesticides and fertilizers are required to help supply the intense demand from plantations. However, pesticides and fertilizers leach and come into contact with soil and groundwater contaminating these environments. Therefore it is necessary to elaborate researches that study viable and sustainable alternatives of effluents treatment materials. In this study, it was analyzed the development of activated charcoal, from recycled material, as remediator of soils contaminated with the pesticide Fipronil, one of the most widely used insecticides in Brazil for

pest control in sugarcane crops.

KEYWORDS: activated charcoal, remediation, soils, fipronil, leaching.

1 | INTRODUÇÃO

O solo é elemento crucial para a existência da vida terrestre. Em 2015, um estudo realizado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) estimou que cerca de 30% do solo se encontra degradado. O relatório demonstra que a urbanização, questões socioculturais, crescimento econômico e aquecimento global são grandes influenciadores para a degradação do solo. (FAO, 2015)

Um dos fatores importantes que influenciam no desgaste do solo está relacionado ao aumento do uso de agrotóxicos no mundo, devido à alta produção de alimentos proveniente do crescimento populacional. Segundo o relatório Perspectivas da População Mundial: Revisão de 2019, publicado pela Organização das nações unidas (ONU) é esperado que a população mundial atinja 8,5 bilhões em 2030 e até 2100 atinja 10,9 bilhões. (ONU, 2019)

O aumento da população global exige que a produção agrícola seja feita em larga escala para suprir a demanda de alimentos, conseqüentemente, acontece também o aumento da utilização de defensivos agrícolas. No Brasil, a venda desses produtos em 2017 movimentou cerca de U\$20 milhões por ano, correspondendo 20% do mercado global estipulado em U\$50 milhões. (IBAMA, 2019)

Os pesticidas e herbicidas em contato com o solo sofrem com o processo de lixiviação contaminando as águas subterrâneas e se impregnando no solo. Sendo assim, necessita-se de estudos que analisem formas viáveis e renováveis para o tratamento de efluentes contaminados com essas substâncias. (STEFFEN; STEFFEN; ANTONIOLLI, 2011)

Deste modo, este trabalho teve como principal objetivo observar o desenvolvimento de carvão ativado alternativo para fins de tratamento de solos contaminados com o defensivo agrícola Fipronil, pesticida utilizado como inibidor de sinais nervosos em pragas presentes em plantações de cana-de-açúcar.

2 | METODOLOGIA

A análise no espectrofotômetro foi feita utilizando amostras de 10, 20, 40, 80 e 160 mg de carvão para soluções de fipronil de 25, 50 e 100 mg L⁻¹. A concentração que apresentou maior taxa de remoção foi a 100 mg. L⁻¹, portanto esta foi utilizada para os testes no solo. Depois, foram estudados três tipos de carvão ativo, sendo eles, o carvão convencional, carvão de PET e carvão de PU. Os carvões foram submetidos a colunas cromatográficas contendo 5 cm solo com a solução de fipronil para 1 cm e 2 cm de carvão. Para isso, três colunas foram estruturadas, sendo a primeira contendo

apenas o solo contaminado, a segunda contendo carvão convencional e a terceira contendo carvão não convencional. As amostras resultantes foram submetidas a testes de taxa de remoção e turbidez.

3 | RESULTADOS

A figura 1 apresenta o gráfico de taxa de remoção normalizada para as colunas cromatográficas contendo 1 cm de carvão:

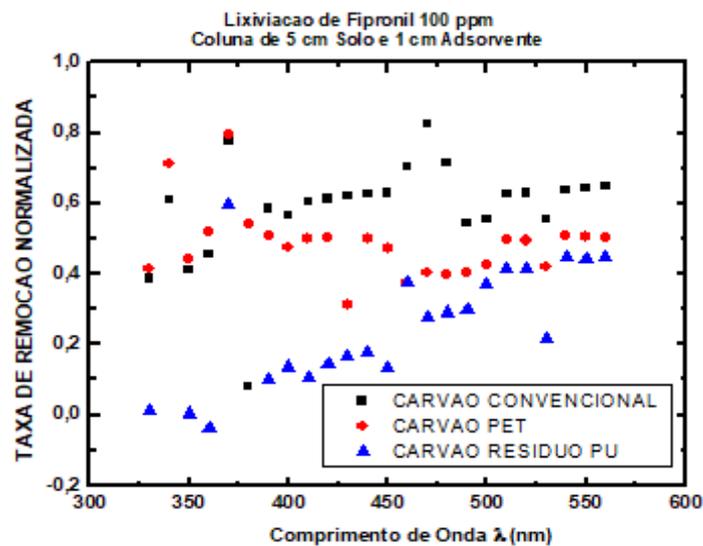


FIGURA 1 – Taxas de remoção normalizadas para diferentes carvões ativos com 1 cm de carvão

O carvão convencional ainda apresenta melhores resultados, no entanto, os carvões alternativos apresentam resultados significativos, com o carvão PET apresentando taxa de remoção em torno de 50% e o carvão PU 40%, porém, o carvão convencional é mais indicado nessa situação.

A figura 2 apresenta o gráfico de taxa de remoção normalizada para as colunas cromatográficas contendo 2 cm de carvão

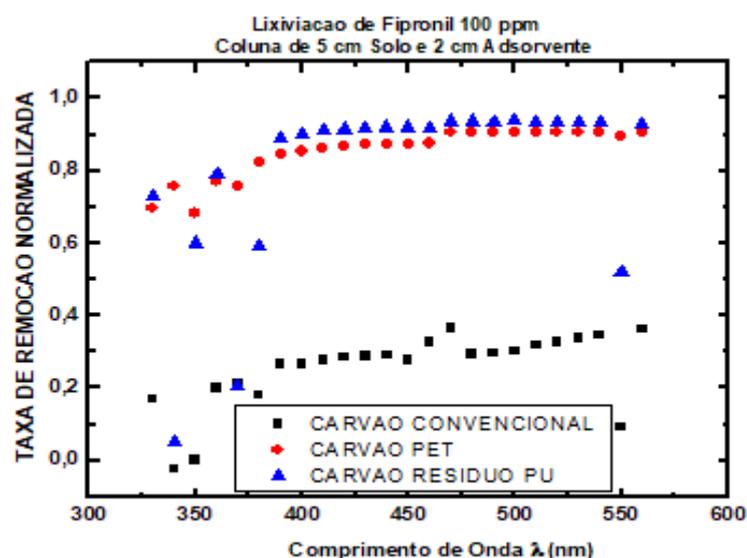


FIGURA 2 – Taxas de remoção normalizadas para diferentes carvões ativos com 2 cm de carvão

O carvão PU se destaca nos resultados apresentando taxa de remoção de até 90%. O carvão PET também confere taxas de remoção superiores ao do carvão convencional, entre 80 a 90%. Neste caso, o carvão convencional se torna o pior desempenho, com taxa de remoção de 40%, sendo o menos efetivo entre os materiais analisados.

O carvão convencional possui grãos menores do que os carvões PET e PU, esta diferença de granulometria pode estar relacionada ao fato das taxas de remoção do carvão convencional serem inferiores do que os não convencionais. Os grãos maiores se posicionam nos espaços vazios do solo, formando uma barreira física que aumenta a capacidade de retenção dos carvões não convencionais.

A figura 8 e 9 demonstra as amostras dos resultados das colunas cromatográficas com 2 cm de carvão.

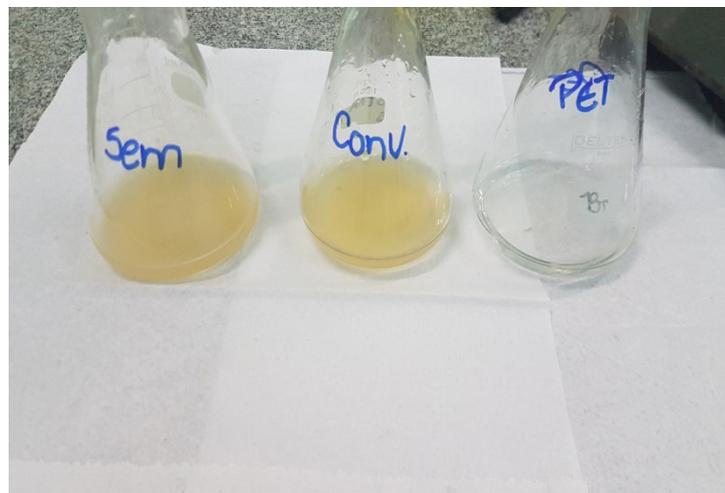


FIGURA 3 – Amostras provenientes das colunas cromatográficas: carvão PET

Na figura 3 a primeira amostra apresenta a coluna cromatográfica apenas com o solo contaminado, a segunda amostra apresenta a coluna com carvão convencional e a terceira com carvão PET

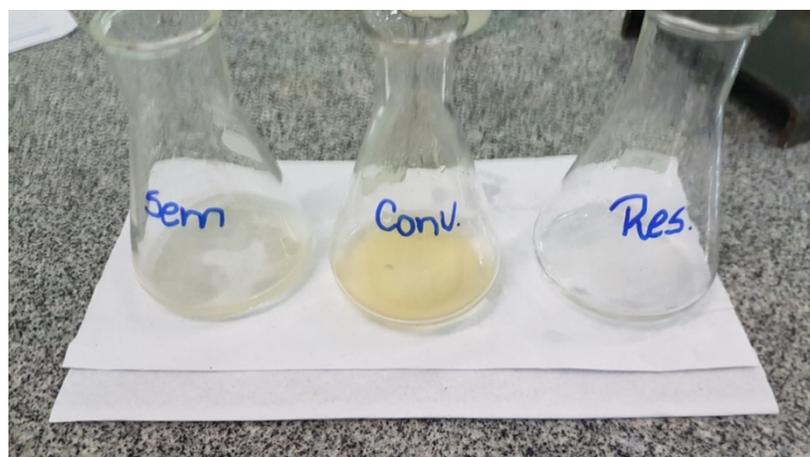


FIGURA 4 – Amostras provenientes das colunas cromatográficas: carvão PU

Na figura 4 a primeira amostra apresenta a coluna cromatográfica apenas com o solo contaminado, a segunda amostra apresenta a coluna com carvão convencional e a terceira com carvão PU.

Pode-se notar que as amostras contendo apenas o solo padrão e as com carvão convencional apresentam uma turbidez significativa em relação às amostras com carvões não convencionais. A granulometria fina do carvão não convencional pode ter influenciado nesse resultado, pois seus pequenos grãos podem ter se misturado à solução causando uma precipitação do material com o líquido da amostra.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram realizadas análises de taxa de remoção de solo contaminado com fipronil com a finalidade de estudar possíveis carvões ativos alternativos para remediação destes solos.

Para as camadas de 1 cm de carvão, os materiais não convencionais apresentaram valores menores, porém, significativos em relação ao convencional.

Já para as camadas de 2 cm de carvão, o carvão de resíduo de PU apresentou as melhores taxas de remoção na maior parte dos comprimentos de onda, chegando a 90%. O carvão de PET apresentou resultados satisfatórios de 80 a 90% de taxa de remoção, o que indica ser também uma boa alternativa ao carvão convencional, junto com o carvão de resíduo PU.

Com este estudo, encontraram-se resultados promissores para os carvões de polietilenotereftalato e poliuretano, apresentando condições iniciais para a adsorção de contaminantes.

REFERÊNCIAS

FAO. **Status of the World's Soil Resources: Main Report**. Rome, Italy: FAO, 2015. 650 p.

IBAMA. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos**. [S. l.], 03 abr. 2019. Disponível em: <http://ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 5 ago. 2019.

ONU. **World Population Prospects 2019: Highlights**. New York, United States: United Nations, 2019. 46 p.

STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. **Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos**. Tecnológica: Revista do dpto. de Química e Física, do depto. De Engenharia, Arquitetura e Ciências Agrárias e do Mestrado em Tecnologia Ambiental, Santa Cruz do Sul, p.15-21, 30 jun. 2011.

ESTUDO DAS CONDICIONANTES AMBIENTAIS DA BIBLIOTECA CENTRAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Maria Lúcia Henriques Gomes

Servidora Técnica-Administrativa e Mestra em
Ciência e Meio Ambiente – E-mail:

Gilmar Wanzeller Siqueira

Servidor Técnico-Administrativo e Professor
Doutor no Programa de Pós-Graduação em
Ciências e Meio Ambiente do Instituto de Ciências
Exatas e Naturais da Universidade Federal do
Pará (PPGCMA/ICEN/UFPA). E-mail: gilmar@
ufpa.br

Teresa Cristina Cardoso Alvares

Servidora Técnica-administrativa e Mestra
em Ciência e Meio Ambiente – ICB/UFPA.
E-mail:alvarescristina@hotmail.com

Maria Ivete Rissino Prestes

Servidora Técnica-Administrativa e Mestra
em Ciência e Meio Ambiente – ICEN/UFPA.
E-mail:mirp@ufpa.br

Milena de Lima Wanzeller

Bacharel e Licenciada em Artes Visuais pela
Universidade da Amazônia (UNAMA) – E-mail:
wanzellermilena@gmail.com

Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

Assistente Social pela Universidade da Amazônia
(UNAMA) e Bacharel em Direito pela Faculdade
Metropolitana da Amazônia (FAMAZ). E-mail:
malics@yahoo.com.br

Diego Figueiredo Teixeira

Licenciado em Pedagogia pela Faculdades
Integradas Ypiranga – E-mail: didiego246@
hotmail.com

Jorge Emílio Henriques Gomes

Professor do Instituto Federal do Amapá (IFPA),

Mestre em Educação Agrícola pela Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ.

RESUMO: Essa pesquisa teve como objetiva analisar as condicionantes ambientais (temperatura, acústica, acessibilidade, equipamento de segurança, luz, saída e sinalização de emergência dentre outros) nas dependências da Biblioteca Central da Universidade Federal do Pará. Como material e método foi utilizado um questionário que foi passado entre os bibliotecários, servidores técnico-administrativos, bolsistas e alunos, posteriormente foi realizado um estudo bibliográfico sobre o assunto. Concluímos que não existe na sua totalidade conforto ambiental na Biblioteca Central da UFPA, sugerindo melhorias para as condicionantes desse importante espaço de convivência da UFPA.

PALAVRAS-CHAVE: Práticas sustentáveis; Biblioteca Central; UFPA.

STUDY OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF THE CENTRAL LIBRARY OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF PARÁ

ABSTRACT: This research aimed to analyze the environmental conditions (temperature, acoustics, accessibility, safety equipment, light, exit and emergency signaling, among others) in

the premises of the Central Library of the Federal University of Pará. As a material and method, a questionnaire was used. It was passed between the librarians, technical-administrative servants, fellows and students; afterwards a bibliographic study on the subject was performed. We conclude that there is no environmental comfort in the UFPA Central Library, suggesting improvements to the conditions of this important UFPA living space

KEYWORDS: Sustainable practices; Central Library; UFPA.

INTRODUÇÃO

O grande desafio que se apresenta para a sociedade hoje é a sustentabilidade. É uma discussão pautada em todos os segmentos da vida humana, que precisa ser refletida, para que se possa propor e estabelecer novas direções e alicerces de desenvolvimento em todo o universo, já que a sustentabilidade compreende os requisitos ambientais, econômico, social e cultural; e, o ser humano, é o centro dentro deste contexto (PINTO *et al.*, 2019).

Diante deste cenário, é imprescindível a produção de bens e serviços para que se possa, por meio do desenvolvimento sustentável, sermos capazes, segundo Reis; Fadigas; Carvalho, (2005), de contribuir para a solução dos problemas existentes e garantir a vida futura, por meio da proteção e da manutenção dos sistemas naturais, fazendo mudanças profundas em todos os sistemas de produção, na organização da sociedade e na utilização de recursos naturais indispensáveis (REIS; FADIGAS; CARVALHO, 2005).

Assim, diante dessas perspectivas de práticas de sustentabilidade, temos o universo das bibliotecas públicas, na qual podemos pensar em ações eficazes para que esse espaço colabore com o desenvolvimento sustentável, adequando-as às atividades laborais, possibilitando melhoramentos na qualidade de vida e bem-estar das diferentes gerações de usuários (PINTO *et al.*, 2019).

Nestes eventos, percebe-se a necessidade de estudo mais apurada no que tange a contribuição das bibliotecas para o desenvolvimento sustentável, pois as bibliotecas públicas dependem do profissional bibliotecário, do contexto local e dos recursos disponíveis para alcançar os objetivos propostos pela gestão (IFLA, 2015).

Neste sentido, essa pesquisa teve como objetivo principal verificar como as condicionantes na biblioteca central da UFPA são gerenciadas, no que se refere ao conforto ambiental.

METODOLOGIA

Como instrumento de coleta foi usado questionário fechado, aplicados aos bibliotecários, servidores técnico-administrativos, discentes e bolsistas. Ainda que o questionário não permita, de certa forma, ir tão longe como uma entrevista, não

deixa de ser um bom instrumento de medida que ajuda a organizar e a controlar os dados. Em complementação aos procedimentos técnicos, foi utilizada a pesquisa bibliográfica e o estudo de caso, segundo Gil (1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O clima, o excesso de calor, de vento ou de frito prejudica o desempenho das atividades diárias, pois, quando inadequado provoca desconforto para o indivíduo. Portanto, é necessário que tenham equipamentos adequados para cada situação, não só para dá apoio aos trabalhadores, mas para dá também suporte aos acervos bibliográficos, já que podem sofrer ação intempérica de agentes poluidores. Então, as exigências para as condições ambientais para os usuários e os acervos são distintas. Logo, o conforto térmico é um condicionante importante dentro do espaço de uma biblioteca.

Ao analisamos a figura 01, podemos observar que tantos os bibliotecários como os técnico-administrativos corroboram em suas respostas, advogando que as condições termais da biblioteca central da UFPA estão adequadas com as necessidades básicas desse ambiente, os percentuais obtidos foram de 28% e 30%, respectivamente. Porém, quando averiguamos as respostas dos bolsistas e os alunos, os mesmos não tiveram a mesma visão dos bibliotecários e dos servidores técnicos. Sendo que, 50% dos bolsistas e 25% dos alunos discordam que as condições termais da biblioteca central da UFPA satisfazem as ideias de conforto ambiental. Tal discrepância pode ser explicada, visto que os prováveis locais que os bibliotecários e os técnico-administrativos exercem suas atividades rotineiras são climatizados, ao contrário dos locais dos alunos e bolsistas.

A literatura nos mostra que o conforto ambiental para as pessoas, no tange as oscilações das temperaturas, oscilam entre 20 °C a 23 °C e a conservação do acervo exigem temperaturas em torno de 21,1°C para suporte em papel e 18,3°C para outros tipos de suportes (TRINKLEY, 2001). As oscilações de temperaturas e umidade são danosas a qualquer tipo de acervo bibliográfico. Vale ressaltar que por mais que se busque o conforto humano, não se deve deixar de lado a concepção de preservação do acervo, chamada por Trinkley (2001) de “zona de conforto da coleção”.

Diante das percepções dos usuários questionados contata-se que não é uma unanimidade que existe conforto térmico desejado para a biblioteca central da UFPA, tendo em vista que os valores de percentuais observados principalmente para os bolsistas atingiram 50% de negatividade nas arguições realizadas.

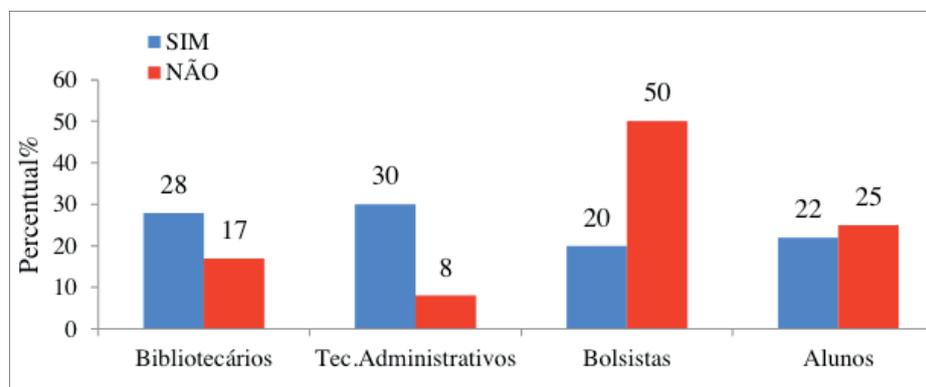


Figura 1: A temperatura dentro da biblioteca é adequada.

Ao verificarmos a figura 02, nota-se que houve uma similaridade nas respostas dos bibliotecários e servidores técnico-administrativos em relação ao nível de iluminação da biblioteca central da UFPA atendendo as necessidades básicas de leitura e pesquisa do usuário, sendo que, 28 % dos bibliotecários e 30% dos técnicos relataram que a iluminação dos espaços da biblioteca atende as regras gerais básicas, sendo que a diferença foi mais marcante entre os técnico-administrativos.

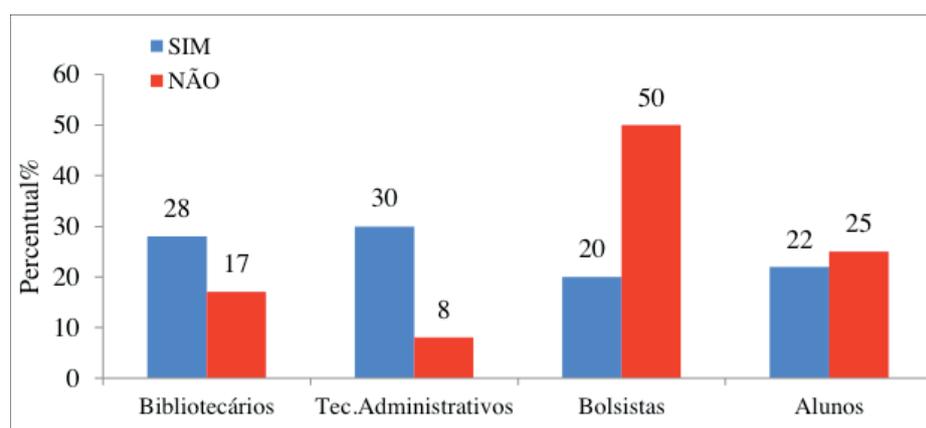


Figura 2: A iluminação dentro do espaço da biblioteca atende suas necessidades de estudo e leitura.

A figura 03 acima apresenta uma visualização parcial do corredor da biblioteca central da UFPA no tange a iluminação, a priori o ambiente deve ser adequado para que haja o bem-estar dos usuários e preservação do acervo, principalmente, no que se refere à iluminação, visto que isso interfere diretamente os que frequentam esse espaço.



Figura 3: Vista de um dos corredores do interior da biblioteca central com as respectivas luminárias.

Fonte: Crédito dos autores (2019).

Para Santos (2012) a iluminação deve ser definida como componente que acomoda conforto aos usuários e a equipe da biblioteca, proporcionando a absorvimento de dados disponíveis em vários tipos de suportes.

Quando avaliamos as respostas dos bolsistas e os alunos, observamos uma variação bem significativa principalmente nas respostas dos bolsistas, sendo 50% dos entrevistados disseram que essa iluminação deixa desejar no critério de luminosidade, já os alunos arguidos em suas respostas foram bem similares entre si (22% dando como respostas sim e 25 % como não). Há, então, uma maior crítica dos bolsistas quanto à questão luminosidade, ainda que nas dependências da biblioteca central da UFPA haja paredes de vidro que fornecem incidência de luz natural (vide figura 04), inferimos disso a probabilidade de que a iluminação no prédio dessa biblioteca pode ser muito bem aproveitada em um futuro próximo.



Figura 4: Vista parcial das janelas laterais do interior da biblioteca central.

Fonte: Crédito dos autores (2019).

Quando consideramos a sustentabilidade social e a inclusão social não podemos ignorar as pessoas com deficiência física. Sobre a avaliação da acessibilidade do usuário a biblioteca central da UFPA, a partir do relato dos entrevistados foi possível

identificar alguns instrumentos que servem de referência para essa biblioteca no que diz respeito a esse tema. Verificou-se que houve uma grande diferença dos percentuais principalmente entre os bolsistas que executam atividades nessa biblioteca, sendo 62 % relatam que esse local não possui acessibilidade aos portadores de necessidades especiais, sendo que, os servidores técnico-administrativos também corroboram com esse relato, porém em percentuais mais baixos (31%), já os bibliotecários e alunos relatam que esse local tem plena condições de acessibilidade para as pessoas, perfazendo um percentual de 29% e 27 %, respectivamente (vide figura 05).

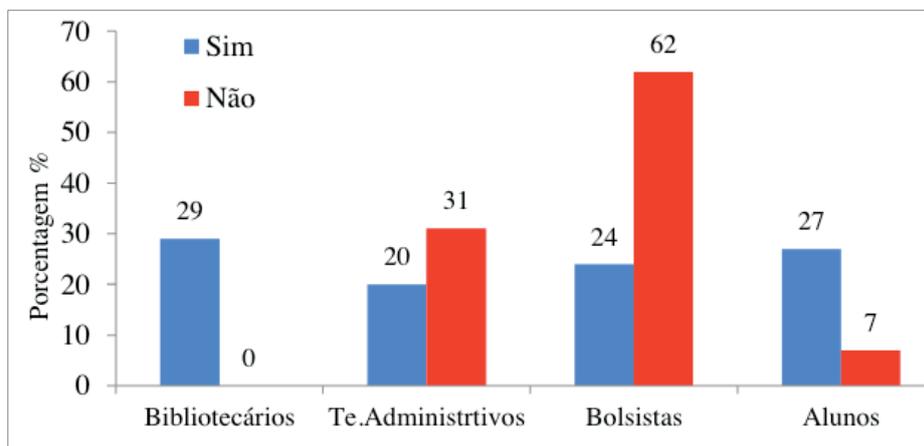


Figura 5: A acessibilidade da biblioteca para os portadores de necessidades especiais é adequada.

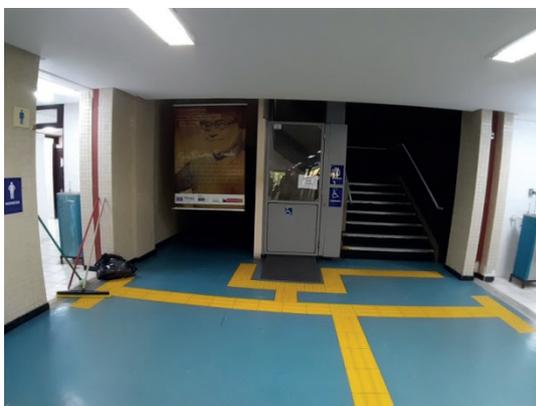


Figura 6: Vista parcial do elevador de acessibilidade da biblioteca central para o piso superior.

Fonte: Crédito dos autores (2019).

De maneira geral, no período da visita técnica dos autores dessa pesquisa para coletar as informações na biblioteca central da UFPA, observou-se que o acesso aos pavimentos superiores por pessoas com deficiência é possibilitado apenas por meio de um elevador que na impossibilidade de uso do mesmo a circulação é prejudicada, pois a biblioteca não possui rampas para os andares superiores (vide figura 06 acima).

A Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000 estabelece “normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência física ou mobilidade reduzida”. O Art. 17 é voltado para a designação do poder público para

a promoção e eliminação de barreiras. Ressalte-se que para o pleno exercício da cidadania se faz necessário que todo cidadão tenha acesso aos serviços oferecidos pelo estado de maneira igualitária. Algumas iniciativas necessárias podem ser tomadas pela gestão dessa biblioteca, como a formação de servidores para o atendimento às pessoas com deficiência, a disponibilização dos recursos de acesso à informação em maior quantidade e os softwares instalados em todos os computadores, bem como a disponibilização de um local específico para melhor acolher e ampliar a possibilidade de novos serviços.

Considerando que a sinalização do ambiente interno de uma biblioteca, tem por objetivo a orientação dos usuários quanto aos serviços que a biblioteca oferece, facilitando o seu acesso, seu uso e dinamizando seu funcionamento para o usuário, os entrevistados nessa pesquisa foram questionados com relação ao espaço interno da biblioteca é adequadamente sinalizado. Observou-se no figura 07 que 62% dos alunos arguidos que frequentam esse local deram uma resposta negativa com relação a esse item questionado, sendo que, 38% dos bolsistas também acompanham esse mesmo raciocínio com relação a essa negatividade sobre a existência de sinalização no espaço interno da biblioteca central da UFPA. Enquanto que os bibliotecários e os servidores técnico-administrativos deram respostas positivas (27% e 25%) sobre a existência de sinalização interna na biblioteca central.

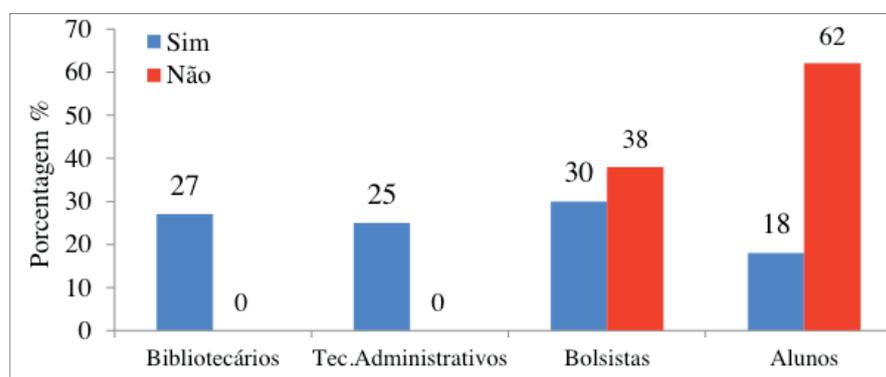


Figura 7: O espaço interno da biblioteca é adequadamente sinalizado.

De maneira geral um bom sistema de sinalização é um fator importante na disponibilização dos serviços e produtos oferecidos pelas bibliotecas públicas de instituições de ensino superiores, pois, uma sinalização deficiente dificulta consideravelmente a busca, recuperação e o uso da informação (MACHADO, 2003/2004). Outrossim, uma comunicação visual interna bem planejada também pode facilitar muito a movimentação dos usuários de forma autônoma no ambiente da biblioteca, conforme afirma Figueiredo (1990 citado por VANZ, s.d., p. 4-5) “ a adoção de comunicação visual ou de ampla sinalização o facilita o auto-serviço e diminui a demanda de orientação, deixando o usuário mais a vontade e com possibilidade de se locomover e encontrar o que busca na biblioteca.

Regularmente os responsáveis por diferentes tipos de bibliotecas de instituições

de ensino superiores, se deparam com o problema de gestão do seu espaço físico. Neste contexto a visualização de um bom projeto de *layout* facilitaria em muito os gestores das bibliotecas no entendimento de uma proposta para adequação do seu espaço físico.

De acordo com Cury (2000, p. 36):

Layout corresponde ao arranjo dos diversos postos de trabalho nos espaços existentes na organização, envolvendo além da preocupação de melhor adaptar as pessoas ao ambiente de trabalho, segundo a natureza da atividade desempenhada, a arrumação dos móveis, máquinas, equipamentos e matérias primas.

Nessa pesquisa 27% dos arguidos no que se refere aos bibliotecários disseram que a biblioteca central da UFPA o *layout* é adequado e organizado para o usuário de um modo geral, com relação aos técnico-administrativos os mesmos corroboraram também com essa premissa, perfazendo um percentual de 25%. Porém, os alunos e bolsistas não concordaram e tiveram percentuais de 37% discordando que o *layout* não é adequado para a o bom funcionamento da biblioteca central da UFPA. Todos os valores de percentuais observados nesse estudo para essa situação podem ser visualizados na figura 08.

As necessidades de gerenciamento do espaço físico em ambientes como bibliotecas, demandam uma atenção toda especial do gestor. Projetos de *layout* permitem que ele avalie a eficiência das atividades exercidas na organização e as reconfigure sempre que necessário organizando a disposição de móveis, objetos e atividades.

Para Segundo, *et al.*, (2013), o usuário quando busca por informação, se desestimula ao dar inúmeras voltas para encontrar o que quer. Imagine se em uma determinada unidade, onde a mesa de empréstimos esteja localizada no terceiro piso, o acervo no primeiro, os acentos no segundo e assim por diante, a disposição dos serviços imputaria ao usuário peregrinação sem fim. A carência de um espaço físico bem delineado, com uma organização bem elaborada, interfere diretamente nos usuários e nos funcionários da biblioteca, podendo ser a causa de conflitos e relacionamentos difíceis, baixa produtividade, baixa qualidade de atendimento, alta rotatividade de funcionários e baixa frequência de usuários.

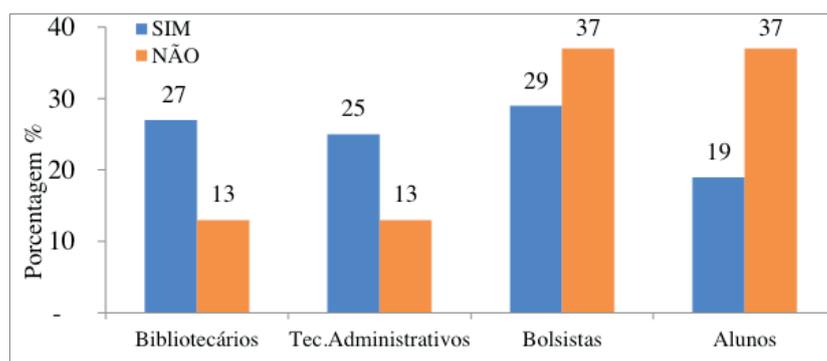


Figura 8: O layout da biblioteca é organizado e adequado à área de circulação.

Conforme a NBR 10152 e 10151 sobre níveis de ruído para conforto acústico, prevê que para bibliotecas os níveis de ruído estejam entre 35 e 45 dB. Neste estudo como não medimos esse ruído, tivemos que tomar por base as perguntas realizadas aos usuários.

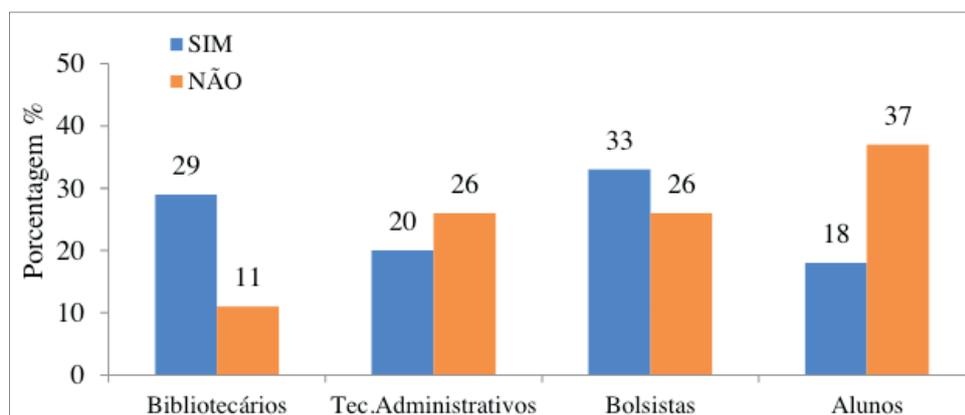


Figura 9: Existe conforto acústico.

De acordo com a análise dos resultados, observamos que os bibliotecários e os bolsistas concordam que a biblioteca central da UFPA existe certo conforto acústico, 26% e 33% dos bibliotecários e bolsistas concordam com essa afirmação. Já os técnicos e os alunos alegam que essa biblioteca é deficitária nesse aspecto, tendo percentuais 26% e 37%, de negatividade com relação à acústica do local (vide figura 09 acima).

Pode ser concluído que o ambiente estudado não está tão adequado com relação a essa condicionante. Os sérios problemas causados por excesso de ruídos, como fadiga, estresse, perturbações do sono, irritabilidade, distúrbios de aprendizagem, falta de concentração, dentre outros, têm sido estudado nas últimas décadas por diversos profissionais, e reforçam ainda mais a necessidade de um controle da poluição sonora em diversos ambientes. A priori pequenas mudanças no interior (revestimento do teto e do piso), já trás algumas melhorias nesse quesito, geralmente as fontes internas de ruído predominantes nas bibliotecas de um modo geral, são advindas de ventiladores, telefone da administração, computadores dos próprios usuários, uso de aparelhos eletrônicos, carrinho dos livros do setor de circulação, ou até mesmo ruídos externos. O grande problema é que a realidade das bibliotecas nas universidades, é que não sofreram adaptações com o passar dos anos, na questão do isolamento acústico, e seu conforto acústico é pouco estudado no Brasil.

É de praxe que as instalações físicas de uma biblioteca de um modo geral, devem proporcionar às usuários um ambiente confortável para o desenvolvimento de suas atividades afins, bem como oferecer condições favoráveis à preservação do acervo bibliográfico. Quando analisamos os dados coletados no questionário realizado com os usuários e os indicativos dos estudos das condicionantes pesquisados revelam no ponto de vista dos alunos (67%) que há conforto para estudo e leitura na biblioteca

central da UFPA. Existem algumas ressalvas, visto que, os bibliotecários e os servidores técnicos tiveram os percentuais de 26% e 24%, respectivamente, de que existe conforto para estudo e leitura na biblioteca central. Os percentuais obtidos para os bolsistas foram bem similares entre si (31% sim e 33% não).

Barros (2012) relata que o dimensionamento e a dedicação no planejamento são fundamentais para a elaboração de um bom projeto e excelente produto final. Dessa forma, o desgaste gerado pela falta de uma boa estrutura, que ofereça uma boa climatização, iluminação, acústica e acomodação para acervo, usuários e servidores é sentido negativamente, evidenciando a necessidade imperativa de qualidade, funcionalidade e conforto numa biblioteca. De certa forma, uma biblioteca universitária deve contemplar a ideia de oferecer conforto de estudo e leitura para seus usuários, principalmente porque pode interferir negativamente no desempenho intelectual principalmente dos alunos.

A figura 10 apresenta os resultados em termos de percentuais os resultados das perguntas realizadas aos usuários que fizeram parte dessa pesquisa.

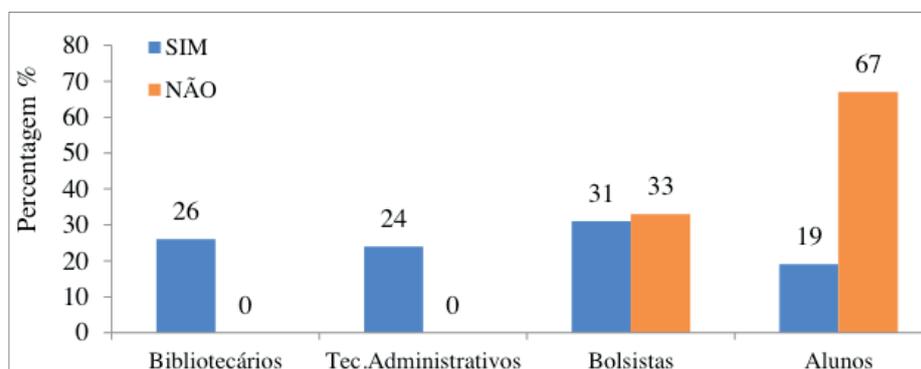


Figura 10: O ambiente da biblioteca é confortável para estudo e leitura.

Segundo Vasconcelos, *et al.*, (2019), um incêndio em uma biblioteca pode ser devastador e suas consequências podem permanecer por anos. Além das perdas materiais, como a queima de livros e acervos valiosos há de se considerar as possíveis perdas humanas e as consequências psicológicas que perdurarão nas pessoas envolvidas no incêndio bem como em seus familiares (VASCONCELOS, *et al.*, 2019, p. 25).

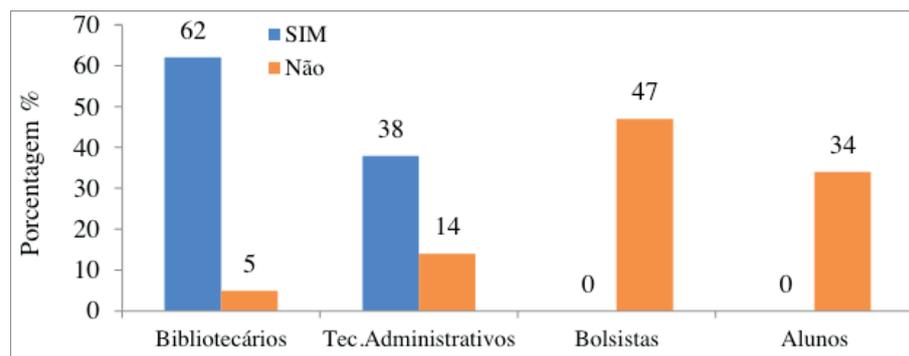


Figura 11: Existem de saída de emergência em caso de sinistro (incêndios, inundações e vendavais).

De acordo com a figura 11 acima, os bibliotecários foram os que mais referendaram que a biblioteca central da UFPA existe saída de emergências em casos de incêndios ou outros desastres naturais, com um percentual de 62%, logo depois os servidores técnico-administrativos aparecem perfazendo um total de 38%, corroborando com a ideia central que na biblioteca central há existência dessas saídas de emergências. Porém, foi verificado que os bolsistas e os alunos discordam dessa afirmativa, 47% dos bolsistas e 34% dos alunos desconhecem que na biblioteca central da UFPA existem quaisquer saídas de emergência, e o que é pior nunca ouviram falar.

A partir das análises *in loco* e das condições de segurança da edificação em questão quanto às saídas de emergência podemos aferir que as instalações presentes na biblioteca central da UFPA, não estão de acordo com a legislação vigente. O que foi visualizado foi uma saída lateral que pode funcionar como uma saída de emergência deste que as normas técnicas sejam aplicadas por profissionais especializados (vide figura 12). De certa forma o que a literatura sugere-se para essa situação, é que as portas das saídas de emergência devem ser portas corta-fogo, que para além de impedirem a passagem de chamas, fumos ou gases resultantes do incêndio, impedem também que a temperatura suba acima de um determinado limite, na face oposta à da combustão.

Algumas irregularidades que oferecem risco aos usuários dessa biblioteca em caso de incêndio foram notadas, uma delas é a falta de informações pertinentes, esclarecimentos ao usuário e saídas de emergência adequadas com a legislação em vigor. Dessa forma cabe a gestão da biblioteca central da UFPA regularizar a situação relatada, principalmente pelos bolsistas e os alunos, para que não venha sofrer sanções que virão a afetar diretamente toda a comunidade universitária.



Figura 13: Vista da saída lateral externa e interna da biblioteca central

Fonte: Crédito dos autores (2019).

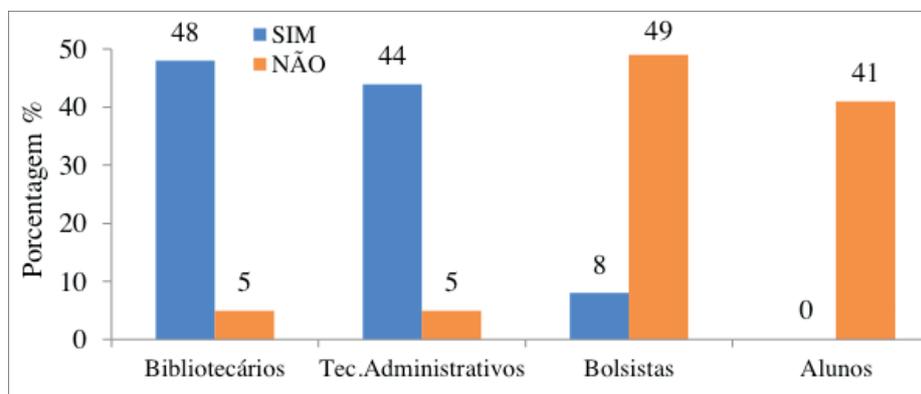


Figura 14: Existem sinalização de emergência.

Analisando a figura 14 acima, tanto os bibliotecários como os servidores técnico-administrativos, referendam que existe sinalização de emergência na biblioteca central, perfazendo um percentual de 48% e 44%, respectivamente. Já os bolsistas e os alunos que foram questionados, sinalizaram que não existe sinalização de emergência na biblioteca central, aparecendo com percentuais de 49% e 41%, respectivamente.

Como norma técnica, no que diz respeito à sinalização de segurança todas as placas de sinalização em bibliotecas que indicam proibição, perigo, emergência e meios de intervenção devem ser de material rígido e fotoluminescente. Respeitante às características de sinalização, os sinais indicativos sobre o material de combate a incêndios deverão ter forma retangular ou quadrada e um pictograma branco sobre fundo vermelho.

De acordo com o que foi exposto na Conférence des recteurs et des principaux des universités du Québec (1995, p. 20), as bibliotecas devem seguir três regras essenciais de modo a garantir a eficácia dos extintores de incêndio. Em primeiro lugar, devem ser verificados regularmente, para que fique assegurado que estão devidamente carregados e em boas condições de funcionamento. Em segundo lugar, deve haver o cuidado de colocar as instruções de operação na parte da frente do extintor. Finalmente, os extintores devem ser colocados em locais de fácil acesso e grande visibilidade perto das saídas de emergência. Essas regras podem ser consideradas para o gestor da biblioteca central da UFPA, visto que na visita técnica realizado nesse local, foi verificado *in situ* que os extintores estão mal localizados e posicionados (vide figura 15).



Figura 15: Vista do posicionamento inadequado dos extintores de incêndio na biblioteca central.

Fonte: Crédito dos autores (2019).

Com relação à coleta de dados realizada na biblioteca central da UFPA na forma de questionários, verificamos que 29%, 27% e 35% dos bibliotecários, servidores técnico-administrativos e bolsistas, respectivamente, dizem em suas respostas que existem equipamentos de segurança disponível nessa biblioteca, porém, os alunos em sua grande maioria desconhecem a existência desses equipamentos no local, totalizando 85% de negatividade (vide figura 16).

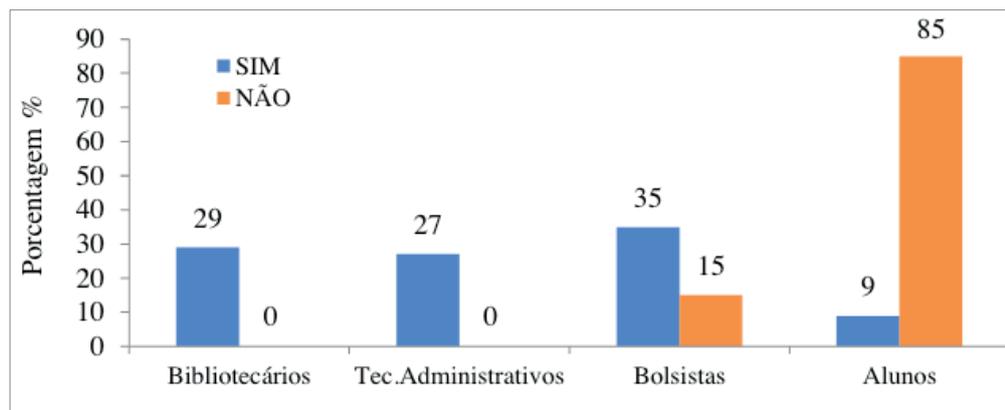


Figura 16: Existem os equipamentos de segurança/emergência (extintores).

Essa grande negatividade dos alunos com relação a esse desconhecimento, pode ser facilmente corrigido, através de uma boa divulgação, palestras de profissionais da área de segurança e até uma visita mediativa dos bombeiros para esclarecimento técnico aos usuários.

CONCLUSÕES

Concluimos nesse trabalho, em função dos resultados obtidos tomando por base as condições ambientais (temperatura, acústica, acessibilidade, equipamento de segurança, luz, saída e sinalização de emergência dentre outros) no interior da Biblioteca Central da UFPA, revelou-se que essas condições ambientais precisam

ser melhoradas. A priori recomenda-se que sejam realizadas adaptações no prédio para amenizar algumas condições de conforto ambiental no ambiente, segundo recomendações dos alunos e bolsistas, visto que os mesmos foram os mais questionadores de que esse espaço de convivência tão importante para comunidade universitária precisa passar por um processo de adequação.

REFERÊNCIAS

BARROS, Maria Helena T. C. de. Arquitetura de bibliotecas: a modelagem proporcionada por estruturas novas, ampliações e reformas. In: BARBALHO, Célia Regina Simonetti (Org.) et al. Espaços e ambientes para leitura e informação. Londrina: ABECIN, 2012.

CONFÉRENCE DES RECTEURS ET DES PRINCIPAUX DES UNIVERSITÉS DU QUÉBEC (1995) - **Guide d'élaboration d'un plan d'urgence** [Em linha]. [S.L] Bibliothèque nationale du Québec, (1995) [Consult. 17 Fev. 2017]. Disponível em [www:URL:http://www.banq.qc.ca/documents/a_propos_banq/nos_publications/nos_publications_a_z/guidedla.pdf](http://www.banq.qc.ca/documents/a_propos_banq/nos_publications/nos_publications_a_z/guidedla.pdf), acesso em 12 de agosto de 2019.

CURY, Antônio. **Organização e métodos**: uma visão holística. 7. ed. São Paulo: Atlas. 2000.

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE ASSOCIAÇÕES E INSTITUIÇÕES BIBLIOTECÁRIAS (IFLA). **O profissional bibliotecário na visão da IFLA**: oportunidades e desafios. Plano Estratégico da IFLA, 2015-2016. Palestra proferida por Sigrid Weiss, Florianópolis: Curso de Biblioteconomia, 17 de set. 2015.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1996. 159 p.

LEGISLAÇÃO INFORMATIZADA - LEI Nº 10.098, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2000 - Publicação Original. Disponível em <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2000/lei-10098-19-dezembro-2000-377651-publicacaooriginal-1-pl.html>, acesso em 24 de julho de 2019.

MACHADO, M.M. Mapeamento espacial e proposta de sinalização no serviço de periódicos da Biblioteca Central da UFSC. **Rev. ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina**, Florianópolis: ACB, v. 8/9, p. 70-77, 2003/2004.

PINTO, Marli Dias Souza. Profissional da informação na busca de liderança e na convergência de competências. Florianópolis, 2003, 150 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, 2003. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84890>, acesso em 23 de agosto de 2019.

REIS, L. B.; FADIGAS, E. A. A.; CARVALHO, C. E. **Energia, recursos naturais e a prática de desenvolvimento sustentável**. Barueri: Manole, 2005.

SEGUNDO, S. J. da S.; ARAÚJO, W. J. de.; LOPES, W-A. A. Projeto de *Layout de Biblioteca Assistido por Ferramenta de Software para Criação de Arranjo Físico em 3D*: Estudo Aplicado à Biblioteca da Faculdade IDEZ. **Inf. Inf.**, Londrina, v. 18, n.1, p. 184 – 205, jan./abr. 2013. Disponível em <http://www.uel.br/revistas/informacao/>, acesso em 17 de julho de 2019.

TRINKLEY, Michael. Considerações sobre preservação na construção e reforma de bibliotecas: planejamento para preservação. 2. ed. Rio de Janeiro : Arquivo Nacional, 2001, disponível em <http://www.unirio.br/unirio/cchs/eb/arquivos/tccs-2016.2/Cristiano%20Furtado%20Rodrigues.pdf>, acessado em 10 de setembro de 2019.

VANZ, S.A.S. **Padrões para infra-estrutura e mobiliário de bibliotecas**. (s.n.t.).

VASCONCELOS, C. S.F. VILLAROUÇO, V.; SOARES, M.M. Avaliação Ergonômica do Ambiente Construído: Estudo de caso em uma biblioteca universitária. *Ação Ergonômica*, v. 4, n. 1, p.5-25, 2009.

REUTILIZAÇÃO DE AREIA DESCARTADA DE FUNDIÇÃO NA PRODUÇÃO DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL

Sueli Tavares de Melo Souza

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento Acadêmico de Ambiental
Londrina - PR

Natalia Cristina Martini

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento Acadêmico de Ambiental
Londrina - PR

Tatiana Vettori Ferreira

Centro Universitário Filadélfia
Londrina - PR

RESUMO: A indústria de fundição é responsável pela geração de grande volume de resíduos com potencial de prejudicar a saúde pública e o meio ambiente. A areia descartada de fundição (ADF), sendo o seu principal resíduo, é classificada pela ABNT NBR 10.004:2004 como Classe I ou Classe II-A, conforme os elementos utilizados na mistura que irão, ou não, lhe atribuir periculosidade. A necessidade de desenvolver técnicas para a reutilização da ADF, com o intuito de minimizar o volume de disposição em aterros, não só proporciona vantagens relacionadas ao custo do aterramento, mas pode gerar economia quando for utilizada na substituição parcial em processos que utilizam areia virgem natural. Os benefícios ambientais acarretados, seriam a prolongação da vida útil de aterros industriais e

a redução da demanda da extração de recursos naturais. Neste contexto, este trabalho objetiva a viabilidade técnica da produção de blocos de concreto estrutural (14x19x34) com a utilização de ADF como agregado miúdo. Foram efetuados testes de lixiviação e solubilização que classificaram a areia descartada de fundição utilizada como Classe II – A. Em seguida, realizou-se, a caracterização física (massa unitária, massa específica, material pulverulento e granulometria) de todos os agregados constituintes da mistura do bloco de concreto e determinou-se a substituição parcial de 15% da areia natural pela ADF. Os blocos produzidos foram caracterizados de acordo com os parâmetros: análise dimensional, absorção de água e resistência à compressão axial aos 28 dias. Todos os requisitos relacionados neste trabalho foram atingidos, comprovando a viabilidade técnica do bloco com adição de ADF com função estrutural.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo sólido industrial; Indústria de fundição; Reaproveitamento de resíduos; Alvenaria estrutural.

REUSE OF SAND CASTING DISCARDED FOR FABRICATION OF STRUCTURAL CONCRETE BLOCK

ABSTRACT: The foundry industry is responsible for generating large volumes of waste with

potential to harm public health and the environment. Discarded sand casting (ADF), being its main waste, is classified by ABNT NBR 10.004: 2004 as Class I or Class II-A, according to the elements used in the mixture that will or will not give it hazardousness. The need to develop techniques for the reuse of the ADF, in order to minimize the volume of landfill disposal, not only provides advantages related to the cost of grounding, but can generate savings when used in partial replacement in processes that use natural virgin sand. The environmental benefits entailed would be the extension of the useful life of industrial landfills and the reduction of the demand of the extraction of natural resources. In this context, this work aims at the technical feasibility of the production of structural concrete blocks (14x19x34) with the use of ADF as a small aggregate. Leaching and solubilization tests were carried out, which classified the casting sand used as Class II - A. Afterwards, was held a physical characterization (unit mass, specific mass, pulverulent material and grain size) of all the aggregates constituting the mixture of the concrete block and was determined the partial replacement of 15% of the natural sand by the ADF. The blocks produced were characterized according to the parameters: dimensional analysis, water absorption and resistance to axial compression at 28 days. All requirements related in this work were achieved, proving the technical feasibility block with structural function with addition of ADF.

KEYWORDS: Industrial solid waste; Foundry industry; Waste reuse; Structural masonry.

1 | INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial nos últimos séculos e a evolução do setor industrial contribuíram para o aumento de volume de resíduos gerados pela população. Conseqüentemente, levantou-se a questão sobre a correta destinação dos mesmos para que os danos ao meio ambiente fossem minimizados. Dessa forma, faz-se necessário que sejam desenvolvidas diferentes técnicas de reciclagem desses resíduos, evitando dessa forma o descarte em aterros.

Neste contexto, o setor de fundição contribui ao utilizar como matéria-prima, em sua produção, a sucata metálica; porém, em contrapartida, acaba gerando um volume significativo de resíduo de areia usada na moldagem, conhecida como areia descartada de fundição (ADF).

A areia descartada de fundição é essencialmente composta por areia de sílica (85-95%), argila de bentonita (4-10%), aditivos carbonáceos (2-10%) e água (2-5%) (SIDDIQUE, NOUMOWE, 2008). Após a produção do fundido, nota-se que esta composição se mantém no resíduo produzido.

A produção de fundidos no Brasil firmou-se entre os anos 1970 e 1980, graças aos grandes investimentos em infraestrutura e o crescimento da indústria automotiva. Evidenciou-se uma expansão de aproximadamente 1 milhão de fundidos produzidos nesse período (CASOTTI, FILHO, CASTRO, 2011).

O Brasil encontra-se na nona posição do *ranking* mundial de maiores produtores

de fundidos, totalizando uma produção de aproximadamente 2,3 milhões de toneladas anuais (METALCASTING DESIGN & PURCHASING, 2017).

A disposição final desse resíduo em aterros industriais reduz a vida útil dos mesmos, devido ao significativo volume descartado. Além disso, quando a ADF é descartada inapropriadamente podem ocorrer impactos ambientais resultantes da contaminação do solo e lençóis freáticos resultantes da lixiviação e solubilização de concentrações excessivas de resinas fenólicas, metais e não metais geralmente encontrados em sua composição (MACIEL, 2005).

O setor da construção civil tem sido apontado como um mercado potencial para a solução de resíduos da fundição devido à viabilidade relacionada com a utilização das areias como agregado fino para a fabricação de tijolos cerâmicos ou blocos de concreto (BIOLO, 2005).

Neste contexto tem-se o estudo conduzido por AVRELLA *et al.* (2015), no qual foi avaliado o desempenho de resistência à compressão aos 28 dias de prismas de blocos de concreto com adição parcial de 10%, 20% e 30% de areia de fundição como agregado miúdo. Os resultados mostraram que as adições com 10% e 20% apresentaram resistência superior à argamassa, resultando no rompimento da mesma. Entretanto, a adição de 10% apresentou desempenho superior dentre as outras adições. Por fim, concluiu-se que a resistência característica do concreto à compressão (f_{ck}) do bloco com 10% de adição é inferior ao do bloco de referência, porém apresenta superioridade quando analisado no ensaio de prisma.

No estudo feito por De Souza *et al.* (2016) avaliou-se também o desempenho de blocos de concreto com adição de areia descartada de fundição. Antes da produção do artefato foram confeccionados diversos corpos de prova em diferentes concentrações em ordem crescente a cada 5% até a substituição total da areia natural por este resíduo. Após a cura aos 28 dias dos blocos de concreto, foram realizados ensaios de absorção de água e resistência à compressão axial. Os resultados mostraram que o bloco com 35% de adição de resíduo apresentou melhor resultado para ambos os ensaios.

No intuito de continuar os estudos relacionados com a confecção de blocos de concreto com a utilização de areia de fundição, buscou-se também substituir parte da areia natural por areia de fundição de modo a produzir blocos de concreto com resistência de 4,5 MPa aos 28 dias e com níveis aceitáveis de absorção.

2 | METODOLOGIA

Os materiais utilizados para a confecção do bloco de concreto foram: areia natural de rio, pó de pedra, pedrisco, areia descartada de fundição, cimento *Portland* (CP-V – ARI), água e argamassa. Vale ressaltar que, para validar o estudo foi necessário submeter o resíduo da areia de fundição aos ensaios de lixiviação e solubilização,

os quais comprovaram que os limites impostos pela NBR 10004 “Resíduos Sólidos – Classificação” não foram extrapolados (ABNT, 2004).

Para viabilizar a confecção dos blocos foi feita uma parceria com uma fábrica de blocos de concreto consolidada na região, de modo a comparar os blocos de 4,5 MPa designados no estudo como “referência” com os produzidos utilizando-se os resíduos de areia de fundição. Estabeleceu-se então, de acordo com o cronograma da fábrica, que seriam produzidos blocos da família 15 x 40 com largura 140 mm, altura 190 mm e comprimento 340 mm, denominado como Amarração em “L”, conforme a NBR 6136 “Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos” (ABNT, 2016).

Dessa forma, a metodologia desta pesquisa ocorreu em duas etapas: caracterização dos agregados e dos blocos (Figura 1). A primeira etapa foi realizada seguindo as diretrizes normativas demonstradas no Quadro 1. A caracterização dos agregados é de extrema importância para a confecção do traço e para este estudo foi incluída a caracterização da areia descartada de fundição, que substitui parte da areia natural de rio. Dessa maneira, foi possível compará-las e assim pré-determinar o percentual de substituição no traço do bloco de concreto.

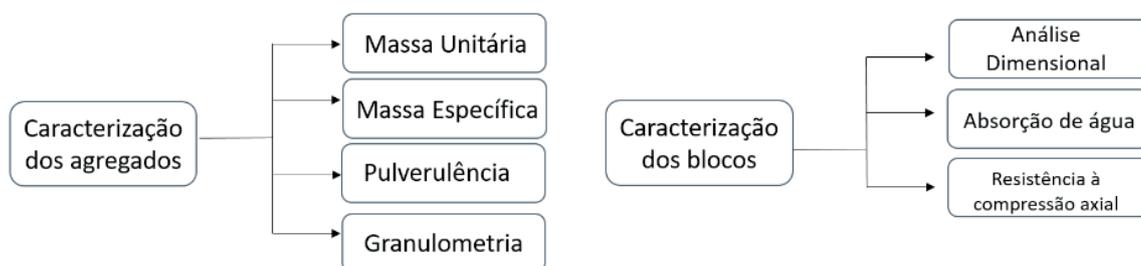


Figura 1 – Etapas da metodologia.

FONTE: Autorial Própria.

| Ensaio | Norma |
|------------------|--|
| Massa Unitária | NM45: 2006 “Agregados – Determinação da massa unitária e do volume de vazios” |
| Massa específica | NBR 9775:2011 “Agregado miúdo – Determinação do teor de umidade superficial por meio do frasco de Chapman – Método de ensaio” NM 53:2009 “Agregado graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água” |
| Pulverulência | NM 46:2003 “Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira 75µm, por lavagem” |
| Granulometria | NM 248:2003 – “Agregados – Determinação da composição granulométrica” |

Quadro 1 – Ensaio e respectivas normas para os agregados miúdos e graúdos

FONTE: Autorial Própria.

Antes de passar para a segunda etapa, elaborou-se o traço do bloco de concreto em conjunto com a parte técnica da fábrica. O método utilizado baseou-se na composição da proporção dos agregados miúdos e graúdos com base na granulometria, de modo que a mistura resultante estivesse nos limites de granulometria pré-determinados pela *Besser Company* e pela faixa granulométrica proposta pelo autor Fernandes (2012), já que esses são os parâmetros utilizados pela fábrica para a determinação do traço. Assim, foi determinado a partir do traço do bloco de concreto de referência, a substituição de 15% da areia grossa pela areia descartada de fundição.

Após a confecção dos blocos, foram realizados aos 28 dias, os ensaios de análise dimensional, absorção de água e resistência à compressão axial. Na análise dimensional, foram medidas a altura, o comprimento e a largura, além da espessura das paredes transversais e longitudinais bem como as espessuras das paredes transversais e longitudinais do menor furo para verificar se estão de acordo com as tolerâncias dimensionais estabelecidos pela norma NBR 6136:2016. A absorção de água foi obtida pela média aritmética dos valores obtidos pela Equação 1.

$$a = \frac{(m_2 - m_1)}{m_1} \times 100$$

Equação (1)

Onde,

a = absorção total (%);

m_1 = massa do bloco seco em estufa (110 ± 5) °C (g) por 24 horas;

m_2 = massa do bloco saturado (g).

Por fim, foi realizado o ensaio de resistência à compressão dos blocos aos 28 dias. Para realização deste ensaio é necessário garantir que as superfícies dos blocos estejam planas para proporcionar uniformidade da distribuição da força exercida pelo equipamento no bloco. Desta forma, fez-se necessário retificar as faces dos blocos para atender os requisitos estabelecidos pela NBR 12118:2013.

Foi necessário também garantir a velocidade de ($0,05 \pm 0,01$) MPa/s para realização do ensaio recomendada pela NBR 12118:2013. A leitura da prensa foi realizada em unidade de força e a tensão de ruptura de cada bloco foi obtida pela divisão da força pela área da face.

Com os valores da tensão foi possível calcular, a resistência característica do bloco de concreto (f_{bk}), método proposto pela NBR 6136:2016 quando o valor do desvio-padrão adotado pela fábrica não é conhecido. O f_{bk} é considerado por Fernandes (2012) um valor líquido onde são levados em conta os possíveis erros de produção.

Os valores de tensão foram ordenados de forma crescente onde o primeiro termo foi denominado fb1, o segundo fb2 e assim sucessivamente. O valor do $f_{bk, est}$ foi obtido pela Equação 2.

$$f_{bk,est} = 2 \times \frac{f_{b1} + f_{b2} + \dots + f_{b(i-1)}}{i - 1} - f_{bi}$$

Equação (2)

Considerando “n” o número de peças ensaiadas e “i” a metade de “n”; tem-se $i = 3$, pois neste trabalho foram ensaiados 6 blocos. Logo, o número 2 será anulado pelo divisor $i - 1$ e com isso o termo $f_{b(i-1)}$ será o próprio f_{b2} . Desta maneira, os cálculos foram realizados com a forma reduzida ilustrada na Equação 3.

$$f_{bk,est} = f_{b1} + f_{b2} - f_{b3}$$

Equação (3)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os valores de massa unitária e massa específica da areia descartada de fundição e a areia natural de rio. Vale ressaltar que, o ensaio de pulverulência foi realizado somente para a ADF. Esses dados são fundamentais para a composição do traço.

| | Areia natural de rio (ANR) | Areia descartada de fundição (ADF) |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Massa Unitária (g/cm ³) | 1,54 | 1,12 |
| Massa específica (g/cm ³) | 2,65 | 2,40 |
| Material pulverulento (%) | - | 16,6 |

Tabela 1. Massa unitária, Massa específica e Material Pulverulento da ANR e ADF.

FONTES: Autoria Própria.

Os resultados obtidos de massa específica e massa unitária da areia descartada de fundição não apresentam uma diferença significativa, comprovando conforme o esperado que a massa específica apresentou valor superior à massa unitária, uma vez que não se considera os vazios; entretanto, para as duas grandezas a areia natural de rio apresentou valores superiores.

O procedimento utilizado para a determinação do material pulverulento foi o de lavagem com água conforme preconizado pela norma NM 46:2003. A porcentagem obtida está dentro do limite para que não comprometa a aderência da argamassa, por não ultrapassar os 20% indicado por MENOSSI (2004). Além disso, Fernandes (2012) afirma que até certo limite, o material pulverulento não prejudica a qualidade do bloco; pois, ao mesmo tempo em que diminui a resistência da pasta, promove um melhor arranjo da mistura, melhorando seu esqueleto granular, uma vez que preenche os vazios e conseqüentemente aumenta a resistência mecânica do bloco.

Com os resultados encontrados no ensaio de granulometria foram calculados os

valores de dimensão máxima característica (DMC) e módulo de finura da areia natural de rio e da areia descartada de fundição. Os resultados encontram-se na Tabela 2.

| | Areia natural de rio | Areia descartada de fundição |
|-------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| DMC (mm) | 2,36 | 1,18 |
| Módulo de finura | 2,07 | 2,08 |

Tabela 2. Dimensão máxima característica e Módulo de finura da ANR e ADF

FONTE: Autoria Própria.

As duas areias podem ser classificadas como muito finas (Tabela 2), e não diferem significativamente entre si; entretanto com o valor de dimensão máxima característica é possível observar que a areia natural de rio apresenta grãos maiores em sua composição.

A partir dos resultados da caracterização dos agregados foi determinado em conjunto com a empresa parceira o traço do bloco de concreto de referência com a seguinte composição: Areia grossa (35%), Pó de Pedra (32%) e Pedrisco (33%). Posteriormente, com base neste traço foi estipulada a substituição de 15% de areia grossa pela ADF para o bloco de concreto com a adição de resíduo resultando na seguinte composição: Areia grossa (20%), Pó de Pedra (32%), Pedrisco (33%) e ADF (15%).

Os ensaios de caracterização foram iniciados após a confecção dos blocos e tempo de cura de 28 dias. A primeira caracterização foi a dimensional. A Tabela 3 mostra as medidas para cada bloco de concreto, bem como os valores recomendados pela NBR 6136:2016. Os resultados mostram que os dois blocos estão de acordo com a norma.

| Dimensões (mm) | Recomendado pela NBR 6136:2016 | Bloco de referência | Bloco com adição da ADF |
|-----------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Largura | 140 ± 2,0 | 140 | 140 |
| Altura | 190 ± 3,0 | 189 | 188 |
| Comprimento | 340 ± 3,0 | 340 | 340 |
| Paredes longitudinais | > 25 | 27 | 28 |
| Paredes transversais | > 25 | 28 | 27 |
| Furo | ≥ 70 | 88 | 88 |

Tabela 3 – Dimensões dos blocos de referência e dos blocos com adição ADF

FONTE: Autoria Própria.

Os resultados do ensaio de absorção de água realizados com os blocos de concreto de referência e com os blocos produzidos com a adição de ADF encontram-se Tabela 4.

| | Bloco de referência | Bloco com adição de ADF |
|----------------------|---------------------|-------------------------|
| Absorção de água (%) | 7,0 | 8,3 |
| Massa Natural (g) | 11797 | 11352 |

Tabela 4 – Resultados do ensaio de absorção de água dos blocos de referência e dos blocos com adição de ADF.

FONTE: Autoria Própria.

Observou-se que o bloco de concreto com o resíduo ADF, apresentou um valor de absorção superior ao de referência; entretanto, ambos os blocos atendem aos requisitos estabelecidos pela NBR 6136:2016 ($\leq 10\%$). A diferença de 1,3% de absorção pode ser atribuída à presença de bentonita na composição da ADF. A bentonita por se tratar de uma mistura de argilas com grãos muito finos, apresenta capacidade de inchamento quando em contato com a água, podendo expandir várias vezes o seu volume (LUZ; LINS, 2008). Com esse ensaio notou-se que a massa natural dos blocos com adição de ADF possui em média 11352 gramas, ficando aproximadamente 400 gramas mais leves que os blocos de referência.

Para finalizar a caracterização dos blocos de concreto realizou-se o ensaio para obtenção da resistência à compressão aos 28 dias cujos resultados encontram-se na Tabela 5. Por meio da análise dos resultados observou-se que a resistência mínima de 4,5 MPa foi atingida pelos blocos. Foi notado também que o bloco de referência apresentou um valor superior de 0,3 MPa comparado ao bloco com ADF; mas ao analisar o desvio padrão dos resultados, o segundo foi menor implicando também que os valores apresentaram menor dispersão.

| | Carga máxima (N) | Tensão bloco de referência (MPa) | Carga máxima (N) | Tensão bloco com adição de ADF (MPa) |
|----------------------|------------------|----------------------------------|------------------|--------------------------------------|
| fb1 | 271923 | 5,7 | 257802 | 5,4 |
| fb2 | 318208 | 6,7 | 273590 | 5,7 |
| fb3 | 323013 | 6,8 | 276826 | 5,8 |
| fb4 | 349391 | 7,3 | 293104 | 6,2 |
| fb5 | 346253 | 7,3 | 300753 | 6,3 |
| fb6 | 366160 | 7,7 | 327328 | 6,9 |
| fbk, est | - | 5,6 MPa | - | 5,3 MPa |
| Desvio Padrão | - | 0,7 MPa | - | 0,5 MPa |

Tabela 5 – Resultados das resistências à compressão axial aos 28 dias dos blocos de referência e com adição de ADF.

FONTE: Autoria Própria.

4 | CONCLUSÃO

A caracterização dos agregados, principalmente a da areia descartada de fundição foi fundamental para o ajuste do traço com a inserção da mesma. Verificou-se também que, a massa do bloco com ADF apresentou valor inferior ao de referência contribuindo desta forma para a minimização de problemas ergonômicos decorrentes da elevação de alvenaria.

Os blocos ensaiados atingiram os valores de resistência específicos para blocos de concreto estrutural de 4,5 MPa, bem como as tolerâncias dimensionais.

Os blocos com ADF apresentaram teor de umidade superior ao de referência, fato este atribuído a presença de bentonita contida na composição do resíduo. Vale lembrar que, a presença de umidade pode desencadear patologias (bolor, mofo, eflorescências).

No âmbito ambiental, a reutilização do resíduo para confecção de blocos de concreto respeita a hierarquia imposta pela política nacional dos resíduos sólidos, por evitar a deposição em aterros, contribuindo desta forma para o aumento da vida útil dos mesmos.

Por fim, conclui-se que a adição de areia descartada de fundição em blocos de concreto é uma prática viável de acordo com os ensaios normalizados de análise dimensional, absorção de água e resistência à compressão axial.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR, NM45**: Agregados— Determinação da Massa Unitária e do Volume de Vazios. Rio de Janeiro, 2006.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR, NM46**: Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrometro, por lavagem. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR, NM53**: Agregado graúdo – Determinação de massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR, NM248**: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9775**: Agregado miúdo – Determinação de teor de umidade superficial por meio de frasco de Chapman – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12118**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: Blocos vazados de

concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro, 2016.

AVRELLA, João Paulo Demari; CALLAI, Nicole Deckmann; GHISLENI, Geisiele; LOPES, Diorges Carlos. **Estudo da viabilidade na reutilização de areia de fundição na produção de blocos de concreto.** Salão do Conhecimento, v. 1, n. 1, 2015.

BIOLO, Simone Maríndia. **Reuso do resíduo de fundição areia verde na produção de blocos cerâmicos.** 2005.

CASOTTI, B. P.; FILHO, E. D. B.; CASTRO, P. C. DE. **Indústria de fundição: situação atual e perspectivas.** 2011.

DE SOUZA, A. R.; WOTTRICH, S. A.; DOS SANTOS, A.V.; MARCHETTI, M.C.; STRACKE, M.P. **Reaproveitamento de areia descartada de fundição em substituição da areia natural na fabricação de blocos estruturais de concreto.** 22º CBECiMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, Natal, RN, 2016.

FERNANDES, Idário Domingues. **Blocos e Pavés.** Ribeirão Preto, SP: Treino Assessoria e Treinamentos Empresariais Ltda., 2012.

LUZ, Adão Benvindo da; LINS, Fernando Antonio Freitas. **Rochas & minerais industriais: usos e especificações.** CETEM/MCT, 2008.

MACIEL, Cristiane Boff. **Avaliação da geração do resíduo sólido areia de fundição visando sua minimização na empresa Metalcorte Metalurgia-Fundição.** 2005.

MENOSSE, Rômulo Tadeu. **Utilização do pó de pedra basáltica em substituição à areia natural do concreto.** 2004.

METALCASTING DESIGN & PURCHASING, 2017. Disponível em: <http://content.yudu.com/web/y5b2/0A1snzj/MCDPJanFeb2017/html/index.html>.

SIDDIQUE, R.; NOUMOWE, A. **Utilization of spent foundry sand in controlled low-strength material sand concrete.** Resources, Conservation and Recycling, 53. 2008.

DETERMINAÇÃO DE ELEMENTOS QUÍMICOS EM ÁGUAS NATURAIS DOS RIOS SERGIPE E COTINGUIBA POR ICP OES

Jéssica Kalliny Pereira dos Santos

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos São Cristóvão-Sergipe

Kayc Araujo Trindade

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos São Cristóvão-Sergipe

Nívia Raquel Oliveira Alencar

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos São Cristóvão-Sergipe

Erwin Henrique Menezes Schneider

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente
São Cristóvão-Sergipe

Iasmine Louise de Almeida Dantas

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento e Meio Ambiente
São Cristóvão-Sergipe

Geisa Grazielle Coqueiro Rocha Pimentel

Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de
Sergipe São Cristóvão-Sergipe

Hannah Uruga Oliveira

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos
São Cristóvão-Sergipe

Silvânio Silvério Lopes da Costa

Universidade Federal de Sergipe
Núcleo de Competência em Petróleo, Gás e
Biocombustíveis
Programa de Pós-Graduação em Engenharia e
Ciências Ambientais
São Cristóvão-Sergipe

Adnivia Santos Costa Monteiro

Universidade Federal de Sergipe
Programa de Pós-Graduação em Recursos
Hídricos
São Cristóvão-Sergipe

RESUMO: A contaminação de cursos d'água, em especial os rios, pode ser causada por diferentes fontes, como, efluentes domésticos, industriais e atividades agrícolas, que influenciam diretamente na qualidade da água. O presente estudo teve como objetivo determinar e avaliar a presença de macro e micro constituintes inorgânicos na água, em pontos distintos das calhas do rio Sergipe e do rio Cotinguiba. Foram coletadas amostras de água superficial em maio de 2019 em três sítios (S1, S2 e S3) no rio Sergipe e um sítio (S4) no rio Cotinguiba. Com o uso da espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP OES), foram determinada as concentrações totais e dissolvidas dos metais Na, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Cd, Al,

Pb, Zn, Ni e do P. Os resultados mostraram que Cr, Cu, Cd, Pb e Ni estiveram abaixo dos limites de detecção, enquanto que Al, Mn, Fe, P, Ca, Na e K apresentaram valores acima dos limites estabelecidos pelo Conama 357/05 e portaria 2914/11, sendo o Na o metal mais abundante indicando um potencial processo de salinização. Dessa forma, este trabalho revela a importância do monitoramento desses elementos nos rios estudados, mesmos que as concentrações sejam relativamente baixas.

PALAVRAS-CHAVE: Metais traços; Sergipe; Qualidade da água

DETERMINATION OF CHEMICAL ELEMENTS IN SERGIPE AND CINGUIBA RIVERS WATER BY ICP OES

ABSTRACT: Contamination of watercourses, especially rivers, can be caused by different sources, including domestic and industrial effluents, organic and inorganic loads and agricultural activities that directly influence water quality. The objective of this study was to evaluate the presence of inorganic macro and micro constituents in the water, in different points of the Sergipe and Cotinguiba river. Surface water samples were collected in May 2019 at three sites (S1, S2 and S3) on the Sergipe River and one site (S4) on the Cotinguiba river. Using inductively coupled plasma optical emission spectrometry, total and dissolved metal concentrations of Na, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Cd, Al, Pb, Zn, Ni were determined. The results showed that Cr, Cu, Cd, Pb and Ni were below detection limits. The results showed that Cr, Cu, Cd, Pb and Ni were below detection limits, while Al, Mn, Fe, P, Ca, Na and K presented values above the limits established by Conama 357/05 and legislation 2914 / 11, sodium being the most abundant metal indicating a potential salinization process. Thus, this work reveals the importance of monitoring these elements in the studied rivers, even though the concentrations are relatively low.

KEYWORDS: Trace metals; Sergipe; Water quality

1 | INTRODUÇÃO

A contaminação dos cursos d'água, em especial superficiais, vem inviabilizando seus múltiplos usos e pode ser causada por diferentes fontes, das quais destacam-se os efluentes domésticos e industriais; cargas orgânicas e inorgânicas e atividades agrícolas (SANTOS *et al.*, 2018). A determinação de elementos potencialmente tóxicos em amostra real de água é fundamental, especialmente para monitoramento e proteção ambiental (ZHANG *et al.*, 2016).

Efluentes industriais sem tratamento adequado podem apresentar concentrações elevadas de elementos potencialmente tóxicos, podendo representar uma fonte potencial de contaminação, entretanto, também podem ser provenientes de processos naturais que se relacionam às anomalias geoquímicas das rochas (FARIAS *et al.*, 2007; GUEDES, *et al.*, 2005). Apesar de alguns serem essenciais aos seres vivos, como magnésio, ferro e zinco, ainda que em baixas concentrações, em

altas concentrações podem ser tóxicos (LOVETT *et al.*, 2009; ZHONG *et al.*, 2016; YANG *et al.*, 2016; OLLSON *et al.*, 2017). Metais como mercúrio, chumbo e cádmio, geralmente apresentam elevada toxicidade à biota aquática (BITTAR, 2008).

A bacia hidrográfica do rio Sergipe (BHRS) se destaca por ser considerada a de maior relevância para o Estado de Sergipe, uma vez que imprime grande importância econômica e social, como fonte de água potável para a população, indústria e abastece os projetos de irrigação para a produção de alimentos. Seus cursos d'água passam por áreas densamente povoadas, destacando-se o município de Aracaju (ROCHA *et al.*, 2004).

Ao dar suporte ao saneamento básico, recebe despejos sanitários, além do aporte de resíduos agroindustriais, afetando, ao longo dos anos, a qualidade da água dos rios que compõem esta bacia, como consequência das atividades humanas. Além disso, essa degradação afeta a sustentabilidade dos vários ecossistemas existentes (ROCHA *et al.*, 2004).

Com o uso da espectrometria de emissão óptica com plasma acoplado indutivamente (ICP OES), o presente estudo teve como objetivo determinar e avaliar a presença de macro e micro constituintes inorgânicos na água, em pontos distintos das calhas do rio Sergipe e do rio Cotinguiba.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Sergipe possui uma área equivalente a 17% do território estadual, abrangendo 26 municípios, dos quais oito estão totalmente inseridos na bacia e 18 parcialmente inseridos, sendo subdividida em cinco Unidades de Planejamento (UP) denominadas—Alto Sergipe, Baixo Sergipe, Cotinguiba, Jacarecica e Poxim, cada uma agrupando regiões com características físicas, socioeconômicas e ocupação do solo similares, conforme mostra a Tabela 1.

| UP* | CURSO DO RIO | CARACTERÍSTICAS |
|-----------------------------|--------------|--|
| Alto Sergipe | Alto | Escassez de recursos hídricos; elevada população rural; cidades com baixo índice de saneamento. |
| Baixo Sergipe Jacarecica | Médio | Níveis baixos de eficiência na utilização dos recursos hídricos; uso indiscriminado de agrotóxicos; cidades com insuficiências no atendimento de serviços de saneamento. |
| Cotinguiba Poxim | Baixo | Crescente demanda de água para uso doméstico e industrial; ocupações irregulares de APP e manguezais; carência de saneamento em áreas de ocupações irregulares; baixos níveis de eficiência em sistemas de abastecimento e disposição irregular de resíduos sólidos. |

Tabela 1. Caracterização das Unidades de Planejamento da bacia hidrográfica do rio Sergipe.

*Unidade de planejamento.

O regime hidrológico da BHRS é composto de escoamentos intermitentes em seu tramo alto e parte do médio, e perene após o município de Nossa Senhora das Dores, situado na UP Poxim. Há predomínio do clima tropical com estação seca de verão, possuindo três regiões climáticas, subúmida, agreste e semiárida, sendo seu período chuvoso entre os meses de março e agosto, com maiores índices pluviométricos nos meses de maio, junho e julho (SERGIPE, 2015).

A BHRS se destaca pelo desenvolvimento industrial, agronegócio, irrigação, comércio, pesca e mineração. A economia dos municípios que estão inseridos na região apresenta uma grande participação do setor industrial e de serviços, sendo este fato explicado, em parte, devido à existência de grande número de indústrias e pelo importante centro comercial representado pela região metropolitana de Aracaju (SERGIPE, 2015).

Nas UP Alto Sergipe e UP Jacarecica a disponibilidade hídrica é reduzida, onde as atividades econômicas predominantes são a agricultura irrigada e a pecuária. A parte média da UP Jacarecica e as UP Baixo Sergipe, Cotinguiba e Poxim, apresentam maior produção de água, correspondendo praticamente pelo total da disponibilidade hídrica da BHRS (SERGIPE, 2015).

Os sítios de amostragem foram distribuídos nas UP Cotinguiba e UP Baixo Sergipe, as quais têm como litologia predominante arenito, calcilutito, calcário, micaxisto, mármore e quartzito. Há atividades agrícolas, como da cana-de-açúcar, atividade industrial, e grande área urbanizada, com os municípios de Nossa Senhora do Socorro (98,58%) e Laranjeiras (83,85%), com maiores percentuais de urbanização do Estado (SERGIPE, 2015).

2.2 Coleta e preparo de amostras de águas superficiais

As amostras de águas superficiais foram coletadas em maio de 2019 (período chuvoso) nos territórios dos municípios de Laranjeiras e Riachuelo, em três sítios de amostragem no rio Sergipe, e um sítio de amostragem no rio Cotinguiba, distribuídos conforme indicado na Figura 1. O primeiro sítio (S1) está localizado em uma região rural, no município de Riachuelo-SE, no povoado Pedra Branca, município de Riachuelo-SE. O segundo sítio (S2) está localizado na sede da cidade de Riachuelo-SE, área urbana. O terceiro sítio (S3) está situado sob a ponte do rio Sergipe, próximo à Fábrica de Fertilizantes Nitrogenados (FAFEN-SE Petrobras), no município de Laranjeiras-SE, e o sítio (S4) está localizado no Km 85 da BR 101, sob a ponte do rio Cotinguiba, município de Laranjeiras-SE.

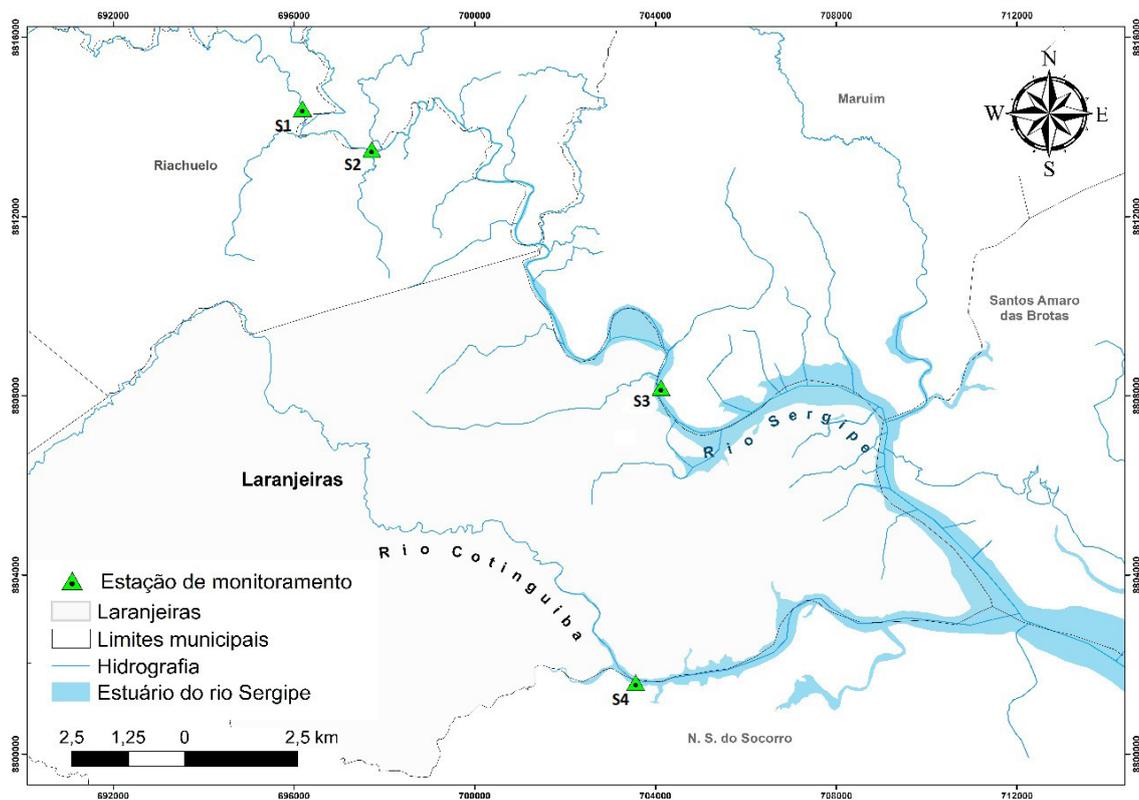


Figura 1. Localização dos pontos de amostragem de águas superficiais do rio Sergipe e do rio Cotinguiba.

As amostras de água foram coletadas em frascos de polietileno e preservados sob refrigeração a uma temperatura de 4°C conforme *Standard Methods* (APHA, 2012).

Para determinação dos constituintes inorgânicos nas frações total e dissolvida, as amostras foram tratadas sob aquecimento assistido por micro-ondas MarsXpress (CEM, USA) (Programa: potência 800 W; Temperatura: 90 °C; Tempo: 30 min). Para determinação da concentração dos elementos na fração total foram adicionados a 7 mL da amostra, 2 mL HNO₃ (14,4 mol L⁻¹) destilado (destilador Subboiling, Millipore), e 1 mL H₂O₂ (30% m v⁻¹). Para determinação da concentração dos elementos na fração dissolvida, as amostras foram previamente filtradas em filtros de 0,45 μm e o procedimento descrito anteriormente foi repetido. Todas as análises foram realizadas em triplicata (n=3) e acompanhadas do branco analítico, para controle.

2.3 Determinação dos constituintes inorgânicos presentes naturalmente em águas superficiais

As amostras preparadas foram analisadas no Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS), para determinação das concentrações totais e dissolvidas dos elementos Na, K, Ca, Cr, Mn, Fe, Co, Cu, Cd, Al, P, Pb, Zn e Ni, utilizando ICP OES modelo 720 tipo Axial marca (VARIAN, USA). Na Tabela 2 é possível observar as condições operacionais do instrumento e as linhas de emissão usadas durante a análise.

| Parâmetro | Características |
|---|--|
| Potência de radiofrequência (Kw) | 1,20 |
| Vazão de gás no plasma (L min ⁻¹) | 15,0 |
| Vazão de gás auxiliar (L min ⁻¹) | 1,50 |
| Pressão do nebulizador (KPa) | 200 |
| Linhas de emissão (nm) | Al (396,152); Ca (422,673); Cd (214,439); Co (238,892); Cr (205,560); Cu (327,395); K (766,491); Na (330,273); Fe (238,204); Mn (257,610); Ni (216,555); P (213,618); Pb (220,353); Zn (213,857) |

Tabela 2. Condições operacionais do ICP OES com vista axial para análise multielementar simultânea de Al, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, K, Na, Fe, Mn, Ni, P, Pb, e Zn nas amostras de água superficial, após digestão ácida assistida por micro-ondas.

Seguindo as orientações do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) o limite de detecção (LD) foi estimado, com o número de replicatas n=7, pelo Método Completo (Equação 1):

$$LD = y_B + 3S_b \quad \text{(Equação 1)}$$

Onde:

y_b = sinal analítico do branco;

S_b = desvio padrão do branco.

Na equação 1, S_b é substituído pelo valor obtido de na Equação 2.

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}} \quad \text{(Equação 2)}$$

Onde:

$S_{y/x}$ = desvio padrão residual;

y_i = valor individual de sinal analítico instrumental;

\hat{y}_i = valor da resposta predita pela equação da curva analítica;

n = Número de medições.

E o limite de quantificação (LQ) foi calculado através da estimativa pelo desvio padrão do branco (Equação 3).

$$LQ = \bar{X} + 10 \times s \quad \text{(Equação 3)}$$

Onde:

\bar{X} = média dos valores dos brancos da amostra;

S = desvio padrão amostral dos brancos da amostra.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade de um ambiente aquático pode ser definida através de um conjunto de concentrações de substâncias orgânicas e inorgânicas. Os valores médios dos parâmetros gerais, obtidos na avaliação da qualidade da água dos rios Sergipe e Cotinguiba, in situ, através da utilização de sonda multiparâmetro, demonstraram estar de acordo com os limites estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através da resolução nº 357/2005, para água doce classe 2.

O pH influencia as propriedades solventes da água e os processos físico-químicos e biológicos que ocorrem no ambiente. Os valores encontrados em ambos os rios não apresentaram diferença significativa, com pH variando entre 6,9 (S1), Rio Sergipe, e 7,5 (S4), rio Cotinguiba, estando de acordo com o estabelecido pelo CONAMA nº 357/2005, pH entre 6,0 - 8,05.

Os parâmetros condutividade elétrica e temperatura apesar de não serem contemplados na resolução CONAMA nº 357/2005, são parâmetros importantes na avaliação da qualidade da água, pois, elevações da temperatura aumentam as taxas das reações químicas, físicas e biológicas e diminuem a solubilidade dos gases (SPERLING, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2019). Já a condutividade elétrica, representa um importante indicador de ocasional lançamento de efluentes por estar relacionado com a concentração de sólidos totais dissolvidos (LIBÂNIO, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Os valores de temperatura registrados variaram de 26,5 (S1) a 29,7 (S3) °C, demonstrando uma importante variabilidade. A condutividade elétrica apresentou grande variabilidade entre os pontos amostrados, considerando que em S1 ($0,49 \mu\text{S cm}^{-1}$) e S2 ($3,35 \mu\text{S cm}^{-1}$) podem ser considerados valores baixos, em S3 ($36,4 \mu\text{S cm}^{-1}$) e S4 ($31,9 \mu\text{S cm}^{-1}$) maiores valores para este parâmetro. Contudo, segundo a CETESB, apenas valores acima de $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ são tratados como possíveis indicadores de ambientes impactados (CESTESB, 2011).

Os resultados das concentrações dos elementos presentes nas amostras de água superficial, fração total e fração dissolvida, correspondente à área de estudo, rio Sergipe e rio Cotinguiba, assim como o LD e LQ estão apresentados na Tabela 3. É importante destacar que a quantificação de elementos presentes na fração dissolvida, é de fundamental importância para avaliação de riscos ambientais, por representar a fração mais biodisponível destes elementos (JAMALI *et al.*, 2009).

Em ambientes aquáticos a toxicidade está relacionada principalmente com a atividade do íon metálico livre, no entanto, apenas uma pequena fração dos metais dissolvidos se encontra na forma de cátions livres, uma vez que estes interagem com vários ligantes, como a matéria orgânica natural (BUFFLE, 1990; BIANCHINI *et al.*, 2009; RIBEIRO *et al.*, 2012).

Os metais Cu, Cd, Co, Cr, Ni, Pb e Zn se mantiveram abaixo dos limites de detecção (Tabela 3), e das concentrações estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 357/2005, referente à água doce classe 2, que são 0,05 mg L⁻¹, 0,001 mg L⁻¹, 0,05 mg L⁻¹, 0,05 mg L⁻¹, 0,025 mg L⁻¹, 0,01 mg L⁻¹ e 0,18 mg L⁻¹ para cada elemento, respectivamente. Soares (2012) em estudo das águas e sedimentos da rede de monitoramentos CETESB, São Paulo, não identificou presença de metais traço nas águas superficiais estudadas. Fernandes *et al.*, (2015) avaliaram a influência sazonal no transporte de metais em águas superficiais na bacia do Alto Sorocaba, em São Paulo, e no período seco as concentrações dos metais Ni, Pb e Zn, tanto dissolvido quanto total, apresentaram-se abaixo dos limites de detecção, corroborando com os dados encontrados neste trabalho.

A concentração de Al variou de 0,21 – 0,77 mg L⁻¹ para fração total, com maiores valores observados nos sítios S2 e S3. Para fração dissolvida os valores médios variaram de 0,03 – 0,17 mg L⁻¹ (Tabela 3), sendo o sítio S1 o mais presente nesta fração, com 81%. Os resultados encontrados na fração total são superiores ao estabelecido na Resolução CONAMA nº357/2005, que estabelece limite de 0,1 mg L⁻¹ para águas doce do tipo classe 2. Esses valores também ultrapassam os limites determinados pela portaria 2914/2011 do Ministério da saúde (0,2 mg L⁻¹) (BRASIL, 2011).

Flauzino Junior (2017) através de estudo no rio do Campo, Paraná, relatou que os resultados (0,79 a 3,61 mg L⁻¹) das concentrações de Al também se mostraram acima do estabelecidos pelo CONAMA nº357/2005. Esse resultado pode estar associado à litologia da própria da região, bem como a atividades antrópicas nas proximidades dos pontos de coleta, como agricultura, supressão da vegetação ciliar, construção civil, loteamento habitacional, bairros residenciais e lançamento de efluentes industriais, que podem promover o arraste desse elemento para o rio.

Em relação as concentrações de Mn, apenas no ponto S2 (0,19 mg L⁻¹) foi observado valor acima do estabelecido pelas resoluções normativas, CONAMA 357/2005 e Ministério da Saúde (MS) 2915/2011 (0,1 mg L⁻¹). No entanto, nos sítios S3 e S4, cerca de 43% e 67% do metal encontrado está presente na fração dissolvida. De Oliveira Santos *et al.*, (2015) em uma pesquisa no rio Subaé, Bahia, encontraram concentrações de metais maiores que os estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05 (Classe 2 – águas superficiais), e associaram a atividades industriais da região, o que também se observa no ponto S2.

| Elemento | Al | Ca | K | Na | Fe | Mn | P | Cu | Cd | Co | Cr | Ni | Pb | Zn |
|--|-------|----|---|----|-------|-----|-------|------|-------|------|------|-------|------|------|
| Resolução CONAMA Nº 357/2005 * (mg L ⁻¹) | **0,1 | - | - | - | **0,3 | 0,1 | 0,050 | 0,05 | 0,001 | 0,05 | 0,05 | 0,025 | 0,01 | 0,18 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Portaria 2915/2011 | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ministério da Saúde | | 0,2 | - | - | 200 | 0,3 | 0,1 | - | 2,0 | 0,005 | - | 0,05 | 0,07 | 0,01 | 5,0 |
| (mg L⁻¹) | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fração total (mg L ⁻¹) | S1 | 0,21 | 23,3 | 4,9 | 50,7 | 0,79 | 0,02 | 0,10 | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD |
| | S2 | 0,77 | 99,3 | 13 | 718 | 1,11 | 0,19 | 0,06 | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD |
| | S3 | 0,31 | 225,8 | 285,9 | 11656 | 0,35 | 0,07 | 0,06 | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD |
| | S4 | 0,27 | 209,5 | 263,7 | 10509 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD |
| Desvio Padrão (DP) Fração Total | | 0,26 | 95,7 | 153,8 | 501,2 | 0,48 | 0,08 | 0,02 | - | - | - | - | - | - | - |
| Fração dissolvida (mg L ⁻¹) | S1 | 0,17 | 22,2 | 4,3 | 42,6 | 0,32 | <LD | 0,04 | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD |
| | S2 | 0,03 | 97,9 | 13 | 319 | <LD | <LD | 0,04 | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD |
| | S3 | 0,11 | 206,6 | 272,9 | 10879 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD |
| | S4 | 0,06 | 202,2 | 262,4 | 10425 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD | <LD |
| Desvio Padrão (DP) Fração Dissolvida | | 0,06 | 88,9 | 149,6 | 6049,4 | 0,15 | 0,015 | 0,01 | - | - | - | - | - | - | - |
| Limite de detecção (LD) | | 0,016 | 0,0012 | 0,027 | 0,0046 | 0,009 | 0,012 | 0,012 | 0,0067 | 0,00089 | 0,0049 | 0,0063 | 0,0061 | 0,0014 | 0,0011 |
| Limite de quantificação (LQ) | | 0,057 | 0,018 | 0,059 | 0,0043 | 0,031 | 0,045 | 0,037 | 0,023 | 0,0097 | 0,018 | 0,018 | 0,017 | 0,0072 | 0,0088 |

Tabela 3. Concentração dos metais e do P distribuídas nos sítios de amostragem (S) da água dos rios Sergipe e Cotinguiba.

* Concentrações máximas permitidas pela fração total

** Concentrações máximas permitidas pela fração dissolvida segundo Resolução CONAMA N° 357/2005 para águas doces do tipo classe 2.

Para o Fe foi observado que todos os pontos, exceto S4 (0,03 mg L⁻¹), apresentaram valores de concentração acima do estabelecido pelo CONAMA 357/2005 (0,3 mg L⁻¹) corroborando com Menezes *et al.* (2009), que encontraram valores de ferro superiores ao estabelecido pelo CONAMA 357/2005 em 50% das amostras de água analisadas na bacia hidrográfica do rio São Domingos, Rio de Janeiro. Esse resultado foi associado a lixiviação do solo em época chuvosa, que segundo a CETESB (2005), nas águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos e à ocorrência de processos de erosão das margens. Além disso, os resíduos agrícolas também são importantes fontes de ferro para as águas superficiais, por ser o ferro constituinte de defensivos agrícolas (MENEZES *et al.*, 2009).

Em resumo, a presença de Al, Mn e Fe pode estar associada aos processos naturais de intemperização de minerais que contém Fe, Al e Mn, como por exemplo, nos silicatos ferromagnesianos (SPOSITO, 2008; MCBRIDE, 1994). Além disso, fatores como a dinâmica de metais no solo, volatilização, adsorção, complexação, precipitação e coprecipitação podem favorecer os processos de intemperização

(MARTINS *et al.*, 2011).

Dissoluções de óxidos de ferro e manganês também é facilitada pela presença de matéria orgânica. Já a liberação de íons de Al pode ser favorecida em ambientes com pH baixo, pela presença de ligantes orgânicos e pela dissolução de fitossilicatos (FERREIRA, 2001).

Os resultados encontrados para P, apontou níveis superiores aos limites (0,050 mg L⁻¹) estabelecido pela Resolução Conama nº357/2005 apenas para fração total, variando de 0,06 – 0,1 mg L⁻¹ (Tabela 3). Esse resultado pode estar relacionado com o escoamento superficial de áreas agrícolas em períodos chuvosos. Vasco *et al.* (2011) encontraram variação de fósforo total entre 0,344 e 0,523 mg L⁻¹, amostras coletadas durante o período chuvoso, demonstrando a influência do deflúvio superficial a partir de áreas agrícolas na região, que colaborou para as concentrações de fósforo na sub-bacia. Nos rios que drenam regiões agrícolas com baixa população urbana, as concentrações de fósforo aumentaram no período de alto fluxo, indicando a predominância de fontes difusas no controle das concentrações do fósforo na água (JARVIE *et al.*, 2005).

Já em relação ao Na, como pode ser observado na Tabela 3, foi o mais abundante, com variação de 50,7 – 10509 mg L⁻¹ (fração total) e de 42,6 – 10425 mg L⁻¹ (fração dissolvida). Esse efeito pode ser explicado pela lixiviação de minerais durante o percurso do rio, em que pode promover a dissolução dos minerais de silicato e/ou carbonato e processos de troca iônica contribuem para concentrações desses elementos (PAZAND e HEZARKHANI, 2012). Além disso, a retirada de água do rio resulta na diminuição da sua vazão natural, e o avanço do mar resulta no aporte de sais decorrentes da cunha salina, esse efeito pode contribuir para a salinização do corpo hídrico (ARAÚJO, 2007).

Gonçalves (2016) estudou a diminuição das cotas de cheia ao longo do tempo do rio São Francisco, causada pela construção de hidroelétricas, e evidenciou o problema de salinização do rio São Francisco através do avanço da cunha salina, na região da sua foz. Medeiros *et al.*, (2014) destaca que alterações dos padrões naturais de vazão modifica os padrões de deslocamento da cunha salina no estuário.

As Figuras 2 e 3 ilustram a distribuição dos elementos Al, Fe, Mn e P (Figura 2), Ca e K (Figura 3) nas frações total e dissolvida. Fica evidente que os elementos Al (S1), Fe (S1), P (S2 e S4), Ca (S3 e S4) e K (S3 e S4) apresentaram maior tendência em estar na fração dissolvida, podendo se apresentar na sua forma livre, indicando que nestes sítios de amostragem, esses elementos poderão apresentar maior biodisponibilidade.

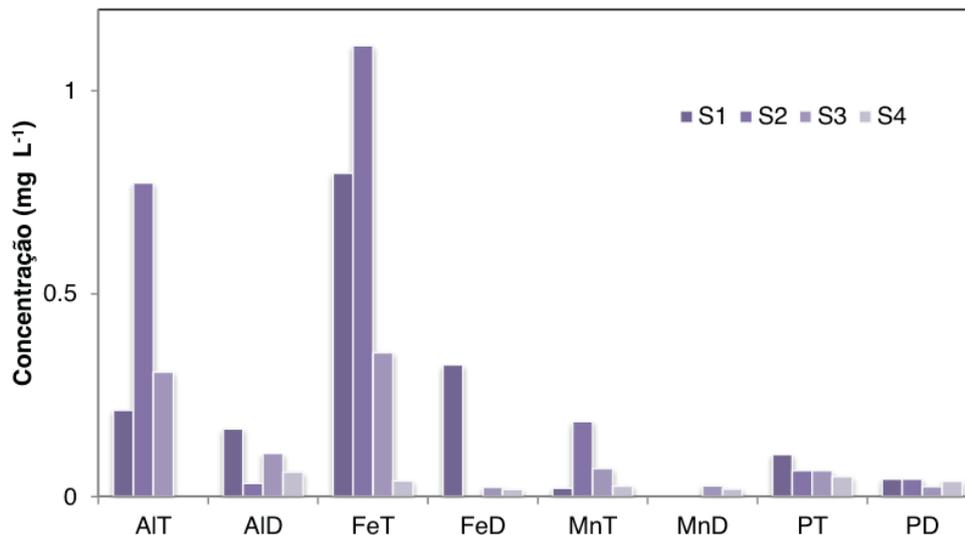


Figura 2. Distribuição dos principais metais e metaloide nas frações Total (T) e Dissolvida (D).

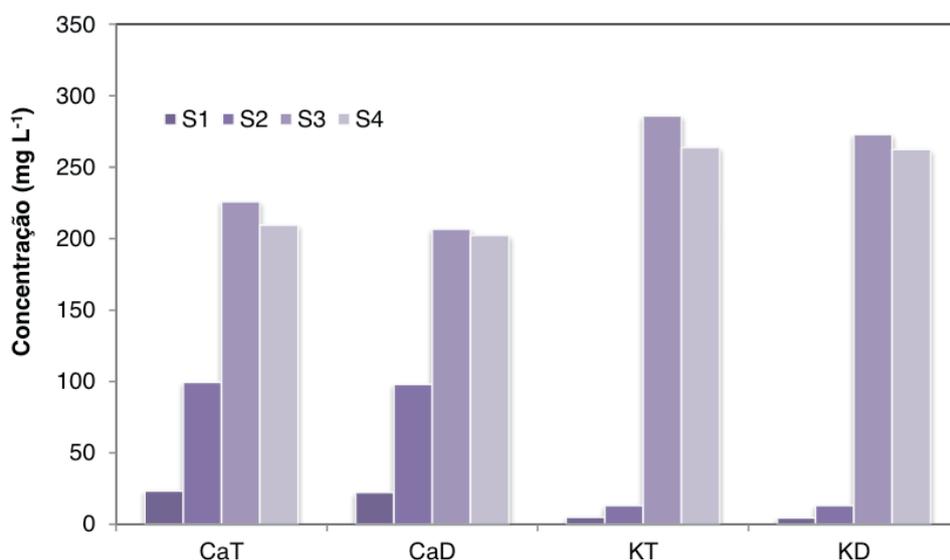


Figura 3. Concentração para Cálcio e Potássio na fração total (T) e dissolvida (D).

4 | CONCLUSÕES

Os resultados aqui apresentados reforçam, a importância do monitoramento dessas espécies nesses rios, mesmo que as concentrações sejam relativamente baixas, visto que estes elementos não se degradam no ambiente e quando incorporados por microrganismos podem acumular e alcançar níveis mais altos da cadeia trófica.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS), no nome de Lúcia Calumby Barreto Macedo, pela realização nas análises químicas. Ao

Laboratório de Química Análítica Ambiental da Universidade Federal de Sergipe, no nome do professor Dr. Carlos Alexandre Borges Garcia. As agências de fomento, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) e CNPQ e ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos da Universidade Federal de Sergipe pela infraestrutura e financiamento.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. E.; MARINS, R. V.; ALMEIDA, M. D. Comparação de metodologias de digestão de sedimentos marinhos para caracterização da geoquímica de metais-traço na plataforma continental nordeste oriental brasileira. **Geochimica Brasiliensis**, v. 21, n. 3, p. 304-323, 2012.
- APHA. “**Standard Methods for The Examination Of Water And Wastewater.**” American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC. 2012.
- ARAÚJO, H. M. **Relações Socioambientais na Bacia Costeira do Rio Sergipe.** Tese (Doutorado em Geografia). São Cristóvão, NPGeo/ UFS, 2007.
- BAALOUSHA, M.; STOLL, S.; MOTELICA-HEINO, M.; GUIDES, N.; BRAIBANT, G.; HUNEAU, F.; LE COUSTOMER, P. Suspended particulate matter determines physical speciation of Fe, Mn, and trace metals in surface waters of Loire watershed. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, p.5251-5266, 2019.
- BIANCHINI, Adalto; MARTINS, Samantha Eslava; JORGE, M. B. O Modelo do Ligante Biótico e suas Aplicações em Ecotoxicologia. **Rio Grande: FURG (Universidade Federal do Rio Grande)**, p. 34, 2009.
- BITTAR, D. B. **Determinação dos Metais Pesados Cd, Cu, Cr e Pb nas Águas do Rio Uberabinha e Proposta de Adsorção por Adsorventes Naturais.** 2008. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde, portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2011.
- BUFFLE, J. “Complexation reactions in aquatic systems: an analytical approach.” New York: Ellis Horwood, p. 692, 1990.
- CARVALHO, M. S.; MOREIRA, R. M.; RIBEIRO, K. D.; ALMEIDA, A. M. Concentração de metais no rio Doce em Mariana, Minas Gerais, Brasil. **Revista Acta Brasiliensis**, v.1, n.3, p.37-41, 2017.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Série Relatórios: **Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo**, 2011.
- DA SILVA, E. F.; ALMEIDA, S. F.; NUNES, M. L.; LUÍS, A. T.; BORG, F.; HEDLUND, M.; TEIXEIRA, P. Heavy metal pollution downstream the abandoned Coval da Mó mine (Portugal) and associated effects on epilithic diatom communities. **Science of the total environment**, v.407, n.21, p.5620-5636, 2009.
- DE OLIVEIRA SANTOS, Leila Thaise Santana. Caracterização de metais pesados das águas superficiais da bacia do Rio Subaé (Bahia). **Geochimica Brasiliensis**, v. 28, n. 2, p. 137-148, 2015.
- DO VASCO, Anderson Nascimento et al. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na

sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

FARIAS, M. S. S.; DANTAS NETO, J.; LIMA, V. L. A.; LIRA, V.M.; FRANCO, E. S. Riscos Sociais e Ambientais Devido a Presença de Metais Pesados nas Águas Superficiais no Distrito Industrial de Mangabeira. **Qualitas Revista Eletrônica**, v. 6, n. 2, 2007.

FERNANDES, Alexandre Martins. Influência sazonal no transporte específico de metais totais e dissolvidos nas águas fluviais da bacia do Alto Sorocaba (SP). **Geochimica Brasiliensis**, v. 29, n. 1, p. 23-34, 2015.

FERREIRA, R. J. S. **Determinação de metais traço em sedimentos de rios: caso da Bacia do Baixo Itajaí-Açu**. 2001.

FLAUZINO JUNIOR, Mauricio. **Análise da concentração de alumínio na água e sedimentos em um trecho do Rio do Campo–Campo Mourão/PR**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2017.

GISMERA, M. J.; LACAL, J.; DA SILVA, P.; GARCÍA, R.; SEVILLA, M. T.; PROCOPIO, J. R. Study of metal fractionation in river sediments. A comparison between kinetic and sequential extraction procedures. **Environmental Pollution**, v. 127, n. 2, p. 175-182, 2004.

GOMES, M. V. T.; COSTA, A. S.; GARCIA, C. A. B.; PASSOS, E. D. A.; ALVES, J. D. P. H. Concentrações e associações geoquímicas de Pb e Zn em sedimentos do rio São Francisco impactados por rejeitos da produção industrial de zinco. **Química Nova**, v.33, n.10, p.2088-2092, 2010.

GONÇALVES, M. J. S. **AVALIAÇÃO DO IMPACTO AMBIENTAL DA REDUÇÃO DE VAZÃO NA FOZ DO RIO SÃO FRANCISCO: I SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO**, ABHH 1., 2016, Juazeiro da Bahia-Ba. 2016. 8 p. Disponível em: <<http://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2019/06/Avaliza%C3%A7%C3%A3o-do-impacto-ambiental-da-redu%C3%A7%C3%A3o-de-vaz%C3%A3o-na-foz-do-Rio-SF.pdf>>. Acesso em: 05 de outubro de 2019.

GUEDES, J. A.; LIMA, R. F. S.; SOUZA, L. C. Metais pesados em água do rio Jundiá - Macaíba/RN. **Revista de Geologia**, v. 18, n. 2, p. 131-142, 2005.

INMETRO. **Orientação sobre Validação de Métodos Analíticos**. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/Sidoq/Arquivos/CGCRE/DOQ/DOQ-CGCRE-8_05.pdf. Acesso em: 05 de outubro de 2019.

JAMALI, M. K.; KAZIA, T. G.; ARAINA, M. B.; AFRIDI, H. I.; JALBANI, N.; KANDHORO, A.Q.S.; BAIGA, J.A. Speciation of heavy metals in untreated sewage sludge by using microwave assisted sequential extraction procedure. **Journal of Hazardous Materials**, v.163, p.1157–1164, 2009.

JARVIE, H. P.; NEAL, C.; WITHERS, P. J. A. Sewage-effluent phosphorus: a greater risk to river eutrophication than agricultural phosphorus?. **Science of the Total Environment**, v. 360, p. 246-253, 2005.

LIBÂNIO, Marcelo. Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água. 3. ed. Campinas, SP: **Editora Átomo**, 2010. 494p.

LOVETT, G. M.; TEAR, T. H.; EVERS, D. C.; FINDLAY, S. E. G.; COSBY B. J.; DUNSCOMB, J. K.; DRISCOLL, C. T.; WEATHERS K. C. Effects of Air Pollution on Ecosystems and Biological Diversity in the Eastern United States. **The Year in Ecology and Conservation Biology**, 2009: Ann. N.Y. Acad. Sci. 1162: 99–135.

MARTINS, C. A.; NOGUEIRA, N. O.; RIBEIRO, P. H., R, M. M.; OLIVEIRA C. A dinâmica de metais-traço no solo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 17, n. 3, p. 383-391, 2011.

MCBRIDE, M. B. **Environmental chemistry of soils**. New York: Oxford Press, 1994. 406p.

MEDEIROS, P. P. P.; SANTOS, M. M.; CAVALCANTE, G. H.; SOUZA, W. F. L.; SILVA, W. F. Características ambientais do Baixo São Francisco (AL/SE): efeitos de barragens no transporte de materiais na interface continente-oceano. **Geochimica Brasiliensis**, v. 28, n. 1, p. 65-78, 2014.

MENEZES, J. M.; PRADO, R. B.; SILVA JÚNIOR, G. C.; MANSUR, K. L.; OLIVEIRA, E. S. Qualidade de água e sua relação espacial com as fontes de contaminação antrópicas e naturais: bacia hidrográfica do Rio São Domingos-RJ. **Revista Engenharia Agrícola Jaboticabal**, v. 29, n. 4, p. 687-698, 2009.

OLLSON, C. J.; SMITH, E.; HERDE, P.; JUHASZ, A. L. Influence of co-contaminant exposure on the absorption of arsenic, cadmium and lead. **Chemosphere**, v. 168, p. 658-666, 2017.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Office of the High Commissioner for Human Rights. General comment no. 15: the right to water** (arts. 11 and 12 of the Covenant). Geneva: Office of the High Commissioner for Human Rights; 2010.

OLIVEIRA, G. A. A.; SILVA, I. S.; OLIVEIRA JUNIOR, J. A.; NASCIMENTO, C. C.; GOMES, M. V. T.; GARCIA, C. A. B.; COSTA, S. S. L. Aplicação De Ferramentas Analíticas Para Avaliação Da Influência De Cultivares De Camarão Na Região Do Baixo São Francisco. *Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade*, v.4, Editora Atena, 2019.

PAZAND, K.; HEZARKHANI, A. Investigation of hydrochemical characteristics of groundwater in the Bukan basin, Northwest of Iran. **Applied Water Science**, v. 2, n. 4, p. 309-315, 2012.

RIBEIRO, Elizêne Veloso et al. Metais pesados e qualidade da água do Rio São Francisco no segmento entre Três Marias e Pirapora-MG: Índice de contaminação. **Revista Geonomos**, v. 20, n. 1, 2012.

ROCHA, D.; BOLFE, E. L.; SANTOS, E. J.; BATISTA, L. S.; D'AVILA, J. S.; ZÁCARO, C. B.; LIMA, R. G. O.; LIMA, J. C. **Caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe**. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/cd/ictr/2004/ARQUIVOS%20PDF/06/06-012.pdf>. Acesso em: 02 de outubro de 2019.

SANTOS, R. A. D.; MARTINS, A. A., NEVES, J. P. D., & LEAL, R. A. **Geologia e recursos minerais do Estado de Sergipe**. 1998.

SENADO aprova contrato de US\$ 70 mi com Bird para revitalizar o rio Sergipe. Instituto Marcelo Déda, Sergipe, 2012. Disponível em: < <http://www.institutomarcelodeda.com.br/senado-aprova-contrato-de-us-70-mi-com-bird-para-revitalizar-o-rio-sergipe/>>. Acesso em: 06 de julho de 2019.

SERGIPE. Aracaju: SEMARH, 2015. 448 p. **Elaboração dos Planos das Bacias Hidrográficas dos rios Japaratuba, Piauí e Sergipe**. Relatório Final – Bacia Hidrográfica do rio Sergipe.

SOARES, W. A. A. **Estudo da distribuição de metais em água, sedimento e organismos aquáticos de rios e reservatórios pertencentes à rede de monitoramento da qualidade dos sedimentos do Estado de São Paulo, Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2012.

SOBRINHO, M. S.; COSTA FILHO, E. H.; SOUSA, G. S.; OLIVEIRA, A. C. M.; ARAGÃO, M. E. C. Panorama do licenciamento ambiental das indústrias de envase de água no Ceará e os impactos dessa atividade ao meio ambiente frente às mudanças climáticas. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v.2, n.2, p.850-856, 2019.

SOUZA, L. R.S.; RIBEIRO, L. C. S.; LOPES, T. H. C. R.. A DINÂMICA DA INDÚSTRIA NOS

MUNICÍPIOS DE SERGIPE NO PERÍODO 2000-2015. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 3, n. 41, 2019.

SOUZA, M. O.; DA SILVA, F. L. F.; MATOS, W. O.; FERREIRA, R. Q. Otimização dos Parâmetros Operacionais do ICP OES para Determinação de Metais em Petróleo Pesado após Digestão por Micro-ondas. **Revista Virtual de Química**, v.9, n.4, p.1658-1671, 2017.

SOUZA, V. L.; LIMA, V. L.; HAZIN, C. A.; FONSECA, C. K.; SANTOS, S. O. Biodisponibilidade de metais-traço em sedimentos: uma revisão. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, v. 3, n. 1A, 2015.

SPERLING, V. M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**, 3 ed, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, Belo Horizonte, 452p, 2005.

SPOSITO, G. **Dhechemistry of soils**. 2ed. USA: Oxford University Press. 2008.

Yang, Y.; Ye, X.; He, B.; Liu, J. Cadmium potentiates toxicity of cypermethrin in zebrafish. **Environmental toxicology and chemistry**, v. 35, n. 2, p. 435-445, 2016.

ZHANG, Yinan et al. A water quality management strategy for regionally protected water through health risk assessment and spatial distribution of heavy metal pollution in 3 marine reserves. **Science of the Total Environment**, v. 599, p. 721-731, 2017.

ZHONG, W. S.; Ren, T.; Zhao, L. J. Determination of Pb (Lead), Cd (Cadmium), Cr (Chromium), Cu (Copper), and Ni (Nickel) in Chinese tea with high-resolution continuum source graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Journal of food and drug analysis**, v.24, n.1, p.46-55, 2016.

DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL – UM ESTUDO DE CASO EM CAÇAMBAS ESTACIONÁRIAS NO MUNICÍPIO DE TOLEDO/PR

Hildner de Lima

Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/2812563460337891>

Adriana da Silva Tronco Johann

Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/0771466615809529>

Daliana Hisako Uemura Lima

Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE

Marechal Cândido Rondon – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/0463181156728248>

Décio Lopes Cardoso

Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/3664350050000165>

Dirceu Baumgartner

Universidade Estadual do Oeste do Paraná –
UNIOESTE

Toledo – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/1704962046056402>

ambiental frente ao meio urbano. Tendo como marco inicial a extração dos recursos naturais e elo final da cadeia a destinação dos Resíduos da Construção Civil (RCC). Um dos agentes deste sistema são as empresas que realizam a coleta e destinação dos resíduos utilizando caçambas estacionárias. Neste trabalho, buscou-se através da investigação do conteúdo destas caçambas, estabelecer parâmetros acerca da gestão de resíduos da construção civil realizada no município de Toledo/PR. A metodologia aplicada foi um levantamento de dados relativos ao tipo de materiais e quantidade descartada e recolhida em obras do município e efetuada por duas empresas de coleta. Realizando a análise do material descartado e categorização, fonte geradora e tipologia de obra. Posteriormente realizou-se o levantamento das edificações construídas regularmente neste período, de modo a comparar com o descarte realizado. Os resultados mostraram inconformidades e falhas na disposição, transporte e destinação dos RCD's, bem como falta de controle dos órgãos de fiscalização. O que permitiu concluir que há uma grande gama de materiais de diferentes classes misturados, o que diminui a possibilidade de reciclagem ou reaproveitamento. Lançando questionamentos acerca da gestão eficaz deste tipo de resíduo no âmbito municipal com vista à sustentabilidade do ambiente urbano local.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos;

RESUMO: Todo o aparato de materiais, serviços e capital humano empregado na construção civil, faz deste setor da economia um parâmetro relevante quando analisado o seu impacto

DISPOSAL OF CIVIL CONSTRUCTION WASTE - A CASE STUDY IN STATIONARY BUCKETS IN THE MUNICIPALITY OF TOLEDO / PR

ABSTRACT: The whole apparatus of materials, services and human capital used in construction, makes this sector of the economy a relevant parameter when analyzing its environmental impact against the urban environment. Having as initial mark the extraction of natural resources and the end of the chain the destination of Construction Waste (RCC). One of the agents of this system is the companies that carry out the collection and disposal of waste using stationary buckets. In this work, we sought to investigate the contents of this bucket, to find parameters about the waste management of civil construction carried out in the municipality of Toledo / PR. The methodology applied was a survey of data related to the type of materials and quantity discarded and collected in works of the municipality and carried out by two collection companies. Performing the analysis of the material discarded and categorization, generating source and typology of work. Subsequently, the buildings constructed regularly in this period were surveyed, in order to compare them with the disposal done. The results showed disagreements and failures in the disposition, transportation and destination of the RCDs, as well as lack of control of the inspection bodies. This has led to the conclusion that there is a wide range of materials from different mixed classes, which reduces the possibility of recycling or reuse. Launting questions about the effective management of this type of waste in the municipal scope with a view to the sustainability of the local urban environment.

KEYWORDS: Solid Waste; Waste Management in Construction; Disposal of Waste. Stationary Buckets.

1 | INTRODUÇÃO

As caçambas estacionárias de resíduos sólidos oriundos da construção civil fazem parte da paisagem urbana atual. Tendo como função armazenar temporariamente os resíduos sólidos para posterior destinação em locais adequados. Inerente a sua função, está à futura redução dos impactos ambientais gerados pela cadeia produtiva da construção civil. Porém, somente quando a sua presença começou a ser mais constante é que pudemos nos atentar a grande variabilidade de materiais que são depositados nelas.

A observação deste e outros fenômenos, aliados a grande gama de materiais utilizados pelo setor da construção civil, trouxeram preocupações e levou à elaboração de regulamentações com o objetivo primário de conhecer os rejeitos deste setor e, posteriormente, adaptar isso aos procedimentos para a sua destinação final.

A partir da década de 90, a geração de Resíduos da Construção e Demolição

(RCD) cresceu de forma diretamente proporcional à construção da infraestrutura urbana. Os principais geradores de RCD são: executores de reformas, ampliações e demolições (principal fonte de resíduos), responsáveis por 59% da geração, construtores de edificações novas com área superior a 300 m³, que geram 21 % dos resíduos e construtores de novas residências formalizadas ou informais, responsáveis pelos 20 % restantes (PINTO, GONZÁLEZ, 2005).

Acredita-se que as perdas no processo construtivo, da construção empresarial, variem de 20 a 30% da massa de materiais e a geração per capita de RCD foi estimada em 520 kg/habitante.ano no Brasil (MMA, 2011). Em toda a União Européia, a indústria da construção civil gera mais de 500 milhões de toneladas de resíduos por ano (MÁLIA, BRITO, BRAVO, 2011). No Brasil, esta parcela foi de 112,248 mil toneladas por dia no ano de 2012, sendo 15,292 mil toneladas por dia na região sul. (ABRELPE, 2012).

Assim, uma estimativa da geração de RCD pode ser feita sobre três bases de informação: estimativas de área construída – serviços executados e perdas efetivadas, movimentação de cargas por coletores e monitoramento de descargas nas áreas utilizadas como destino (PINTO, 1999).

No município de Toledo/PR, somente os pequenos geradores de resíduos têm seus resíduos coletados pela prefeitura, desde que previamente separados, ficando a coleta, transporte e destinação dos resíduos gerados pelas demais obras a cargo das próprias empresas geradoras.

Ao mesmo tempo em que houve aumento da geração de resíduos, ocorreu o crescimento no número de coletores no país utilizando caçambas metálicas transportadas por caminhão, que removem de 80 a 90 % do total de resíduos gerados. Assim, como a coleta desses resíduos pode ser realizada de maneira informal, o descarte também pode ser feito em “bota-foras”, muitas vezes clandestinos, utilizando os resíduos em aterro para correção topográfica (PINTO, GONZÁLEZ, 2005).

Em países como Holanda, Dinamarca, Alemanha e Suíça, a reutilização e reciclagem dos RCD variam de 50 a 90 % (ANGULO, 2009).

Para garantir que os processos sejam executados de forma eficiente, com falhas e dificuldades minimizadas, é necessária uma análise sistemática da gestão desses resíduos. Na Resolução CONAMA nº 307/02 e suas alterações, as Resoluções nº 348/04, nº 431/11 e a nº 448/12, informam o que pode ser feito com cada tipo de resíduo gerado. Além disso, nestas resoluções também é definido que os grandes geradores públicos e privados são obrigados a desenvolver e implantar um Plano de Gerenciamento dos RCD (BRASIL, 2002; 2004; 2011; 2012).

2 | METODOLOGIA

Segundo SABATTINI (1989) “o objetivo de uma metodologia é o de estabelecer

uma orientação efetiva ao pesquisador que dela se utilizar em certo processo investigativo, possibilitando-lhe tomar decisões oportunas e selecionar as hipóteses, técnicas e dados mais adequados”.

Desse modo, e segundo PINTO (1999), para diagnosticar a geração de resíduos de construção civil nas cidades brasileiras utilizam-se dados de estimativas de área construída, de quantificação de volumes por empresas coletoras, do monitoramento de descargas nas áreas de disposição final dos resíduos de construção civil. As duas primeiras estimativas permitem uma quantificação confiável e podem ser utilizada em todo município que possui cadastro de construções licenciadas.

Sendo que NETO (2005) reafirma esta prática para estimativa da quantidade de RCD gerados em um município, e recomenda analisar três indicadores: a quantidade de resíduo oriundo de edificações novas construídas na cidade, em um determinado tempo; a quantidade de resíduos provenientes de reformas, ampliações e demolições regularmente removidos em um determinado tempo; e a quantidade de resíduos removidos de deposições irregulares pela municipalidade durante um determinado período.

Levando em conta esta prerrogativa, podemos classificar este trabalho como sendo uma pesquisa quanti-quali, de cunho exploratório acerca do descarte, disposição e destinação dos resíduos da construção civil na cidade de Toledo/PR dentro do ambiente de duas empresas que promovem a coleta, separação e destinação dos resíduos de construção civil provenientes de construção, ampliação e reforma gerados neste município.

Desta forma, para a execução deste trabalho, a metodologia de pesquisa se constitui das seguintes etapas:

- 1) Pesquisa bibliográfica de material científico (livros, artigos, dissertações, periódicos, etc.), legislação aplicável (nacional, estadual e municipal) e material de assuntos correlatos;
- 2) Pesquisa de campo: inspeção e levantamento do tipo de materiais e quantidade descartada em caçambas estacionárias em obras do município, efetuada por duas empresas de coleta;
- 3) Análise do material descartado e categorização, fonte geradora e tipologia de obra;

Foi realizado em conjunto, também um levantamento fotográfico, para análise visual da questão, bem como uma confrontação dos parâmetros e métodos de campo com a legislação vigente, explorando ao final, possíveis formas de reuso e reciclagem dos materiais rejeitados.

O procedimento metodológico aplicado foi o dedutivo/indutivo, partindo-se de um panorama geral até chegar à realidade local. Utilizou-se amostras não probabilísticas de modo intencional, as amostragens possuem um planejamento e visam realizar-se em condições controladas, de modo a responder propósitos preestabelecidos - observação sistemática.

Com isso, irá se obter uma base de dados do panorama do descarte e da destinação do RCC. Os quais serão tabulados com a utilização de planilhas eletrônicas, de modo a apresentar em forma de dados estatísticos, tabelas e gráficos, um cenário representativo do município.

O método empregado neste trabalho foi o quantitativo, qualitativo e observacional, uma vez que os dados sobre os RCD's, disposição e informação das caçambas foram coletados com o preenchimento de uma ficha de verificação das caçambas com o conhecimento prévio dos coletores, transportadores e destinadores, mas sem a influência prévia dos mesmos nos eventos.

Os dados foram coletados durante o mês de maio/2017 até setembro/2017, de modo a obter uma amostra significativa levando em conta a sazonalidade do mercado, buscando um número mínimo de 30 caçambas estacionárias investigadas em cada situação. Os locais para a coleta de dados foram escolhidos de maneira aleatória, em algumas regiões do Município de Toledo/PR.

Com relação aos resíduos, foram identificados e anotados os seguintes materiais: solo, rochas naturais, concreto, argamassa, tijolos, telhas cerâmicas, placas cerâmicas, porcelanato, gesso, vidro, aço, latão, aço galvanizado, madeira natural, madeira industrializada, plástico, papel, alimentos e folhagem, assim como materiais diferentes destes que por ventura foram identificados, como telha de amianto, PVC, papelão, resíduo de tinta, isopor e espuma.

Estes resíduos descartados foram analisados qualitativamente e quantitativamente. Ainda foi estimado, pela visão global, qual o tipo de obra e em que fase se encontrava, com o objetivo de determinar se existe relação entre a fase e o tipo da obra com o tipo de entulho mais frequente nas caçambas.

Outro dado necessário para a correta avaliação da gestão de resíduos da construção foi a presença de materiais “misturados”, sendo observada a separação do entulho nas diferentes classes da Resolução CONAMA nº 307/02 e nº 448/12.

Após a coleta dos dados, estes foram organizados em planilhas para que fosse possível relacionar a variedade e as classes de resíduos encontrados, obter informações sobre o tipo de resíduo presente e classificar a fase e o tipo de obra dos empreendimentos que as caçambas faziam parte. Também foram correlacionados os dados entre a fase e o tipo de obra com os resíduos encontrados, e a mesma relação foi feita separando o material encontrado em cada caçamba e qualificando nas classes da Resolução CONAMA nº 307/02 e nº 448/12.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Local de estudo

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, o Município de Toledo está situado na Região do Oeste Paranaense, numa área de

colonização recente. Sua efetiva ocupação deu-se nas décadas de 1940 e 1950. Sua emancipação ocorreu em 14/12/1952. A cidade é pólo microrregional, sede da 18ª Região Administrativa do Estado do Paraná e também um importante pólo agroindustrial do Estado. Possui uma população, segundo Censo do IBGE (2017), de aproximadamente 135.538 habitantes.

No município é perceptível o alto índice de edificações verticais e horizontais em fase de construção, assim, aumentando a densidade demográfica do município e a demanda por moradias e áreas comerciais. Também é latente a crescente quantidade de reformas e ampliações na localidade.

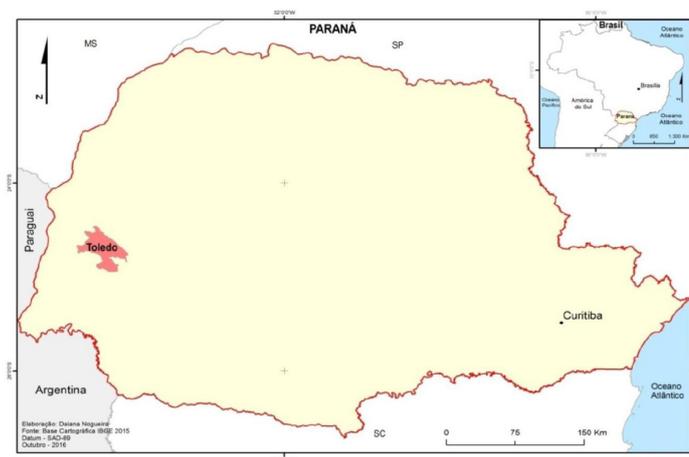


Figura 1 – Localização do município de Toledo/PR. Fonte: Base cartográfica IBGE (2016).

Para a caracterização dos RCC gerados, as porcentagens de resíduos utilizados como referência foi encontrado na revisão de literatura, de acordo com a metodologia proposta por Daltro FILHO et al. (2006). Dessa forma, os valores observados para cada material foram obtidas por meio da comparação do volume de RCC descartado, com o volume descrito pelo autor supracitado.

O levantamento de RCC utilizado na obra foi através do controle de notas fiscais de locação das caçambas, identificando assim a quantidade total de caçambas durante o período de 5 meses.

Nessa estimativa foi considerada a massa específica média (M_{em}) de 1.090 kg/m³ (DALTRO FILHO et al., 2006).

As caçambas estacionárias utilizadas pela empresa tinham 3, 4 e 5m³ de capacidade máxima, a partir disto calculou-se a estimativa do volume de resíduos gerados (Equação 1) e total de resíduos gerados (Equação 2), como segue:

Eq. 1

$$V_{tc} = N_c \times V$$

Onde:

V_{tc} = Volume total de RCC (m³);

N_c = Número das caçambas utilizadas;

V = Volume das caçambas utilizadas (m³).

Eq. 2

$$T = V_{tc} \times Mem$$

Onde: T = Total de resíduos gerados (kg);

V_{tc} = Volume total RCC (m³);

M_{em} = Massa específica média (1.090 kg/m³).

As etapas da obra foram divididas da seguinte maneira: terraplanagem, fundações/infraestrutura, supraestrutura/alvenaria, instalações, acabamentos e limpeza. Relaciona-se assim a quantidade de caçambas com a fase de cada obra do estudo conforme a Tabela 1 e Figura 2.

| FASE DA OBRA | Nº DE CAÇAMBAS | VOLUME RCC (m ³) |
|--------------------------|----------------|------------------------------|
| Terraplanagem | 09 | 45,00 |
| Fundações/Infraestrutura | 07 | 26,00 |
| Supraestrutura/Alvenaria | 20 | 120,00 |
| Instalações | 06 | 30,00 |
| Acabamentos | 11 | 51,00 |
| Limpeza | 03 | 12,00 |
| TOTAL | 56 | 284,00 |

Tabela 1 - Identificação da quantidade de resíduos gerados por fase da obra.
Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

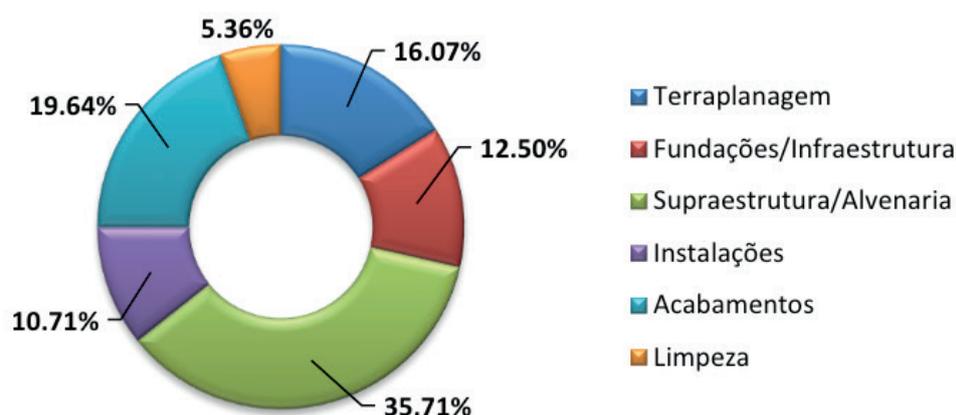


Figura 2 – Identificação da quantidade de resíduos gerados por fase de obra em termos percentuais.

A quantidade média de resíduos da construção civil analisado foi de aproximadamente 309,56 t, equivalente à 56 caçambas examinadas durante o período. O volume total de resíduos coletados e investigado foi de 284 m³.

As duas etapas onde mais se observou caçambas foi na Supraestrutura/

Alvenaria e Acabamento com uma amostra de 20 e 11 caçambas, respectivamente. Esse resultado se justifica por serem as duas etapas com maior período de duração nas obras, por conta de trabalhos excessivamente manuais na técnica empregada na região, concreto armado moldado *in loco* e alvenaria de blocos cerâmicos. Resultados semelhantes no estudo de MARQUES NETO E SCHALCH (2010) em uma construção vertical, de padrão médio.

A caracterização dos RCC gerados no canteiro de obra está descritos na Figura 3 e Tabela 2:

| COMPONENTE | PESO (T) | %* |
|---------------------------|---------------|----------------|
| Papelão | 2,08 | 0,67% |
| Papel | 3,31 | 1,07% |
| Plástico mole | 0,84 | 0,27% |
| Plástico duro | 0,03 | 0,01% |
| PVC | 0,93 | 0,30% |
| Vidro | 0,09 | 0,03% |
| Argamassa | 90,55 | 29,20% |
| Brita | 0,74 | 0,24% |
| Pedra | 13,64 | 4,40% |
| Cerâmica vermelha | 22,14 | 7,14% |
| Cerâmica branca | 17,46 | 5,63% |
| Mármore/Granito | 1,74 | 0,56% |
| Gesso | 25,03 | 8,07% |
| Metal | 0,31 | 0,10% |
| Madeira | 8,16 | 2,63% |
| Lata de tinta e derivados | 0,28 | 0,09% |
| Concreto | 1,99 | 0,64% |
| Solo/Areia | 48,81 | 15,74% |
| Telhas Amianto | 6,30 | 2,03% |
| Outros | 65,68 | 21,18% |
| TOTAL | 309,56 | 100,00% |

Tabela 2 - Composição dos RCC gerados

Fonte: * Adaptado DALTRO FILHO et al., 2006.

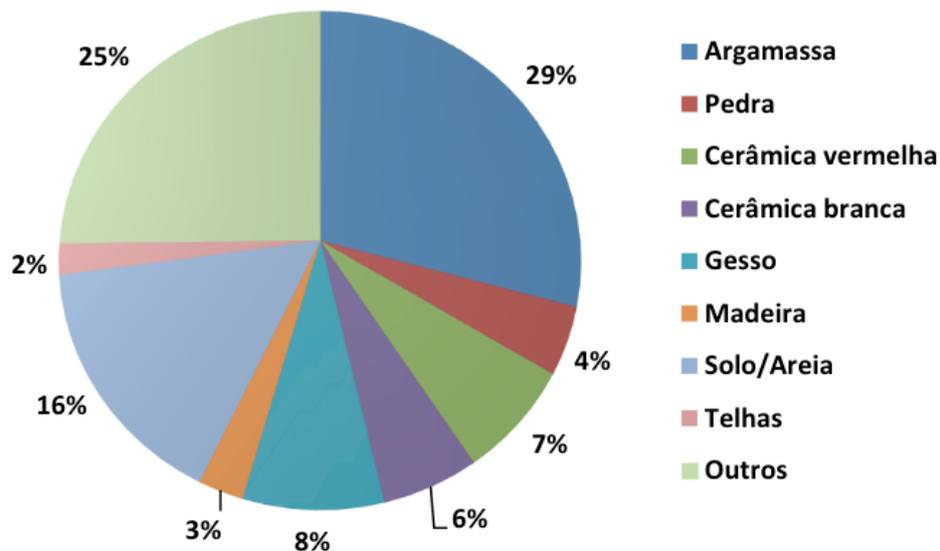


Figura 3 – Composição dos RCC gerados em termos percentuais.

Se agruparmos segundo as categorias de cada material segundo Resolução CONAMA nº 307/02, temos a Tabela 3:

| Classe | Componente | % da Classe | Peso (T) |
|--------|---------------------------|-------------|----------|
| A | Argamassa | 63,55 | 196,72 |
| | Concreto | | |
| | Cerâmica | | |
| | Pedra | | |
| | Brita | | |
| | Solo/Areia | | |
| | Mármore/Granito | | |
| B | Papelão | 5,08 | 15,72 |
| | Papel | | |
| | Plástico | | |
| | Vidro | | |
| | Madeira | | |
| | Metal | | |
| C | Gesso | 8,07 | 24,98 |
| D | Lata de tinta e derivados | 2,12 | 6,57 |
| | Telhas Amianto | | |
| Outros | Outros | 21,18 | 65,57 |
| TOTAL | | 100 | 309,56 |

Tabela 3 - Composição dos RCC gerados por Classes da Resolução CONAMA nº 307/02.

Fonte: * Adaptado Blumenschein, 2007.

Considerando esta classificação, vemos que uma das soluções possíveis para reduzir os danos ambientais causados pela indústria da construção com a geração dos RCC, passa por práticas de triagem e da reciclagem dos resíduos da Classe A primordialmente.

Segundo estudos de Silva et al. (2017), uma das alternativas de mercado, tem como parâmetro equipamentos de pequeno porte para reciclagem de resíduos da construção do tipo Classe A, que permite triturar entulhos em geral. Sendo o custo deste aparelho de aproximadamente R\$ 21.800,00 (24,8 salários mínimos) para uma produção de 0,5 m³/h. Após os resíduos triturados, existem várias soluções para utilização dos agregados reciclados obtidos, uma dessa solução é na utilização para a fabricação de *pavers* (dimensões de 20x10x6 cm - 0,0012 m³), para isso utiliza-se outro equipamento chamado mesa vibratória é utilizado e realiza o adensamento do concreto em formas. O custo levantado deste equipamento é de R\$ 5.600,00, equivalente a 6,4 salários mínimos. O investimento com o equipamento de triturar e a mesa vibratória seria de R\$ 27.400,00. Tornando viável a implantação desses equipamentos para reciclagem dos 63,55% de Resíduos Classe A gerados.

Considerando que para se produzir um metro quadrado de calçada é necessário cinquenta peças de *pavers*, na proporção um de cimento a cada seis volumes de agregado reciclado.

A estimativa do volume gerado de resíduo neste estudo é de 180,48 m³ na Classe A (63,55% do volume total da Tabela 1). O que pode gerar aproximadamente 150.400 *pavers*, para calçar uma área em torno de 3.000 m². Para a fabricação será necessário aproximadamente 722 sacos de cimento (50 kg).

Tomando como base a Tabela SINAPI de Insumo do Paraná Desonerada mês de referência Abril/2018 do valor do saco do cimento de R\$ 23,00, sendo custo com este material da ordem de R\$ 16.606,00. Despesas com funcionário, transportes, reciclagem e demais custos variáveis, que podemos estipular ser da ordem de 25%, o custo total de produção é de R\$ 20.757,50.

Mas se considerarmos esta mesma Tabela, vemos que o custo do *paver*, descrito como Piso Intertravado de Concreto - Modelo Retangular, 20x10 cm, E = 6 cm, Resistência de 35 Mpa (NBR 9781), Cor Natural (Ref. 00036155) – R\$ 30,81/m², ou R\$ 0,061/und., qual irá totalizar se comercializado o montante de R\$ 92.676,48.

Gerando assim uma nova fonte de renda com o comércio da pavimentação intertravada, aliada a redução dos custos, menor impacto ambiental, ampliação da vida útil da área licenciada, agregando valor ao resíduo antes desperdiçado.

Supondo que esta situação em estudo sejam de uma única obra, ou seja, todas as caçambas analisada fossem provenientes de somente um empreendimento. O ganho aqui auferido poderia ser potencializado, visto que deveriam ser descontados os custos com transporte da caçambas estacionárias para coletar este mesmo volume.

Além do que, o valor aqui simulado, refere-se tão somente ao resíduo da Classe A, o qual apresentou a maior porcentagem no descarte dos RCC's.

Silva et al. (2017) menciona que além do ganho financeiro, existe a contribuição principal: o ganho ambiental. Onde o volume gerado, pode ser utilizado como agregado natural e também deixa de ser dispostos em aterros, contribuindo para minimização da poluição e na diminuição da extração dos recursos naturais, que são as consequências mais agressivas para o meio ambiente.

Conclusões semelhantes foram obtidas por Thormak (2001) e Moreira (2010) onde os autores também apóia a reciclagem dos RCC para conservar os recursos naturais não renováveis utilizados pela construção civil, substituindo a areia e brita por material reciclável podendo atender as demandas das necessidades do setor da construção.

Portanto a reciclagem dos resíduos de classe A, mostrou-se uma ótima alternativa ambiental e financeiramente viável para transformar os resíduos em recurso, resultado semelhante ao trabalho de Evangelista, Costa e Zanta (2010), em um condomínio vertical de alto padrão com 18 torres.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos resíduos da construção civil dispostos nas caçambas estacionárias no município de Toledo/PR, foi possível verificar que a gestão dos mesmos não ocorre de maneira satisfatória. Pois quase não existe fiscalização do poder público sobre o descarte, disposição e transporte. Além disso, existe uma falta de conhecimento da legislação da população, que veem na caçamba estacionária, uma maneira de livrar-se do problema, passando a total responsabilidade sobre o resíduo gerado para empresa coletora, a qual deverá prover a correta separação e destinação, com vistas a reduzir o impacto ambiental gerado.

Do outro lado, as empresas coletoras, realizam o transporte mesmo que o conteúdo esteja desconforme com a legislação vigente, sem cobrar adicional pela sua adequação. Foi observado o não cumprimento destas resoluções já que na maioria das caçambas estacionárias havia a mistura de materiais de classes diferentes, dificultando ou impossibilitando a separação dos mesmos para correta destinação final.

Relacionando os materiais encontrados em cada caçamba investigada com o tipo e fase da obra, tem-se que não é possível dizer que há diferença nas obras de reforma e construção, em ambas ocorre a mistura de materiais de diferentes classes. Isto sugere que o cumprimento da legislação deve ser exigido tanto dos pequenos geradores quanto dos grandes. E o controle do ciclo de geração dos resíduos será mais eficiente quanto maior for a capacitação dos profissionais da construção civil.

Os resíduos sólidos que a obra gera, pode ser reciclado e utilizado no próprio

canteiro de obra ou nas ATT's. Com a implantação de equipamentos para reciclagem não apenas reduz os custos, mas ajuda a preservar os recursos naturais e minimizar os impactos ambientais causados pelo setor da construção civil. Ressaltando que os agregados naturais são recursos finitos e esgotáveis, portanto visualizando um futuro que a substituição pela reciclagem deixará de ser algo opcional e passará a ser obrigatório.

Conclui-se que a reciclagem em canteiros de obras traz ganhos ambientais e econômicos, e tudo aquilo que deixaria de ir para o aterro pode ser transformado em agregado reciclado, para fabricar pavers para calçada, por exemplo.

Apesar do gasto com investimento na compra de equipamentos para reciclagem de resíduos classe A, e os gastos com cimento para fabricação de pavers, foi constatado um alto ganho financeiro em função da economia com gasto de compra de agregado natural.

O uso do entulho como material de construção em canteiro de obras é, de forma preponderante, inevitável e inadiável, pois, de alguma forma, muito esforço há por se fazer, no sentido de concretizar os profissionais da construção civil de que os resíduos sólidos irão conquistar, nos próximos anos, a parte do mercado a que eles cabem (BLUMENSCHNEIN, 2007)

REFERÊNCIAS

AMADEI, D. I. B., PEREIRA, J. P., SOUZA, R. A., MENEGUETTI, K. S. **A Questão dos Resíduos de Construção Civil: Um Breve Estado da Arte**. Revista NUPEM, Campo Mourão, v. 3, n. 5, p. 185-199, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil – 2016**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/panorama/panorama2016.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO - ABRECON. **Pesquisa setorial 2014/2015 – A reciclagem de resíduos de Construção e Demolição no Brasil**. 2015. Disponível em: <http://abrecon.org.br/pesquisa_setorial/>. Acesso em: 06 jan. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama n° 307**, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, 17 jul. 2002.

_____. **Lei Federal n° 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2 ago. 2010.

BRASIL. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico**. 2000. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/default.shtm>> Acesso em 19 de dezembro de 2017.

BLUMENSCHNEIN, R. N. **Manual técnico: Gestão de resíduos sólidos em canteiros de obras**. Brasília: SEBRAE/DF. 2007. 48 p.

COSTA, N., LUNA, M., SELIG, P., ROCHA, J., **Planejamento de Programas de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil: uma Análise Multivariada**. Revista Engenharia Sanitária, v. 12, n. 4, p.446-456, 2007.

DALTRO FILHO, J.; BANDEIRA, A. A.; BARRETO, I. N. B. N.; AGRA, L. G. S. **Avaliação da composição e quantidade dos resíduos sólidos da construção civil de Aracaju, Sergipe, Brasil**. In: VIII Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Anais... , p.1-11, 2006.

EVANGELISTA, P. P. A., COSTA, D. B., ZANTA, V. M. **Alternativa Sustentável para Destinação de Resíduos de Construção Classe A: Sistemática para Reciclagem em Canteiros de Obras**. Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 23-40, 2010.

HALMEMAN, M. C. R., SOUZA, P. C., CASARIN, A. N. **Caracterização dos Resíduos de Construção e Demolição na Unidade de Recebimento de Resíduos Sólidos no Município de Campo Mourão - PR**. Revista Tecnológica, Edição Especial ENTECA, p. 203-209, 2009.

MÁLIA, M., BRITO, J., BRAVO, M. **Indicadores de Resíduos de Construção e Demolição para Construções Residenciais Novas**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 117-130, 2011.

MARQUES NETO, J. C.; SCHALCH, V. **Gestão dos resíduos de construção e demolição: estudo da situação no município de São Carlos-SP, Brasil**. Engenharia Civil, n.36, p.41-50, 2010.

MATOS, C. M. **Diretrizes para Efetivação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil no Estado do Paraná**. Monografia (Especialista em Construção de Obras Públicas), UFPR, 63f. 2010.

MIRANDA, L., ANGULO, S.C., CARELI, E. D., **A Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição no Brasil: 1986-2008**. Ambiente Construído, v. 9, n. 1, p. 57-71, 2009.

MOREIRA, L. H. H. **Avaliação da influência da origem e do tratamento dos agregados reciclados de resíduos de construção e demolição no desempenho mecânico do concreto estrutural**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo. 106p. 2010.

PARANÁ (Estado). **Lei n° 12.493, de 22 de janeiro de 1999. Política de Resíduos Sólidos do Paraná**. Diário Oficial n° 5430, Paraná, 5 fev. 1999. Disponível em: <<http://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=2334&codItemAto=15988>>. Acesso em: 07 jan. 2018.

PINTO, T.D.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. São Paulo, 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

Prefeitura Municipal de Toledo. **Plano Municipal Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos (PMIGRCC-RV) do Município de Toledo-PR**. Fundação Universitária De Toledo – Funiversitária. 1ª Ed. - Toledo, 2012. 255 p.

SABBATINI, F. H.; **Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos: Formulação e Aplicação de uma Metodologia**. 1989, 336p. Tese (doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SANTOS, E. C. G. **Aplicação de Resíduos de Construção e Demolição Reciclados (RCD-R) em Estruturas de Solo Reforçado**. Dissertação (Mestrado em Geotecnia), USP, 168f. 2007.

SILVA, W. C, SANTOS, G. O., ARAUJO, W. E. L. **Resíduos Sólidos da Construção Civil: Caracterização, Alternativas de Reuso e Retorno Econômico**. Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental. Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 286 - 301, jul./set. 2017

SOUZA, U. E. L., PALIARI, J. C., ANDRADE, A. C., AGOPYAN, V. ***Os Valores das Perdas de Materiais nos Canteiros de Obras do Brasil.*** Congresso Latino-Americano de Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios: Soluções para o Terceiro Milênio. São Paulo, 1998.

SOUZA, U. E. L., ***Como Reduzir Perdas nos Canteiros: Manual de Gestão do Consumo de Materiais na Construção Civil.*** Editora Pini, 127p., 1ª edição, São Paulo, 2005.

THORMARK, C. ***Conservation of energy and natural resources by recycling building waste.*** Journal of Resources, Conservation and Recycling. v.33, p.113-130, 2001.

ANÁLISE DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS PRODUZIDOS POR LABORATÓRIOS DE PESQUISA E ENSINO DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (ICB) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (UFPA)

Teresa Cristina Cardoso Alvares

Servidora Técnica-administrativa e Mestra em Ciência e Meio Ambiente – ICB/UFPA.

E-mail:alvarescristina@hotmail.com

Gilmar Wanzeller Siqueira

Servidor Técnico- administrativo e Professor Doutor no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Meio Ambiente do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará (ICEN/PPGCMA/UFPA). E-mail: gilmar@ufpa.br

Maria da Conceição Gonçalves Ferreira

Servidora Técnica-administrativa, Especialista em Administração Estratégica – FGV/UFPA e Mestra em Ciência e Meio Ambiente – PROPLAN/UFPA.

E-mail: concici@ufpa.br

Alzira Maria Ribeiro dos Reis

Servidora Técnica-administrativa e Mestra em Ciência e Meio Ambiente – E-mail:alzira0185@gmail.com

Maria Ivete Rissino Prestes

Servidora Técnica-Administrativa e Mestra em Ciência e Meio Ambiente – ICEN/UFPA.

E-mail:mirp@ufpa.br

Murilo Augusto Alvares Batista

Graduando de Matemática no ICEN/UFPA. E-mail: murilloalvarez@gmail.com

Milena de Lima Wanzeller

Bacharel e Licenciada em Artes Visuais pela Universidade da Amazônia (UNAMA) – E-mail:

wanzellermilena@gmail.com

Maria Alice do Socorro Lima Siqueira

Assistente Social pela Universidade da Amazônia (UNAMA) e Bacharel em Direito pela Faculdade Metropolitana da Amazônia (FAMAZ).

E-mail: malics@yahoo.com.br

André Monteiro Pinto

Licenciado em Ciências Biológicas pela Faculdade Integradas Ypiranga, Mestrando em Saúde, Ambiente e Sociedade na Amazônia na UFPA. E-mail: andremontep1@hotmail.com

RESUMO: O instituto de Ciências Biológicas (ICB), unidade pertencente à Universidade Federal do Pará (UFPA), gera resíduos químicos e biológicos que podem ser classificados como perigosos e não perigosos, conforme a NBR 10.004/2004. Este trabalho de pesquisa refere-se aos dados de caracterização e de manejo dos resíduos ali gerados, obtidos a partir de informações cedidas pela comunidade desse instituto e análise observacional dos resíduos descartados durante o período de estudo. Conclui-se, portanto, que o ICB carece desenvolver uma educação ambiental apropriada, como ferramenta de ação, para implantar um PGRSS, possibilitando assim uma segurança maior aos atos da sua administração.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos de laboratórios; ICB; UFPA.

WASTE MANAGEMENT ANALYSIS PRODUCED BY RESEARCH AND TEACHING LABORATORIES OF THE INSTITUTE OF BIOLOGICAL SCIENCES (ICB) OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF PARÁ (UFPA)

ABSTRACT: The Institute of Biological Sciences (ICB), a unit belonging to the Federal University of Pará (UFPA), generates chemical and biological waste that can be classified as hazardous and non-hazardous, according to NBR 10.004 / 2004. This research work refers to the characterization and management data of waste generated there, obtained from information provided by the community of this institute and observational analysis of waste disposed during the study period. It is concluded, therefore, that the ICB needs to develop an appropriate environmental education, as a tool of action, to implement a PGRSS, thus enabling greater security to the actions of its administration

KEYWORDS: laboratory waste; ICB; UFPA.

INTRODUÇÃO

As Instituições de Ensino Superiores (IESs), geram pequenas quantidades de resíduos químicos e biológicos, em relação aos grandes parques industriais, em geral, são tratadas como atividades não impactantes pelos órgãos ambientais (SCHNEIDER, *et al.*, 2012), por isso são negligenciadas com uma fiscalização mais intensiva. Nos anos 90, segundo Afonso *et al.*, (2003), é que o gerenciamento de resíduos químicos e derivados em laboratórios de ensino e pesquisa no Brasil começou a ser discutido, sendo importante para as universidades. Entretanto, para Sassioto, (2005, p.1), o gerenciamento de resíduos ainda é pouco discutido nas IESs, no Brasil e na América Latina como um todo. Afonso *et al.*, (2003), argumenta em sua pesquisa que a ausência de um órgão fiscalizar, falta de visão e o descarte inadequado levaram muitas universidades a poluir o meio ambiente, promover o desperdício e arcar com mau gerenciamento.

No entanto, cabe dizer que muitas universidades vêm buscando equacionar os seus problemas com relação ao gerenciamento dos resíduos sólidos. Para tanto diversas iniciativas tem sido adotadas, dentre elas pode-se citar (1) educação ambiental para a comunidade acadêmica, (2) implementação de coleta seletiva e sistema de compostagem; (3) constituição e instalação de comissões para tratar de assuntos relacionados aos resíduos; e (4) implementação de sistema de gestão ambiental (SGA). Tais iniciativas são de extrema relevância para garantir o manejo adequado dos resíduos e devem ser realizadas em conjunto e juntamente com outras ações que sejam relevantes para atender as características e particularidades de cada instituição de ensino.

Ao longo dos seus 60 anos de atividades, as unidades de ensino, pesquisa e extensão da Universidade Federal do Pará (UFPA), acumularam uma série de resíduos biológicos, químicos e radioativos de diferentes graus de riscos. A maioria desses resíduos perdeu a rastreabilidade ao longo do tempo, dificultando e onerando

qualquer ação local que tenha como objetivo identificar e reaproveitar esses resíduos (COGERE, 2005).

Essa pesquisa tem como objetivo analisar como os resíduos produzidos nos laboratórios pesquisados do ICB são gerenciados, estocadas e manejados.

METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida teve um caráter descritivo, utilizando técnicas padronizadas de coletas de dados, tais como o questionário e a observação sistemática (GIL, 2002). O estudo foi realizado no Campus Universitário de Belém – Prof. Dr. José Silveira Neto, no Instituto de Ciências Biológicas (figura 01).



Figura 1: Local da realização da pesquisa.

Foram investigados 10 laboratórios de ensino e pesquisa (Biologia Estrutural e Funcional, Citopatologia, Citogenética, Citogenética Humana, Esterilização, Farmacologia, Microbiologia e Imunologia, Micologia, Paternidade e Virologia), sendo que foram abordadas questões quanto à geração, gerenciamento, estocagem e destinação final dos resíduos oriundos das atividades desenvolvidas no mesmo. Sendo que os questionários aplicados nas universidades tiveram como objetivo realizar um diagnóstico dos resíduos gerados durante as práticas de ensino e pesquisa nos respectivos laboratórios, avaliando todas as etapas que envolvem o processo de segregação, acondicionamento, identificação, armazenamento, destinação final dos resíduos e quantidades de responsáveis pelo ambiente, de acordo com as suas características químicas e biológicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos 10 laboratórios do ICB onde foram aplicados os questionários, observaram-se alguns aspectos relativos aos resíduos produzidos. Para a obtenção de dados mais precisos para esta pesquisa, a aplicação dos questionários foi realizada diretamente ao responsável por cada laboratório, sendo que 90% dos questionários foram direcionadas ao próprio coordenador ou ao técnico, pois os mesmos são os responsáveis pela manutenção e assuntos relacionados à utilização dos laboratórios escolhidos.

Nos resultados obtidos a partir do questionário foi possível analisar um panorama dos reagentes utilizados e resíduos químicos gerados nas diversas atividades de pesquisa e ensino destes laboratórios, como podemos notar na figura 02, a priori podemos observar que os laboratórios envolvidos no estudo geram 100% resíduos neste instituto.

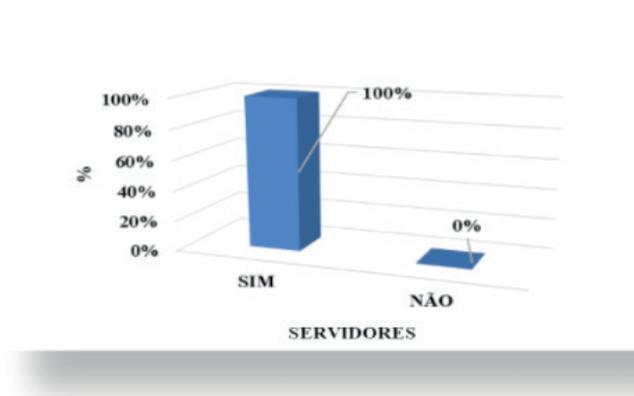


Figura 2: Resíduos gerados nos laboratórios pesquisados.

Porém, percebeu-se uma dificuldade em dá uma destinação adequada aos resíduos produzidos, em qualquer etapa do gerenciamento do RSS. Nota-se que os responsáveis pelo gerenciamento nos laboratórios, ignoram a legislação. A destinação ambientalmente adequada, de acordo com a RDC n° 222/2018, no seu Art. 3º, inciso XX, evita danos, riscos à saúde pública, à segurança e minimizar os impactos ambientais adversos.

Tomando por base a figura 03 podemos observar que 100% das atividades desenvolvidas nos laboratórios estudados utilizam produtos químicos pertencentes ao Grupo B, na qual costumam apresentar aspectos desagradáveis aos sentidos humanos, como por exemplo, mistura decorrentes de substâncias ou de reações lenta como o ar (oxidação), sob a ação da luz ou entre componentes dos resíduos de aspectos visuais desagradáveis. Deve-se salientar o fato de que apenas 03 dos 10 laboratórios se preocupam “com o uso de EPI ou EPC”. O contato com substância potencialmente perigosa, mesmo que seja de baixo custo e do cotidiano, requer que o manuseio desses produtos e de seus resíduos, seja dentro das normas de segurança, com o uso adequado dos equipamentos de proteção individual-EPI e

proteção coletiva-EPC.



Figura 3: Laboratórios que utilizam produtos químicos.

A figura 04 mostra que os 50 servidores entrevistados na pesquisa, dividiram-se quanto ao tratamento dos resíduos, ou seja, 25%, disseram que há tratamento antes do descarte e os outros 25% disseram não. Isso mostra que não há coerência eficaz neste processo.

É de praxe que a etapa de tratamento dos resíduos deve ser feita o quanto antes, evitando que ele se altere com o tempo, dificultando o procedimento a ser aplicado, ou adotar medidas que minimizem a geração de resíduos. Ressaltamos que os resíduos pertencentes ao RSS do Grupo A, com possível presença de agentes biológicos, que, por suas características, podem apresentar risco de infecção (§1º, Seção I, Capítulo IV, da RDC-222/2018).

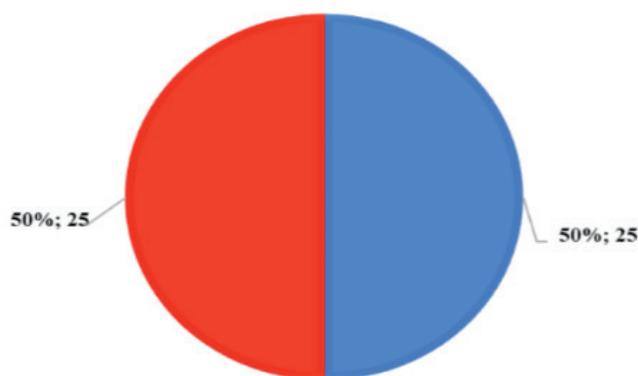


Figura 4: Tratamento antes do descarte do produto.

De maneira geral, a figura 05 mostra que no ICB, a atividade diária em laboratórios de ensino e pesquisa requer atenção e respeito quanto às normas ambientais vigentes, já que se utiliza grande variedade de produtos químicos. O ensino e a pesquisa faz

uso ocasional ou constante de alguns produtos químicos em suas atividades rotineira e básica, como ácido, base e metal, que de acordo com o levantamento, 100% das atividades desenvolvidas, usam produtos de diversos graus de periculosidade. No entanto, percebeu-se que não há uma norma de segurança interna ou informações com as etapas do processo de segregação em relação aos produtos perigosos nos laboratórios estudados. Vale ressaltar que a conscientização é imprescindível para o desenvolvimento de novos procedimentos, na tentativa de proteger os servidores que participam do processo, incluindo também o meio ambiente.

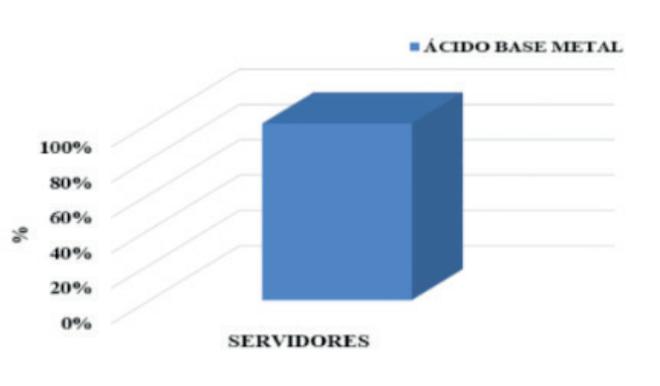


Figura 5: Ácido, base, metal.

Diversos produtos são utilizados nestes laboratórios, pois os mesmos são destinados tanto a pesquisa como a ensino em aulas práticas, sendo todos os resíduos devidamente identificados quando gerados nestas atividades, e requer uma atenção especial, pois, observou-se que são manipulados produtos considerados perigosos como os metais pesados e organohalogenados, mesmo em pequenas quantidades. Desta forma, a caracterização dos resíduos é imprescindível para o conhecimento da composição dos resíduos e da quantidade gerada, fornecendo, assim, ao gerador o conhecimento necessário para que o mesmo saiba que medidas adotar para um correto gerenciamento de resíduos. A figura 06 apresenta alguns produtos utilizados nos laboratórios pesquisados.

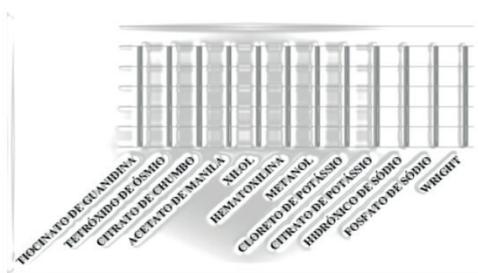


Figura 6: Produtos utilizados.

Outro aspecto que requer atenção neste estudo é o armazenamento interno. Ao

analisarmos a figura 07, verificou-se que 49 servidores informaram que armazenam os produtos (resíduos) nos laboratórios, representando, assim, um total de quase 100%. O armazenamento interno é uma modalidade que foi criada para atender geradores de resíduos dos Grupos B (químicos) e C (rejeitos radioativos), em condições definidas pela legislação e normas aplicáveis a essa atividade, em local específico dentro da área de trabalho, até que tenham um volume significativo que justifique o custo com a coleta e o tratamento, respeitando as condições inerentes às características destes resíduos (Art. 3º, inciso VI, da RDC 222/2018).

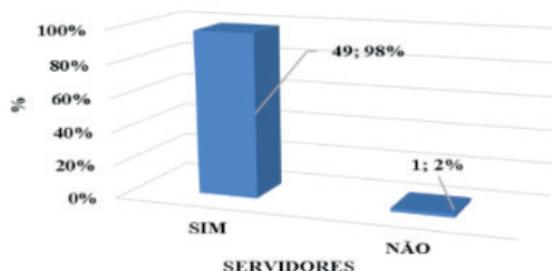


Figura 7: Produto armazenado no laboratório.

Observou-se que os produtos vencidos é uma realidade em alguns laboratórios. A constatação dessa realidade é notória, contudo, a figura 08 nos deixa observar uma diferença mínima na utilização e/ou guarda desses produtos. Ressalte-se que a quantidade de produtos introduzidos no meio ambiente é gradualmente degradada e assimilada por processos naturais. Entretanto, há produtos em que a diluição não funciona, como por exemplo, os metais pesados e seus compostos e produtos orgânicos sintéticos não-biodegradáveis. O agravante também é jogar o produto vencido sem tratamento, pois, tendem a ser absorvidos no meio ambiente e a se concentrarem nos organismos, incluindo os seres humanos, causando algumas vezes, efeitos letais (Art. 3º, inciso LII, da RDC 222/2019).

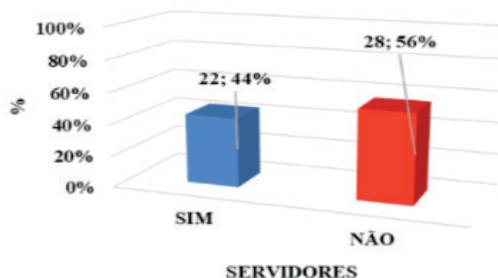


Figura 8: Produto vencido utilizado e/ou guardado para uso futuro.

Na figura 09, de acordo com o levantamento realizado, mostrou que 100% dos 50 servidores entrevistados, não reutilizam resíduos empregados nas práticas dos laboratórios de ensino e pesquisa. Porém, observou-se que nos laboratórios estudados, isso é comum. Enfatiza-se, que a segregação no momento da geração dos resíduos, conforme classificação por grupos (Seção I, Art. 11, RDC 222/2018), não apenas facilita o tratamento destes, mas permite o reaproveitamento em novos experimentos, e assim contribui para a minimização dos impactos ambientais.

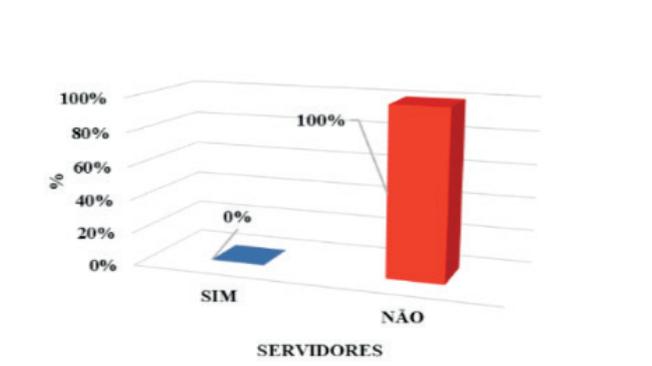


Figura 9: Resíduos utilizados.

Analisando a figura 10, podemos observar uma diferença pequena entre os servidores arguidos. Porém, observou-se que por falta de orientação e informação, os resíduos (produtos) são guardados, sim, misturados, sem a devida preocupação com o que estes podem causar em ambiente confinados. Ressalte-se que acatar a procedimento simples e importante é capaz de evitar possíveis danos relacionados ao manuseio dos RSS. Sabemos que em laboratórios de ensino e pesquisa, geralmente, há grande variedade de produtos químicos e de outros agentes, como por exemplo, equipamentos de micro-ondas, materiais radioativos e micro-organismos, portanto, são locais complexo que gera a necessidade de conhecimentos especiais no campo de controle de riscos.

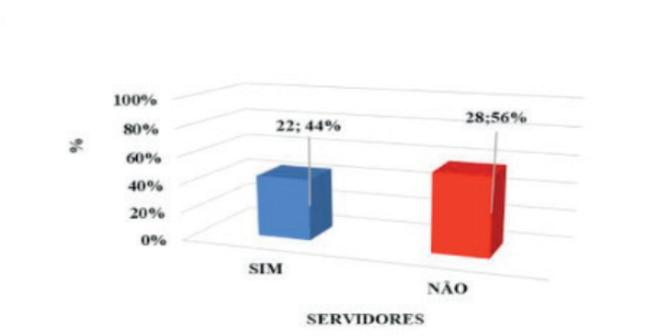


Figura 10: Resíduo guardado misturado.

De acordo com a figura 11, observamos que não há coerência entre os servidores entrevistados, pois, a diferença entre a resposta foi de 4%, o que evidência a falta de compromisso e responsabilidade, num processo importante da cadeia. Pelo que foi observado, não há a descrição e implantação de programas de capacitação desenvolvido pelo instituto, abrangendo todos as unidades geradoras estudadas e o setor de limpeza, com apresentação de documento comprobatório da capacitação e treinamento, conforme apregoada pela norma vigente, no seu inciso IX e X da RDC-222/2018).

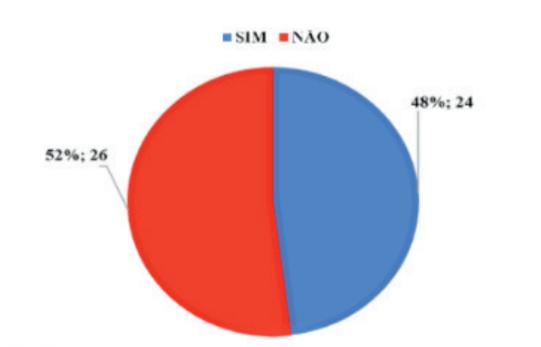


Figura 11:- Retirada do resíduo feito pelo funcionário da limpeza.

A figura 12 mostra que os 46 servidores, ou seja, 92% informaram que os resíduos gerados são acondicionados de forma adequada, embora, a realidade vivenciada pelos autores dessa pesquisa dentro do Instituto, apresentou-se contrária ao que se observou em relação a isso. O acondicionamento constitui no ato de embalar os resíduos segregados em sacos ou recipientes, porém, nem todos têm o compromisso e/ou responsabilidade nesta fase do processo. Um acondicionamento inadequado compromete a segurança do processo e o encarece. Recipientes inadequados ou improvisados (pouco resistentes, mal fechados ou muito pesados), construídos com materiais sem a devida proteção, aumentam o risco de acidentes de trabalho. (Capítulo III, Seção I, RDC 222/2018).



Figura 12: Resíduo gerado, acondicionado de forma adequada.

Quando observamos a figura 13, no levantamento de dados feito por meio dos questionários aplicados aos servidores, mostrou que as informações são inconsistentes. Vale ressaltar que há uma programação definida pela Prefeitura do Campus (3ª e 5ª feiras da semana) para a busca dos resíduos no Institutos, porém, não há um procedimento operacional padrão-POP a ser seguido, dificultando assim a tomada de decisão. O descaso, o desconhecimento da norma vigente, falta de orientação, de fiscalização pelos setores responsáveis compromete o gerenciamento dos RSS e, ao invés de minimizar, aumentam os riscos, pelo mau gerenciamento.

A normativa em vigor, RDC-222/2018, contempla as novidades legais e tecnológicas surgidas para o cenário atual, entretanto, observamos que diante das dificuldades enfrentadas pela IES, alguns quesitos importantes não são vistos como prioridades, como por exemplo, as boas práticas de GRSS.

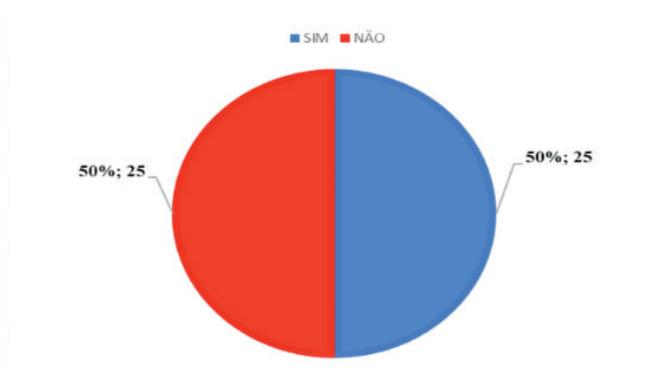


Figura 13: Programação definida para retirada do resíduo do local.

A figura 14 ilustra que 98% dos servidores, acondicionam os resíduos em recipientes adequados. Porém, identificou-se, em visita de campo aos laboratórios de estudo, falha no manejo dos resíduos, ou seja, os coletores não são adequados para acondicionar os sacos com resíduos, e que também não há a distinção de classificação de cores para os coletores de outros resíduos. Algumas lixeiras são pequenas, vazadas e inadequadas, além de serem em números insuficientes, corroborando com os resultados desta pesquisa.

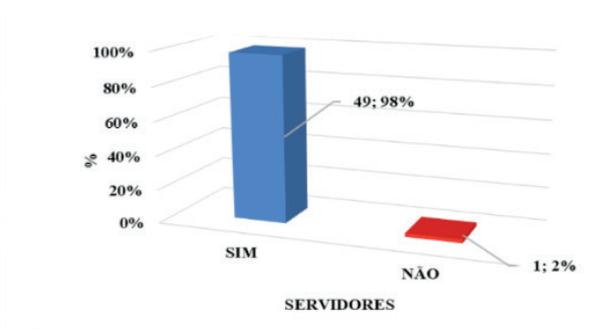


Figura 14: Resíduo em recipiente adequado.

A figura 15 demonstrou que 88% dos entrevistados informam o tipo de resíduo gerado no rótulo dos recipientes. Porém, essa informação não condiz com a realidade vivida neste instituto, já que existem barreiras para as boas práticas de gerenciamento dentro do mesmo. Observou-se, porém, que as informações não são consistentes, pois, a falta de recursos, principalmente humanos e financeiros dificulta a conscientização de todos e também pela falta de interesse de setores chaves da instituição.

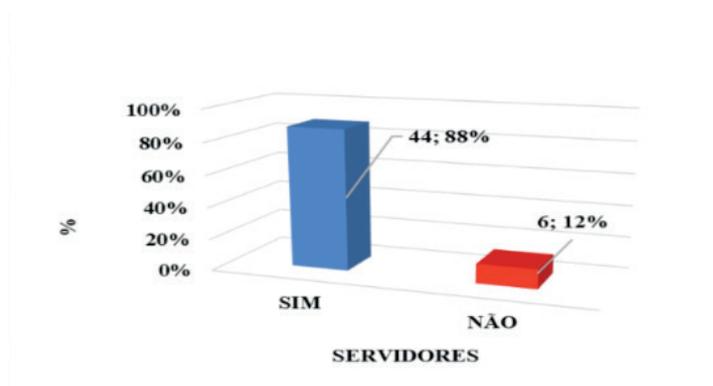


Figura 15: Informação no rótulo do recipiente, tipo de resíduo.

É possível analisar na figura 16 que existe uma diferença irrisória de 6% entre os entrevistados sobre este item. Entretanto, não há uma coerência entre o levantamento desses dados e o que se observou na prática, em visita aos laboratórios. Quando se analisa a adoção das práticas importantes para o melhoramento do processo, percebeu-se que os laboratórios não adotam nenhuma prática de gestão ambiental, dificultando sobremaneira o reflexo sobre a consciência dos envolvidos em relação aos cuidados com o meio ambiente.

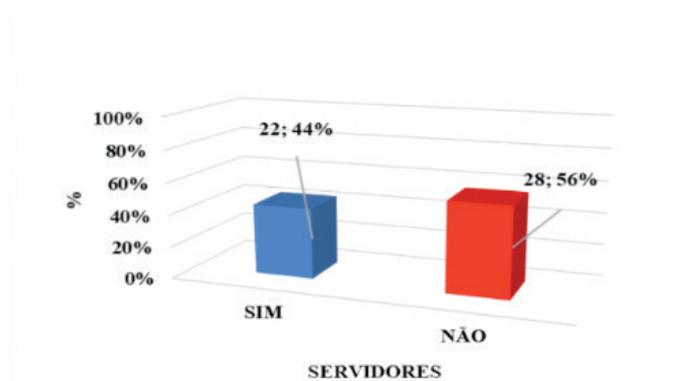


Figura 16: Nome do laboratório, do responsável pelo serviço e data.

Ao analisarmos a figura 17, observarmos que dos servidores entrevistados, 84%, sinalizaram que não identificam os resíduos, quando estes são misturados. Ressalte-

se que, se estiver identificado com a simbologia de risco associado à periculosidade do RSS, de acordo com o Anexo II da RDC-222/2018, facilitará o gerenciamento dos diversos tipos de resíduos.

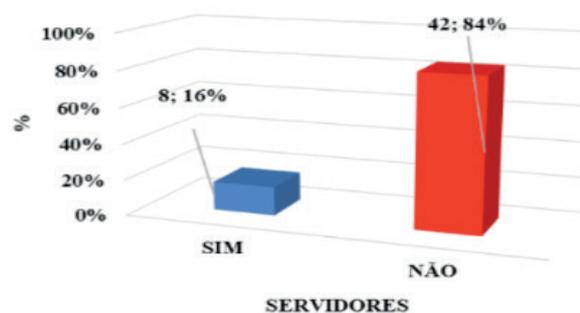


Figura 17:- Havendo mistura, identifica-se.

Por fim, as informações obtidas por meio dos servidores entrevistados, demonstraram que não há estimativa sobre o volume gerado de resíduos nos laboratórios estudados. Foi possível observar e analisar que esta ação não faz parte do cotidiano do instituto e possivelmente da instituição como um todo. A figura 18, enfatiza que, dos servidores entrevistados, 84% disseram “não” a esta abordagem.

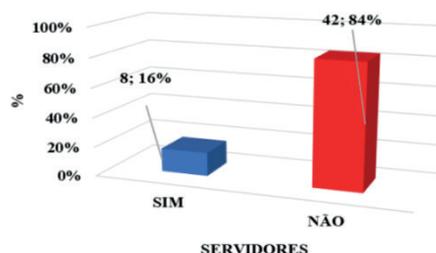


Figura 18: Informação do volume mensal de resíduo gerado nos laboratórios.

CONCLUSÕES

O problema dos resíduos sólidos gerados nos laboratórios ICB, em geral, é delicado e restrito em relação ao seu gerenciamento ambiental, pois, percebeu-se a falta de atenção, desconhecimento em relação aos requisitos da legislação em vigor e a deficiência de informação técnica disponível para os geradores. Em relação aos procedimentos de coleta, realizados por pessoa de empresa terceirizada, observou-se falhas em treinamento e capacitação para executar a função de acordo com a norma vigente.

É imprescindível, a partir do apoio da direção do ICB e da UFPA, um Programa de Gerenciamento de Resíduos, bem estruturado e integrado. Porém, para que isso aconteça, entretanto, torna-se indispensável a incorporação de princípios, técnicas e procedimentos da sustentabilidade; investir em treinamento dos gestores responsáveis pelo gerenciamento dos RSS, principalmente no que se refere a normas legais, para que se possa garantir a implementação de metodologias que assegurem à saúde dos servidores, a proteção e qualidade do meio ambiente.

Nesta problemática específica, revela a preocupação crescente de muitos, no contexto universitário, a busca por um desenvolvimento sustentável, não só no aspecto ensino e pesquisa, mas de práticas ambientais corretas, resgatando assim, a magnitude do ICB/UFPA na construção de ideias, fomento de novas perspectivas, adaptado à nova realidade. Outro ponto importante, para que se desenvolva uma nova cultura institucional e estimule os gestores a agregar critérios de gestão socioambiental para a sociedade acadêmica, é seguir uma estratégia de planejamento, utilizando-se a inserção de princípios e práticas de sustentabilidade socioambiental, tendo como base a Agenda Ambiental na Administração Pública-A3P, norteada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Portanto, sugere-se a implantação do PGRSS, mas antes, seja iniciado um programa de educação ambiental, abrangendo o recurso humano existente no ICB, com responsabilidade e comprometimento de todos, para que se possa alavancar ações de desenvolvimento sustentável, contribuindo para a missão que o Instituto tem diante da sociedade Amazônica.

REFERÊNCIAS

AFONSO, J. C. *et al.* **Gerenciamento de resíduos laboratoriais: Recuperação de elementos e preparo para descarte final.** Quim. Nova, Vol. 26, No. 4, 602-611, 2003. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia. Rio de Janeiro-RJ.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2 de agosto de 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Cartilha A3P** – Agenda Ambiental da Administração Pública. Brasília – DF, 2009, 5ª Edição. Revista e atualizada. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/cartilha_a3p_36.pdf, acesso em 22 de setembro de 2019.

BRASIL. **Resolução ANVISA RDC nº 222**, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviço de Saúde e dá outras providências. Ministério da Saúde / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Diário Oficial da União. Publicado em: 29/03/2018, Edição 61, Seção 1, Página 76.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 358**, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, DF, 4 maio 2005, Seção 1, p. 63-65.

Comissão de Gerenciamento de Resíduos – elaborou o plano de gestão para os resíduos gerados nos laboratórios da UFPA, 2008.

GIL, A.C. **Como elaborar o projeto de pesquisa**. 4 ed, São Paulo: Atlas, 2002.

SASSIOTTO, Maria Lucia Passarelli. Manejo de resíduos de laboratórios químicos em universidades - estudo de caso do departamento de química da UFScar. 2005. 223 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

SCHNEIDER, V. E. *et al.* **A gestão ambiental de resíduos químicos na universidade de Caxias do Sul, 3º Congresso Internacional de Tecnologia para o meio ambiente**. Bento Gonçalves - RS, Brasil, 25 a 27 de abril de 2012.

SOBRE AS ORGANIZADORAS

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco - Possui graduação em Bacharelado em Geografia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2008). Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Estadual de Ponta Grossa, turma de 2018 e participa do Núcleo de Pesquisa Questão Ambiental, Gênero e Condição de Pobreza. Mestre em Ciências Sociais Aplicadas pela UEPG (2013), na área de concentração Cidadania e Políticas Públicas, linha de Pesquisa: Estado, Direitos e Políticas Públicas. Como formação complementar cursou na Universidade de Bremen, Alemanha, as seguintes disciplinas: Soziologie der Sozialpolitik (Sociologia da Política Social), Mensch, Gesellschaft und Raum (Pessoas, Sociedade e Espaço), Wirtschaftsgeographie (Geografia Econômica), Stadt und Sozialgeographie (Cidade e Geografia Social). Atua na área de pesquisa em política habitacional, planejamento urbano, políticas públicas e urbanização.

Juliana Yuri Kawanishi - Possui graduação em Serviço Social (2017), pela Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Atualmente é mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais Aplicadas da linha de Pesquisa: Estado, Direitos e Políticas Públicas, bolsista pela Fundação CAPES e desenvolve pesquisa na Universidade Estadual de Ponta Grossa – PR, turma de 2018. É membro do Núcleo de Pesquisa Questão Ambiental, Gênero e Condição de Pobreza e do grupo de pesquisa Cultura de Paz, Direitos Humanos e Desenvolvimento Sustentável. Atua na área de pesquisa em planejamento urbano, direito à cidade, mobilidade urbana e gênero. Com experiência efetivada profissionalmente no campo de assessoria e consultoria. Foi estagiária na empresa Emancipar Assessoria e Consultoria. Desenvolveu pesquisa pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC, trabalhando com as linhas de mobilidade urbana e transporte público em Ponta Grossa.

Rafaelly do Nascimento - Possui graduação em Jornalismo pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016). Atualmente é mestranda em Ciências Sociais Aplicadas pela UEPG, turma 2018. Dedicar-se a pesquisas voltadas ao papel da comunicação nos processos políticos, focando atualmente na participação da mulher nesse cenário midiático. Assim, tem os discursos dos presidentes em debates eleitorais como objeto de estudo. Desde 2018 faz parte do Núcleo Temático de Pesquisa: Questão Ambiental, Gênero e condição de pobreza, que estuda como se dão as relações de gênero e meio ambiente, considerando seus determinantes sócio-históricos que se configuram em condições de pobreza presentes na sociedade. Dentro do grupo pode desenvolver estudos que tratavam do processo de Desenvolvimento Sustentável Endógeno no município de Carambeí (PR), que é caracterizado pelo papel das mulheres da região.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Amazônia 25, 26, 31, 100, 103, 104, 108, 111, 112, 175, 177, 183, 196, 198, 202, 203, 204, 207, 208, 209, 212, 213, 214, 215, 216, 227, 230, 235, 276, 329

Anastrepha 196, 197, 199, 200, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 211, 213, 214, 215, 216, 217, 251, 257

Apicultura 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32

Arborização urbana 87, 96, 97, 98

Atributos de ecossistemas 74, 84

C

Cerâmica ativa 13, 14, 16, 18, 19, 20, 23

Ceratitis 197, 203, 204, 207, 208, 209, 210, 211, 214, 217, 251

Conscientização 28, 33, 72, 102, 137, 142, 163, 166, 173, 334, 339

Conservação 28, 31, 38, 42, 47, 62, 65, 73, 75, 85, 86, 88, 89, 97, 99, 113, 123, 142, 164, 165, 172, 173, 174, 176, 185, 232, 233, 278

Controle de poluição do ar 14

Criatividade 33, 166

Currículo pós-crítico 121

D

Degradação de bacias hidrográficas 2

Discurso 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

E

Ecologia da restauração 69, 73, 74, 75, 86

Ecologia urbana 87

Edifícios sustentáveis 14

Educação ambiental 47, 111, 134, 138, 140, 145, 146, 147, 148, 164, 165, 166, 167, 171, 172, 173, 174, 329, 330, 341

Educação de solos 163

Educação do campo 149, 161, 162

Espaços verdes 87, 88, 91, 92

F

Filtros ambientais 74, 81, 82

Fotocatálise 14, 15, 16, 20, 22

Fruto hospedeiro 207, 251

G

Geotecnologias 87

Gestão ambiental 38, 40, 41, 46, 148, 330, 339, 342

I

Impactos ambientais 38, 46, 135, 165, 237, 292, 316, 326, 332, 336

Indicadores ecológicos 62, 71

Infestação 196, 198, 199, 206, 207, 210, 211, 214, 217

M

Manejo do solo 185, 186

Matéria orgânica 68, 70, 81, 82, 168, 171, 177, 184, 185, 186, 189, 190, 193, 195, 233, 260, 262, 265, 267, 268, 306, 309

Monitoramento 55, 62, 63, 64, 71, 72, 83, 144, 204, 215, 301, 310, 313, 317, 318

Mosca-da-carambola 196, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 213, 215, 257

P

Paricá 175, 176, 177, 179, 182, 183

Planejamento da restauração 62

Preservação ambiental 100, 163, 176, 177, 182

Pronera 149, 150, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 161, 162

Protótipo 33, 34, 35, 244

Psidium guajava 196, 197, 202, 210, 211, 212, 216, 217

R

Recarga artificial de água subterrânea 1, 2, 7, 11

Reflorestamento 1, 8, 9, 11, 12, 30, 32, 75, 100, 176, 177

Rizobactérias 175, 176, 177, 179, 180, 182, 227, 232, 233, 234

S

Sucessão ecológica 67, 74, 75, 76, 79

Sustentabilidade ambiental 1, 2, 3, 9

T

Trote ecológico 103

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7247-755-0



9 788572 477550