



Sustentabilidade e meio ambiente:

Rumos e estratégias para o futuro

**Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)**

 **Atena**
Editora
Ano 2021



Sustentabilidade e meio ambiente:

Rumos e estratégias para o futuro

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro
(Organizadores)

 **Atena**
Editora
Ano 2021



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

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

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^a Dr^a Gílrene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Sustentabilidade e meio ambiente: rumos e estratégias para o futuro

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Flávia Roberta Barão
Indexação: Gabriel Motomu Teshima
Revisão: Os autores
Organizadores: Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S964 Sustentabilidade e meio ambiente: rumos e estratégias para o futuro / Organizadores Pedro Henrique Abreu Moura, Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-558-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.584210410>

1. Sustentabilidade. 2. Meio ambiente. I. Moura, Pedro Henrique Abreu (Organizador). II. Monteiro, Vanessa da Fontoura Custódio (Organizadora). III. Título.

CDD 363.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br



Ano 2021

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de e-commerce, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

APRESENTAÇÃO

A preservação dos recursos naturais e a equidade social juntamente com o crescimento econômico constituem os pilares do desenvolvimento sustentável, que assegura o futuro do nosso planeta. Não há como pensar em desenvolvimento sem que haja um cuidado com o que vamos deixar para as futuras gerações. Para alcançar o desenvolvimento sustentável, a proteção do meio ambiente deve ser feita pelo Estado e também por todos os cidadãos.

Os impactos ambientais e sociais negativos decorrentes dos avanços que marcam o mundo contemporâneo são visíveis nos centros urbanos e também em áreas rurais e naturais. O aumento da desigualdade social, perda de biodiversidade, consumo inconsciente, poluição atmosférica, do solo e dos recursos hídricos são exemplos de impactos presentes em nosso dia a dia que precisam ser evitados e mitigados.

A fim de que o desenvolvimento aconteça de forma sustentável, é fundamental o investimento em Ciência e Tecnologia através de pesquisas nas mais diversas áreas do conhecimento, pois além de promoverem soluções inovadoras, contribuem para a construção de políticas públicas.

Com o objetivo de reunir pesquisas nesta temática, a obra *“Sustentabilidade e meio ambiente: rumos e estratégias para o futuro”* traz resultados de trabalhos desenvolvidos no Brasil e em outros países nas áreas de Direito Ambiental, Ciências Ambientais, Ciências Agrárias e Educação.

Desejamos a todos uma ótima leitura dos capítulos, e que os assuntos abordados possam contribuir e orientar sobre a importância da sustentabilidade.

Pedro Henrique Abreu Moura
Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	1
ELEMENTOS CARACTERIZADORES DA RESPONSABILIDADE CIVIL AMBIENTAL	
Ashley Natasha Alves dos Santos	
Juliano Ralo Monteiro	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104101	
CAPÍTULO 2.....	18
AS AÇÕES PARA OBTENÇÃO DO ICMS ECOLÓGICO EM UM MUNICÍPIO PIAUENSE: A TRAJETÓRIA DE PIRIPIRI	
Marcos Antônio Cavalcante de Oliveira Júnior	
Laíse do Nascimento Silva	
Raul Luiz Sousa Silva	
Linnik Israel Lima Teixeira	
Elane dos Santos Silva Barroso	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104102	
CAPÍTULO 3.....	37
UMA PROPOSTA DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA ARMAZÉM VERDE	
Rodrigo Rodrigues de Freitas	
Tassia Faria de Assis	
Mariane Gonzalez da Costa	
Isabela Rocha Pombo Lessi de Almeida	
Márcio de Almeida D'Agosto	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104103	
CAPÍTULO 4.....	52
COMPETÊNCIAS AMBIENTAIS DOS MUNICÍPIOS NO FEDERALISMO BRASILEIRO: UM ESTUDO DE CASO	
Viviane Kraieski de Assunção	
Santos Pedroso Filho	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104104	
CAPÍTULO 5.....	69
O LIVRE EXERCÍCIO DA ATIVIDADE ECONÔMICA NO CONTEXTO DE RESPEITO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	
Heverton Lopes Rezende	
Daniel Barile da Silveira	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104105	
CAPÍTULO 6.....	84
PERCEPÇÕES DOS RESIDENTES DA VILA DE RIBAÚÈ NA PROVÍNCIA DE NAMPULA (MOÇAMBIQUE) EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO LOCAL ATRAVÉS DO PROGRAMA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	

(PNDS) “UM DISTRITO, UM BANCO” (2016-2021)

Viegas Wirssone Nhenge

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104106>

CAPÍTULO 7.....113

O USO DA BICICLETA COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL DE MOBILIDADE POR ESTUDANTES DA ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Ulises Osbaldo de la Cruz Guzmán

Brenda Alejandra Ibarra Molina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104107>

CAPÍTULO 8.....129

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA COMO INDICADOR DE ECOEFICIÊNCIA DO HOSPITAL ESCOLA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Andrea Colman Gerber

Jocelito Saccol de Sá

Marcos Vinícius Sias da Silveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104108>

CAPÍTULO 9.....142

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO IFBA - CAMPUS SALVADOR: AVALIANDO A EFICIÊNCIA NO SISTEMA CARPORT

Armando Hirohumi Tanimoto

Breno Villas Boas de Araújo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5842104109>

CAPÍTULO 10.....149

DESIGN URBANO: A INSERÇÃO DAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Cristiane Silva

Romualdo Theophanes de França Júnior

Adelcio Machado dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041010>

CAPÍTULO 11.....155

FORMAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL DE PROFESSORES INDÍGENAS: PERCEPÇÃO DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS DA TERRA INDÍGENA APIAKÁ-KAYABI EM JUARA/MT

Rosalia de Aguiar Araújo

Saulo Augusto de Moraes

José Guilherme de Araújo Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041011>

CAPÍTULO 12.....164

APLICAÇÃO DAS ROTAS TECNOLÓGICAS COMO MÉTODO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO TECNOLÓGICA NOS INSTITUTOS DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA FOCADOS EM QUÍMICA E MEIO AMBIENTE DA FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO RIO DE

JANEIRO NO BRASIL

Carla Santos de Souza Giordano
Joana da Fonseca Rosa Ribeiro
Andressa Oliveira Costa de Jesus

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041012>

CAPÍTULO 13.....175**REGIME PLUVIOMÉTRICO NO SERTÃO DO ARARIPE – PE**

Juliana Melo da Silva
Fábio dos Santos Santiago
Ricardo Menezes Blackburn
Maria Clara Correia Dias
Dayane das Neves Maurício

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041013>

CAPÍTULO 14.....184**SITUAÇÃO AMBIENTAL DO IGARAPÉ FAVELINHA: UMA ANÁLISE SOBRE DESPEJO IRREGULAR DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO – PA**

Patrícia de Cassia Moraes de Oliveira
Pedro Júlio Albuquerque Neto
Maria Joseane Marques de Lima
Iago Almeida Ribeiro
Lídia da Silva Amaral
Washington Duarte Silva da Silva
Edianel Moraes de Oliveira
Beatriz Caxias Pinheiro
Marcos Douglas de Sousa Silva
Maria Ciarly Moreira Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041014>

CAPÍTULO 15.....197**EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS PELO MÉTODO DE ASPERSÃO DE ALTA PRESSÃO DE ÁGUA – RESULTADOS PRELIMINARES**

Lucas Alves Lamberti
Daniel Gustavo Allasia Piccilli
Tatiana Cureau Cervo
Bruna Minetto
Carla Fernanda Perius
Jonathan Rehbein dos Santos
João Pedro Paludo Bocchi
Jéssica Ribeiro Fontoura

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041015>

CAPÍTULO 16.....206**PROCESSOS DE GESTÃO SOCIAL E PARTICIPATIVA DO RISCO PARA MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM COMUNIDADES URBANAS**

Larissa Thainá Schmitt Azevedo

Jakcemara Caprario
Nívea Morena Gonçalves Miranda
Alexandra Rodrigues Finotti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041016>

CAPÍTULO 17.....218

INFLUÊNCIA DA OPERAÇÃO CAPTAÇÃO-DEMANDA NA EFICIÊNCIA DE RESERVATÓRIOS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

Carla Fernanda Perius
Rutineia Tassi
Lucas Alves Lamberti
Bibiana Bulé
Cristiano Gabriel Persch
Daniel Gustavo Allasia Piccilli

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041017>

CAPÍTULO 18.....229

ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS DO SUL DE ALAGOAS, BRASIL: AÇÕES PARA SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL

Alexandre Oliveira
Maria Carolina Lima Farias
Beatriz Alves Ribeiro
Milena Dutra da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041018>

CAPÍTULO 19.....243

ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS ALTERAÇÕES DA TURBIDEZ NO RIO ITABIRITO NO ÂMBITO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Jeam Marcel Pinto de Alcântara
Euclides Dayvid Alves Brandão
Roberto Cézar de Almeida Monte-Mor

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041019>

CAPÍTULO 20.....252

O DESEQUILÍBRIO AMBIENTAL NA EXPANSÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO *Aedes aegypti* L. (DIPTERA: CULICIDAE)

Cícero dos Santos Leandro
Francisco Roberto de Azevedo
 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041020>

CAPÍTULO 21.....264

INFLUÊNCIA DE UM AMBIENTE SERRANO NA COMPOSIÇÃO DE ANUROS NO PANTANAL NORTE, CENTRO-OESTE DO BRASIL

Vancleber Divino Silva-Alves
Odair Diogo da Silva
Ana Paula Dalbem Barbosa
Thatiane Martins da Costa

Cleidiane Prado Alves da Silva
Eder Correa Fermiano
Mariany de Fatima Rocha Seba
Dionei José da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041021>

CAPÍTULO 22.....268

CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO EM MUNICÍPIOS NO SERTÃO DO PAJEÚ – PERNAMBUCO

Juliana Melo da Silva
Fábio dos Santos Santiago
Ricardo Menezes Blackburn
Maria Clara Correia Dias
Dayane das Neves Maurício

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041022>

CAPÍTULO 23.....278

NÚCLEO DE ESTUDOS EM AGROECOLOGIA E PRODUÇÃO ORGÂNICA DO VALE DO ARAGUAIA: INTERAÇÃO PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO

Daisy Rickli Binde
João Luis Binde
 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041023>

CAPÍTULO 24.....300

IMPACTO DEL PRIMER CICLO DE CORTA DEL MANEJO FORESTAL EN FELIPE CARILLO PUERTO, MÉXICO

Zazil Ha Mucui Kac García Trujillo
Jorge Antonio Torres Pérez
Martha Alicia Cazares Moran
Alicia Avitia Deras
Cecilia Loria Tzab

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041024>

CAPÍTULO 25.....309

RESPOSTA FUNCIONAL EM INIMIGOS NATURAIS E SUA APLICAÇÃO NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

Milena Larissa Gonçalves Santana
Valeria Wanderley Teixeira
Carolina Arruda Guedes
Glaucilane dos Santos Cruz
Camila Santos Teixeira
Álvaro Aguiar Coelho Teixeira
José Wagner da Silva Melo
Solange Maria de França

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041025>

CAPÍTULO 26.....319

PROCESSO DE SELEÇÃO DE HOSPEDEIRO E FATORES QUE INFLUÊNCIAM NO SUCESSO DO PARASITISMO DE *Trichogramma* spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

Camila Santos Teixeira

Valeria Wanderley Teixeira

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira

Carolina Arruda Guedes

Glaucilane dos Santos Cruz

Catiane Oliveira Souza

Milena Larissa Gonçalves Santana

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041026>

CAPÍTULO 27.....328

MICOBIOSTA, OCRATOXINA E NÍVEIS DE TRANS-RESVERATROL EM UVAS ORGÂNICAS

Josemara Alves Apolinário

Christiane Ceriani Aparecido

Andrea Dantas de Souza

Joana D'arc Felicio

Roberto Carlos Felicio

Edlayne Gonçalez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041027>

CAPÍTULO 28.....340

AVEIA PRETA (*Avena strigosa*, Schreb) CULTIVADA EM SOLO CONTAMINADO COM CHUMBO

Wanderley José de Melo

Gabriel Maurício Peruca de Melo

Liandra Maria Abaker Bertipaglia

Paulo Henrique Moura Dian

Káthery Brennecke

Jackeline Silva de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.58421041028>

SOBRE OS ORGANIZADORES350**ÍNDICE REMISSIVO.....351**

CAPÍTULO 1

ELEMENTOS CARACTERIZADORES DA RESPONSABILIDADE CIVIL AMBIENTAL

Data de aceite: 27/09/2021

Ashley Natasha Alves dos Santos

Acadêmica de Direito da Universidade Federal do Amazonas
Manaus-Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/8428188145352708>

Juliano Ralo Monteiro

Coordenador do Curso de Direito da Universidade Nilton Lins; Professor Adjunto C, Nível 2 da Faculdade de Direito da Universidade Federal do Amazonas – UFAM; Líder do Grupo de Pesquisa Direito Civil Contemporâneo na Amazônia pela FD-UFAM; Professor Adjunto da Faculdade Martha Falcão. Membro da Rede de Direito Civil Contemporâneo. Associado ao Instituto de Direito Privado. Associado ao Instituto Brasileiro de Estudos de Responsabilidade Civil – IBERC. Advogado Manaus-Amazonas
<http://lattes.cnpq.br/6860078056520984>

RESUMO: A presente pesquisa tem por propósito investigar a necessidade de criação de critérios objetivos utilizados como método de valoração dos danos causados ao meio ambiente na responsabilização civil ambiental. É importante ressaltar que a falta de um método padrão aplicável em todo o território nacional e a ausência de parâmetros legais para a valoração deste dano ambiental é uma problemática que enseja várias discussões no campo jurisdicional e se mostra de extrema relevância social. O método científico utilizado neste projeto será

o método dedutivo, com o fito de chegar em determinadas conclusões específicas a partir dos princípios gerais já presentes na legislação ambiental. O resultado almejado por este projeto é uma melhor compreensão dos aspectos que permeiam o aferimento das indenizações por danos causados ao meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Responsabilidade civil. Dano ambiental. Valoração do dano. Danos punitivos.

ELEMENTS CHARACTERIZING ENVIRONMENTAL CIVIL LIABILITY

ABSTRACT: This research aims to investigate the need to create objective criteria used as a method of valorization of the damage caused to the environment in civil environmental accountability. It is important to highlight that the lack of a standard method applicable throughout the national territory and the absence of legal parameters for the assessment of this environmental damage is a problem that brings several discussions in the judicial field and is of extreme social relevance. The scientific method used in this project will be the deductive method, with the task of reaching certain specific conclusions based on the general principles already present in environmental legislation. The result desired by this project is a better understanding of the aspects that permeate the award of compensation for damage caused to the environment.

KEYWORDS: Civil liability. Environmental damage. Value of the damage. Punitive damages.

1 | INTRODUÇÃO

Na atualidade, a preocupação face aos problemas socioambientais enfrentados pelas nações do globo tem ganhado destaque exponencial, principalmente em relação as questões que envolvem consumo de recursos e serviços ecológicos, devido ao fato de que, anualmente, a população consome mais recursos do que a Terra pode regenerar naquele ano. O Earth Overshoot Day (Dia de Superação da Terra em tradução literal), calculado pela organização internacional de pesquisa *Global Footprint Network*, marca a data em que a demanda humana por recursos excede o que a Terra pode recuperar.

No Brasil, a questão ambiental ganha ainda mais destaque, tanto social quanto midiático, devido aos constantes desastres ambientais ocasionados pela ação humana, mesmo após os grandes avanços na legislação ambiental brasileira. O alcance das responsabilizações de forma mais ampla que ensejam por diversas vezes em indenizações milionárias, a consagração do meio ambiente como bem jurídico difuso e como princípio constitucional, parecem não impedir a constante degradação do meio ambiente, como, para exemplificação, os mais recentes casos de rompimentos de barragens em Mariana e Brumadinho, os quilômetros de chamas causados pelo desmatamento ilegal na floresta amazônica e os derramamentos acidentais de milhares de litros em barris de petróleo nos mares do território nacional.

Sob um enfoque jurídico na emergência da questão ambiental, ressalta-se o artigo 225, § 3º, da Constituição Federal, ao estabelecer os princípios constitucionais relacionados a proteção do meio ambiente, em que prevê a responsabilidade dos infratores, seja pessoa física ou jurídica, *in verbis*:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

(...)

§ 3º As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

A Lei Federal nº 6.938/81, que foi recepcionada pela CF/88, complementa a norma constitucional supracitada e dispõe ainda sobre o regime de responsabilidade objetiva e solidária pela reparação do dano ambiental, ao considerar poluidor a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que tenha degradado o meio ambiente, por meio de atuação direta ou indireta:

Art 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por: (...)

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental; (...)

Art. 14

§ 1º - Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Pùblico da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

Neste tipo de responsabilidade se afasta a discussão da culpa, sendo apenas necessária a demonstração do nexo de causalidade entre o dano ou o risco de dano e a ação ou omissão. Vide tese consolidada pelo STJ acerca de danos ambientais: “O reconhecimento da responsabilidade objetiva por dano ambiental não dispensa a demonstração do nexo de causalidade entre a conduta e o resultado” (AgInt no AREsp 1311669/SC)

O Código Civil (Lei n.º 10.406, de 10 de janeiro de 2002) também dispõe em seu artigo 187, de forma geral, acerca das práticas de atos que excedem os limites impostos pelo fim social, que pode se aplicar aos casos de prévia autorização judicial para eventuais intervenções na natureza, *in verbis*:

Art. 187. Também comete ato ilícito o titular de um direito que, ao exercê-lo, excede manifestamente os limites impostos pelo seu fim econômico ou social, pela boa-fé ou pelos bons costumes.

O artigo supracitado pode ser combinado também com o artigo 927 do Código Civil de 2002, mesmo que a previsão seja genérica e possa ser aplicada tanto aos casos de reparação por dano ambiental ou não, este artigo determina que a reparação seja promovida independentemente de culpa do agente.

Art. 927. Aquele que, por ato ilícito (arts. 186 e 187), causar dano a outrem, fica obrigado a repará-lo.

Parágrafo único. Haverá obrigação de reparar o dano, independentemente de culpa, nos casos especificados em lei, ou quando a atividade normalmente desenvolvida pelo autor do dano implicar, por sua natureza, riscos para os direitos de outrem.

Dessa forma, a responsabilidade civil ambiental atua como um método de coibição da degradação ambiental. Sendo as problemáticas de pesquisa deste estudo a dificuldade de padronização dos critérios para a indenização pecuniária nas responsabilizações civis ambientais e a aplicabilidade da teoria do *punitive damages* no ordenamento jurídico ambiental brasileiro.

A falta de critérios objetivos para a determinação do quantum indenizatório nas responsabilizações civis ambientais que possam ser utilizados como referência no Poder Judiciário, ocasiona diversas contestações e discordâncias mesmo entre os profissionais mais qualificados no tema. A quantificação do dano moral ambiental deve ser razoável e proporcional ao prejuízo coletivo. É impossível se mensurar economicamente a perda para

a sociedade do ponto de vista ambiental e paisagístico, o que não afasta o reconhecimento de quantum indenizatório estimado e razoável a ser fixado a título de compensação pelos danos morais coletivos.

É importante destacar que não existem parâmetros legais precisos para a valoração econômica do bem ambiental degradado, o que causa uma dificuldade de se auferir em moeda, para fins de indenização, o valor do bem ambiental afetado pela degradação, causadora de prejuízos não só ao bioma afetado como a toda sociedade que fora cerceada de usufruir um meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo este um direito constitucional e fundamental.

Em artigo de opinião produzido pelo Dr. Marcelo Kokke, procurador federal da Advocacia-Geral da União e Pós-doutor em Direito Público - Ambiental, é citada a problemática do desafio de aplicação dos princípios ambientais nas decisões do Poder Judiciário, temática pouco explorada pela doutrina e jurisprudência brasileira. Na visão do Procurador, decisões judiciais desprovida de princípios ambientais, como o da dissuasão, podem resultar em uma vulnerabilidade e ineficácia das normas ambientais. Nas palavras do Procurador: “O princípio ambiental da dissuasão funcionaliza para que não surja com a decisão judicial uma sensação individual e mesmo coletiva de ineficácia na tutela ambiental, estimulando a reiteração da prática lesiva.” (KOKKE, 2017)

Em termos de comparação com o direito estrangeiro, mais especificamente o direito norte-americano, há a aplicação do instituto do *punitive damages* ou a teoria do desestímulo nas indenizações da seara cível, até mesmo se já houver tido condenação penal do infrator.

Sobre os fundamentos para a aplicação deste instituto, explica Gattaz:

“Neste sentido, é compreendido que, a expressão *punitive damages* se refere à ideia de castigo, vingança, punição e até mesmo de desestímulo no âmbito civil, ultrapassando a questão da reparabilidade ou a compensação. Através desta indenização, o objetivo se apresenta em imputar ao sujeito ativo à responsabilidade frente a seus atos, evidenciando o reconhecimento da culpabilidade e da obrigatoriedade da indenização compensatória a vítima, estabelecendo de maneira efetiva à reparação a vítima, por meio da ação civil que permite a imposição de um valor suplementar frente ao que é considerado adequado para suprir as necessidades das vítimas ou do agravo provocado (GATTAZ, 2017).”

Porém não há previsão legal para a aplicação da teoria do desestímulo pelo direito brasileiro, que trata da responsabilidade civil em seus artigos 186, 187 e 927 do Código Civil. Para Ferreira e Amaral a responsabilidade civil ambiental atrelada a finalidade punitiva da teoria supracitada poderia representar um progresso social. Nota-se:

“A responsabilidade civil, integrada desse contemporâneo panorama da finalidade punitiva aplicável por meio do resarcimento, tem capacidade de ser empregada como instrumento de modificação e progresso social. Da mesma sorte, nota-se que, mediante o acolhimento da pena civil, pode-se alcançar a sustentabilidade jurídica dos direitos e interesses legítimos difusos e coletivos em face dos efeitos negativos e inevitáveis do crescente

processo tecnológico e biotecnológico, como também, a prevenção da reiteração de condutas negativamente exemplares dos ofensores que, pelos lucros econômicos, apresentam-se tão evidentes diuturnamente". (FERREIRA; AMARAL, 2017, p. 89)

Neste viés, os efeitos de uma decisão judicial podem gerar repercussões para além dos casos concretos, sendo as sentenças uma das formas possíveis de combate aos danos ambientais. Portanto, a aplicação dos princípios ambientais pelo Poder Judiciário e a implementação da teoria do desestímulo pelo ordenamento jurídico brasileiro podem atuar como forma de proteção e resguardo do meio ambiente e de toda uma sociedade afetada pelos danos ambientais, estes muitas vezes irreversíveis.

A falta de critérios objetivos no âmbito das indenizações civis ambientais pode ocasionar uma série de decisões anacrônicas, sem a aplicação de sanções ambientais capazes de desestimular e combater as condutas lesivas ao meio ambiente. A investigação dos métodos de fixação das indenizações ambientais, como objetivo primordial deste projeto de pesquisa, o torna de extrema relevância para campo jurisdicional e social, sendo um dos objetivos deste estudo demonstrar como as sentenças judiciais podem ser instrumentos eficazes na tutela do meio ambiente e dos interesses da coletividade.

A reunião das fontes de pesquisa, será feita através de revisões bibliográficas, livros acadêmicos e artigos científicos, com fontes complementares tiradas da Constituição Federal, legislações ordinárias, complementares, decretos, tratados internacionais e doutrinas.

O método utilizado será o dedutivo, pois essa forma de pesquisa parte de generalizações aceitas do todo, de leis abrangentes, para casos concretos, partes da classe que já se encontram na generalização. (MARCONI; LAKATOS, 2017).

2 | ELEMENTOS CARACTERIZADORES DA RESPONSABILIDADE CIVIL AMBIENTAL OBJETIVA

A responsabilidade civil objetiva ambiental está prevista no art. 14, § 1º, da Lei n. 6.938/81, acerca Política Nacional do Meio Ambiente. Dispõe o dispositivo: "Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente de existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal por danos causados ao meio ambiente".

Os elementos caracterizadores desta responsabilidade são a ação ou omissão, o dano e o nexo causal. Neste tipo de responsabilidade não há a necessidade de comprovação de culpa do agente causador do dano (responsabilidade civil objetiva), mas não se prescinde seja estabelecido o nexo causal entre o fato ocorrido e a ação ou omissão daquele a quem se pretenda responsabilizar pelo dano ocorrido (vide Súmula n. 18 do

CSMP).

No Brasil, adota-se a teoria do risco integral na reparação deste tipo de dano, de forma pacífica na doutrina e jurisprudência. Na doutrina de Luís Paulo Sirvinskas, “todo aquele que causar danos ao meio ambiente ou a terceiro será obrigado a ressarcir-lo mesmo que a conduta culposa ou dolosa tenha sido praticada por terceiro. Registre-se ainda que toda empresa possui riscos inerentes à sua atividade, devendo, por essa razão, assumir o dever de indenizar os prejuízos causados a terceiros.”

A responsabilidade civil ambiental objetiva é também caracterizada por mais um elemento: a solidariedade passiva na reparação do dano. Ainda na doutrina de Sirvinskas, diante das dificuldades de se apurar o responsável quando o caso pelo dano ambiental envolve várias pessoas ou indústrias, prevalece a solidariedade passiva. Dessa forma, aduz o autor: “Essa regra se aplica no direito ambiental com fundamento no art. 942 do Código Civil de 2002 (art. 1.518 do Código Civil de 1916). Assim, havendo mais de um causador do dano, todos responderão solidariamente. Claro que, havendo a reparação do dano por parte de um dos coautores, poderá este açãoar, regressivamente, os demais na proporção do prejuízo atribuído a cada um.”

A responsabilidade civil ambiental é um instrumento utilizado pelo Direito para a tutela do meio ambiente. Para as responsabilizações cíveis de uma forma geral, existem duas correntes: a teoria subjetiva e a objetiva. A teoria subjetiva pode ser mais bem interpretada pela literalidade do artigo 186 do Código Civil:

Art. 186. Aquele que, **por ação ou omissão** voluntária, negligência ou imprudência, violar direito e causar dano a outrem, ainda que exclusivamente moral, comete **ato ilícito. (g.n.)**

Analizando o artigo supracitado e o combinando com o já mencionado artigo 927 do Código Civil, é evidente que a demonstração da culpa para a reparação do dano é requisito indispensável para essa teoria. Por outro lado, a teoria objetiva versa sobre a não necessidade de demonstração de culpa, ou seja, é legítima a obrigatoriedade de reparação dos danos pelo demandado independentemente da comprovação da culpa, da negligência ou da imprudência. Como já citado anteriormente, para ser determinada a reparação de um dano sofrido sob a ótica desta teoria, se deve apenas comprovar o nexo de causalidade entre a ação ou omissão do autor e os danos efetivamente ocorridos. Aqui a obrigação *propter rem* se faz presente, aderindo-se ao título de domínio ou posse do agente, titular do direito real.

A responsabilidade por dano ambiental é objetiva e adere a teoria do risco integral. A tese firmada pelo STJ no tema/repetitivo 681, onde se discutiu a aplicação da teoria do risco integral nas ações indenizatórias por danos materiais e morais promovida por pescadores em razão de acidente ambiental ocorrido no rio Sergipe, está disposta da seguinte forma:

“A responsabilidade por dano ambiental é **objetiva**, informada pela **teoria do risco integral**, sendo o nexo de causalidade o fator aglutinante que

permite que o risco se integre na unidade do ato, sendo descabida a invocação, pela empresa responsável pelo dano ambiental, de excludentes de responsabilidade civil para afastar a sua obrigação de indenizar." (Tese julgada sob o rito do art. 543-C do CPC/1973 - TEMA 681 e 707, letra a)

Sobre a teoria do risco integral, José Rubens Morato Leite aduz:

"o legislador constituinte (art. 225, § 3º, da CF) não limitou a obrigação de reparar o dano, o que conduz à reparação integral. O dano deve ser reparado integralmente, o mais aproximadamente possível, pela necessidade de uma compensação ampla da lesão sofrida. O agente é obrigado a reparar todo o dano, sob pena de redundar em impunidade. **Risco criado pela conduta perigosa do agente**, impondo-se ao mesmo um **dever-agir preventivo**, como meio de se eximir da reparabilidade integral do eventual dano causado. A eventual aniquilação da capacidade econômica do agente ontradic o princípio da reparação integral" (g.n.) (LEITE, 2002)

O princípio do poluidor-pagador fundamenta a teoria do risco integral e é o principal responsável pela obrigatoriedade de reparação dos agentes por todos os danos que causem ao meio ambiente e a terceiros afetados, se afastando as causas de excludente de responsabilidade. Este é o entendimento de tese firmada pelo STJ no Tema/Repetitivo 438:

A alegação de culpa exclusiva de terceiro pelo acidente em causa, como excludente de responsabilidade, deve ser afastada, ante a incidência da **teoria do risco integral** e da **responsabilidade objetiva** ínsita ao dano ambiental (art. 225, § 3º, da CF e do art. 14, § 1º, da Lei nº 6.938/81), responsabilizando o degradador em decorrência do **princípio do poluidor-pagador**. (g.n.)

O princípio do poluidor-pagador, segundo a dissertação de mestrado Karen Myrna Teixeira, se caracteriza na aplicação de um valor econômico ao agente poluidor pelos prejuízos causados a sociedade como um todo. No entanto, há certas dificuldades:

A dificuldade técnica e institucional de se apurar o custo derivado das externalidades negativas advindas da utilização dos recursos naturais, ocasionando a não consideração destas na tomada de decisão, tem feito com que os preços de mercado ou o custo desses recursos ambientais não reflitam seu real valor econômico. Tem-se que este custo deveria ser acrescido ao preço de mercado do produto representando, assim, o preço social do recurso utilizado, a ser repassado a cada usuário pelo dano causado pela sua utilização. (TEIXEIRA, 2014, p. 57)

A Declaração sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio de Janeiro, 1992, dispõe ainda em seus princípios 13 e 16:

Princípio 13

Os Estados devem desenvolver legislação nacional relativa à **responsabilidade e indenização das vítimas de poluição e outros danos ambientais**. Os Estados devem ainda cooperar de forma expedida e determinada para o desenvolvimento de normas de direito ambiental internacional relativas à responsabilidade e indenização por efeitos adversos de danos ambientais causados em áreas fora de sua jurisdição, por atividades dentro de sua jurisdição ou sob seu controle. (g.n.)

Princípio 16

Tendo em vista que o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo decorrente da poluição, as autoridades nacionais devem promover a internacionalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, **levando na devida conta o interesse público**, sem distorcer o comércio e os investimentos internacionais. (g.n.)

Além disso, os princípios da prevenção e/ou da precaução, ora usados como sinônimos, ora como diferentes institutos, também permeiam a temática da responsabilidade civil ambiental. Teixeira (2014) enfatiza sobre o princípio da precaução:

Nota-se aqui a atenção ao risco, à probabilidade de dano diante da dúvida dos impactos que determinada atividade poderá causar ao meio ambiente. Nesse caso, a dúvida já se mostra como suficiente para a adoção de medidas, eficazes e economicamente viáveis, para conter a degradação ambiental. Na precaução o desconhecimento científico dos efeitos da execução de uma determinada atividade enseja a antecipação da proteção ambiental por cautela antecipada. (TEXEIRA, 2014, p. 50)

Alguns autores diferenciam o princípio da prevenção do princípio da precaução pela abstratividade do perigo. “O primeiro trata do risco conhecido, sendo possível antecipar-se à prevenção dos processos lesivos ao bem ambiental. Já o segundo, por se tratar de um dano ambiental incerto, impõe parâmetros de precaução a fim de salvaguardar o bem ambiental.” (TEXEIRA, 2014, p. 53)

No entanto, Teixeira faz uma observação da aplicabilidade do princípio da precaução nas responsabilizações civis:

Na precaução, há a inversão do ônus da prova, impondo-se àqueles que pretendem exercer certa atividade, o dever de provar o exercício inofensivo, nos casos em que o dano possa ser de difícil reparação ou ainda irreparável. Por fim, pode-se dizer que na precaução não há reparação, pois esta, por medida, proíbe o exercício de atividade potencialmente danosa tendo em vista a incerteza científica da 53 ocorrência de dano grave e de difícil reparação. Inaplicável, portanto, a responsabilidade civil face à aplicação do princípio da precaução. (TEXEIRA, 2014, p. 57)

Este princípio está previsto ainda na Lei n.º 11.105/2005, lei de biossegurança, em seu art. 1º:

“Esta Lei estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização sobre a construção, o cultivo, a produção, a manipulação, o transporte, a transferência, a importação, a exportação, o armazenamento, a pesquisa, a comercialização, o consumo, a liberação no meio ambiente e o descarte de organismos geneticamente modificados — OGM e seus derivados, tendo como diretrizes o estímulo ao avanço científico na área de biossegurança e biotecnologia, a proteção à vida e à saúde humana, animal e vegetal, e a observância do princípio da precaução para a proteção do meio ambiente”.

A Declaração sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio de Janeiro, 1992 dispõe ainda sobre o princípio da precaução em seu princípio 15:

Princípio 15

De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.

Já o princípio da prevenção pode ser desprendido do Declaração de Estocolmo de 1972 – ONU:

Deve-se por fim à descarga de substâncias tóxicas ou de outros materiais que liberam calor, em quantidades ou concentrações tais que o meio ambiente não possa neutralizá-los, para que não se causem danos graves e irreparáveis aos ecossistemas. Deve-se apoiar a justa luta dos povos de todos os países contra a poluição. (ONU, 1972)

Esse princípio está mais relacionado aos possíveis danos ambientais já conhecidos pela ciência e devidamente apresentados pelos relatórios e estudos de impactos nos licenciamentos ambientais. Dessa forma, o princípio da prevenção deve aliar-se ao princípio da reparação integral, justamente nos casos em que o possuidor do licenciamento ambiental causa lesão ao meio ambiente prevista ou conhecida no exercício da função de prevenção da responsabilidade civil ambiental.

Pelo exposto, a responsabilidade civil ambiental encontra fundamentos nos princípios ambientais para a proteção dos direitos difusos e/ou coletivos, como bem fundamenta Teixeira (2014):

No exercício das funções de prevenção e conservação, a responsabilidade civil ambiental atua como instrumento de regulação social, na medida em que previne comportamentos que impliquem geração de riscos, distribuindo o ônus destes riscos e garantindo os direitos dos cidadãos. Atua, também, como mecanismo de indenização, na busca pela superação da desigualdade entre a vítima e o causador do dano. Essa nova função, a conservação, ampara-se nos princípios da reparação integral, com a recuperação integral da lesão causada ao meio ambiente; da precaução e prevenção, com a alteração do modus operandi que levou ao dano ambiental, permitindo, assim, a responsabilização ex ante, possibilitada por meio do licenciamento ambiental e do compromisso de ajustamento de conduta; e, do poluidor-pagador pelo qual se impõe às fontes poluidoras a obrigação de incorporar em seus processos produtivos os custos inerentes ao controle e à reparação dos impactos causados ao meio ambiente. Desta forma, pode-se extrair do regime legal de responsabilidade ambiental o pressuposto da existência de uma atividade que implique riscos para a saúde e para o meio ambiente. Seu desdobramento impõe a exigência de um dano ou risco de dano, bem como o nexo de causalidade entre a atividade e o resultado, efetivo ou potencial. (TEIXEIRA, 2014)

3 I MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DAS INDENIZAÇÕES POR DEGRADAÇÕES AMBIENTAIS

Na doutrina de Luís Paulo Sirvinskas, o ressarcimento do dano ambiental decorre da lesão contra o meio ambiente causada por atividade econômica potencialmente poluidora, por ato comissivo ou omissivo. No entanto, como nem todo bem danificado é recuperável, será fixado um valor indenizatório pelo dano causado.

Para Paulo de Bessa Antunes a “preocupação fundamental, portanto, é com o chamado dano difuso, seja ambiental ou ecológico. Em geral, ele é causado por uma multiplicidade de fontes, uma infinidade de atividades e de pessoas e, principalmente, por atividades que são realizadas nos marcos da atividade econômica legalizada. É evidente que, não raras vezes, pode-se encontrar violação de normas legais e regulamentares, que, no entanto, devem ser corrigidas por meio de ação administrativa e até mesmo da justiça criminal”.

A Procuradoria Geral de Justiça no Ato PGJ nº 36, de 6 de maio de 2011, elaborou um relatório acerca da fixação de premissas relativas à valoração do dano ambiental. Neste documento se faz referência ao art. 4º da Lei nº 6.938/81, para que em um primeiro momento não se possa admitir outra forma de reparação ambiental que não reparação *in natura* e *in situ*. Já que, na doutrina de Álvaro Mirra, “o dano ao meio ambiente, na condição de prejuízo que se exterioriza concreta e imediatamente na degradação de bens, recursos e sistemas naturais, artificiais ou culturais específicos, exige que as medidas previstas para sua compensação visem primordialmente à reconstituição do próprio meio degradado e, a partir dele, da qualidade ambiental globalmente considerada”.

Ainda no relatório da PGJ, a reparação “*in natura*” e “*in situ*” do ambiente degradado, pode vir através da restauração ou da recuperação. Não sendo possível estas reparações e a compensação, haverá a indenização em dinheiro. Dispõe o relatório: “o valor correspondente ao ressarcimento ambiental indenizatório deverá frutificar de pronunciamentos técnicos especializados, preferencialmente decorrentes de atuação multi e interdisciplinar, sem prejuízo da concomitante ou sequencial obtenção de parecer econômico ou contábil conclusivo, a serem subscritos por profissionais regularmente habilitados e credenciados, na forma legal. A indenização deve reverter ao Fundo de Interesses Difusos Lesados, nos termos do que estabelece o artigo 13, da Lei 7347/85.”

Na Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 3.378 perante o STF, foi discutida a constitucionalidade do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 2000. A Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (Lei nº 9.985/2000) previa em seu artigo 36, §1º, uma cobrança ao empreendedor de um percentual que não fosse inferior a 0,5% por ocasião do licenciamento ambiental de empreendimento causador de significativo impacto ambiental, destinando-se este valor para o apoio das unidades de conservação do grupo de proteção integral. Esse *quantum* indenizatório correspondia aos custos totais previstos

para a implantação do empreendimento, sendo o percentual fixado pelo órgão ambiental licenciador, de acordo com o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento.

O dispositivo atacado é redigido da seguinte forma:

Art. 36. Nos casos de licenciamento ambiental de empreendimentos de **significativo impacto ambiental**, assim considerado pelo órgão ambiental competente, com **fundamento em estudo de impacto ambiental e respectivo relatório - EIA/RIMA**, o empreendedor é obrigado a apoiar a implantação e manutenção de **unidade de conservação do Grupo de Proteção Integral**, de acordo com o disposto neste artigo e no regulamento desta Lei.

§ 1º **O montante** de recursos a ser destinado pelo empreendedor para esta finalidade **não pode ser inferior a meio por cento dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento**, sendo o percentual fixado pelo órgão ambiental licenciador, **de acordo com o grau de impacto ambiental causado pelo empreendimento**. (Vide ADIN nº 3.378-6, de 2008)

§ 2º Ao órgão ambiental licenciador compete definir as unidades de conservação a serem beneficiadas, considerando as propostas apresentadas no EIA/RIMA e ouvido o empreendedor, podendo inclusive ser contemplada a criação de novas unidades de conservação.

§ 3º Quando o empreendimento afetar unidade de conservação específica ou sua zona de amortecimento, o licenciamento a que se refere o caput deste artigo só poderá ser concedido mediante autorização do órgão responsável por sua administração, e a unidade afetada, mesmo que não pertencente ao Grupo de Proteção Integral, deverá ser uma das beneficiárias da compensação definida neste artigo.

§ 4º A obrigação de que trata o caput deste artigo poderá, **em virtude do interesse público**, ser cumprida em unidades de conservação de posse e domínio públicos do grupo de Uso Sustentável, especialmente as localizadas na Amazônia Legal. (g.n.)

No julgamento da ADIn, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) alegava que o dispositivo supracitado violava os princípios da legalidade, da harmonia e da independência entre os Poderes, da razoabilidade e da proporcionalidade. Acrescentava, ainda, que a indenização prévia sem mensuração e comprovação da ocorrência de dano, ocasionava o enriquecimento sem causa pelo Estado.

À época, o Procurador Geral da República defendeu o dispositivo atacado com fundamento no princípio do poluidor-pagador (art. 225, §3º da CF).

Art. 225. [...]

§ 3º As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

No entanto, apesar de a Corte asseverar que a Constituição Federal estabelece altíssimo grau de proteção ao meio ambiente e que um meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito de todos, foi decidido haver constitucionalidade parcial da expressão “não pode ser inferior a meio por cento dos custos totais previstos para a

implantação do empreendimento”, contida no § 1º do art. 36 da Lei nº 9.985/2000. Vide ementa:

EMENTA: AÇÃO DIRETA DE INCONSTITUCIONALIDADE. AT. 36 E SEUS §§ 1º, 2º e 3º DA LEI N° 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000. CONSTITUCIONALIDADE DA COMPENSAÇÃO DEVIDA PELA IMPLANTAÇÃO DE EMPREENDIMENTOS DE SIGNIFICATIVO IMPACTO AMBIENTAL. INCONSTITUCIONALIDADE PARCIAL DO §1º DO ART. 36.

1. O compartilhamento-compensação ambiental de que trata o art. 36 da Lei nº 9.985/2000 não ofende o princípio da legalidade, dado haver sido a própria lei que previu o modo de financiamento dos gastos com as unidades de conservação da natureza. De igual forma, não há violação ao princípio da separação de Poderes, por não se tratar de delegação do Poder Legislativo para o Executivo impor deveres aos administrados.
2. Compete ao órgão licenciador fixar o *quantum* da compensação, de acordo com a compostura do impacto ambiental a ser dimensionado no relatório – EIA/RIMA.
3. O art. 36 da Lei nº 9.985/2000 densifica o princípio usuário-pagador, este a significar um mecanismo de assunção partilhada da responsabilidade social pelos custos ambientais derivados da atividade econômica.
4. Inexistente desrespeito ao postulado da razoabilidade. Compensação ambiental que se revela como instrumento adequado a defesa e preservação do meio ambiente para as presentes e futuras gerações, não havendo outro meio eficaz para atingir essa finalidade constitucional. Medida amplamente compensada pelos benefícios que sempre resultam de um meio ambiente ecologicamente garantido em sua higidez.
5. Inconstitucionalidade da expressão “não pode ser inferior a meio por cento dos custos totais previstos para a implantação do empreendimento”, no § 1º do art. 36 da Lei nº 9.985/2000. O valor da compensação-compartilhamento é de ser ficado proporcionalmente ao impacto ambiental, após estudo em que se assegurem o contraditório e a ampla defesa. Prescindibilidade da fixação do percentual sobre os custos do empreendimento.
6. Ação parcialmente procedente.

Em contrapartida a decisão final do julgamento, o Ministro Relator Carlos Ayres Britto defendeu a improcedência total do pedido formulado pela CNI. Em seu voto o Ministro cita a imposição da Constituição Federal para União, Estados, Distrito Federal e Municípios o dever de proteger o meio ambiente e o combate a poluição em qualquer de suas formas. Além disso, expôs que devem o Poder Público e a coletividade preservarem o meio ambiente para as presentes e futuras gerações.

Para o Relator, inexistir efetivo dano ambiental não significa isenção do empreendedor em partilhar os custos de medidas preventivas. O princípio do poluidor-pagador também impõe ao empreendedor o dever de responder pelas medidas de prevenção dos significativos impactos ambientais que possam resultar da exploração de sua atividade econômica. O Ministro fecha seu voto expondo que não há outro meio eficaz de se atingir a finalidade constitucional de proteção ao meio ambiente senão impondo ao

empreendedor os custos de prevenção, controle e reparação dos impactos negativos ao meio ambiente. A compensação ambiental seria justificada pelos benefícios que resultam de um meio ambiente ecologicamente garantido.

Porém, apesar do voto do Ministro Relator, por maioria, o Plenário declarou a inconstitucionalidade do percentual mínimo previsto no art. 36, §1º, sob os fundamentos de a fixação da indenização em razão da agressão ao meio ambiente sem antes ter havido a atividade poluidora, assim como inexistir nexo de causalidade entre a indenização fixada e os danos efetivamente ocorridos, segundo ele “O desembolso não corresponde, como disposto na Constituição Federal, a danos efetivamente causados, mas ao vulto do empreendimento.”

O Ministro Marco Aurélio enfatiza que a fixação do percentual mínimo despreza o princípio da razão suficiente ao fixar a indenização nos custos totais do empreendimento e não no possível dano a ser verificado.

Para o autor Luís Paulo Sirvinskas, a decisão do STF fixava que a indenização deveria ser proporcional aos danos causados, no entanto, a decisão foi usada para um fim diverso pelo Poder Executivo:

Por conta dessa decisão, o Presidente da República baixou o Decreto federal n. 6.848, de 14 de maio de 2009, reduzindo para 0,5% o valor da compensação ambiental a ser pago pelos impactos causados ao meio ambiente na construção de rodovias e hidrelétricas, por exemplo. A nova regra para o cálculo da compensação ambiental deve recair não mais no custo total do empreendimento, mas somente em parte desse valor, levando-se em conta o impacto da construção sobre a biodiversidade, o comprometimento de áreas consideradas prioritárias para a conservação ambiental no país e a eventual influência em unidades de conservação existentes. **O que era um piso de 0,5% sobre o valor de investimento, que variava de 2% a 2,5%, como vinha sendo discutido, passou a ser teto.** Segundo o STF, a compensação ambiental deve ser proporcional ao dano. **O teto como piso poderá frustrar essa compensação.** É possível que os danos diretos sejam muito superiores ao teto fixado, cuja questão poderá desaguar novamente na justiça, tais como as obras de infraestrutura: construção de rodovias e hidrelétricas, exploração de petróleo (pré-sal) etc.

A exploração do pré-sal, por exemplo, colocará na atmosfera bilhões de toneladas de carbono. **O governo deveria ser o primeiro a tomar mais cuidado na formulação das normas no sentido de mitigarem as consequências do aquecimento global.**

Releve-se, por fim, que a ICMBio baixou a Instrução Normativa n. 17, de 15 de agosto de 2011, regulando os procedimentos administrativos para a celebração de termos de compromisso em cumprimento às obrigações de compensação ambiental dirigidas a unidades de conservação federais, nos termos da exigência estabelecida no art. 36 da Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000, de apoio à implantação e à manutenção de unidade de conservação nos casos de licenciamento ambiental de significativo impacto ambiental. (g.n.) (SIRVINSKAS, 2018, p. 437)

José Carlos Machado Júnior elenca uma série de problemas atuais da

responsabilidade civil ambiental e defende a indenização punitiva como forma de solução para essas problemáticas. (MACHADO JÚNIOR, 2015, p. 147)

No Brasil há um panorama propício para as atividades poluidoras e para a exploração ambiental: dificuldades técnicas na apuração de danos ambientais de grandes proporções; falta de critérios legais para o cálculo da indenização compensatória que possa considerar os danos atuais e futuros, em respeito ao compromisso intergeracional; o excesso de prazo até que o degradador ou poluidor seja efetivamente condenado, com sentença transitado em julgado; a demora na execução da sentença, que admite um sem número de recursos protelatórios; a ausência de um marco teórico, legal e jurisprudencial estabilizado para a caracterização da responsabilidade civil pelo dano ambiental.

O princípio do poluidor-pagador em um panorama como o acima descrito, pode ser compreendido como um sistema que permite poluir e degradar para depois pagar, se e quando houver condenação e efetiva execução, o que será quase sempre em valor ínfimo, em face do lucro obtido com a exploração e degradação de recursos naturais.

Em outras palavras, seria a ideia do “pagar para poluir”. Ainda assim, através de um pagamento hipotético, pois dependente de um conjunto de circunstâncias legais, jurídicas e temporais que podem, inclusive, não ocorrer. (MACHADO JÚNIOR, 2015, p. 147)

O autor defende a ação civil pública como instrumento de aplicação do *punitive damages*, fundamentado na Lei 7.347, de 24 de julho de 1985, que prevê a propositura de ação civil pública na responsabilização por danos causados ao meio ambiente, inclusive com a condenação podendo determinar a indenização pecuniária para a proteção dos direitos difusos, objetivo principal da indenização punitiva. (MACHADO JÚNIOR, 2015).

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os elementos caracterizadores da responsabilidade civil ambiental pesquisados como o objetivo geral desta pesquisa revelaram-se complexos e multidisciplinares. A responsabilidade por dano ambiental é objetiva e adere a teoria do risco integral, sendo regida por diversos princípios, legislações nacionais e tratados internacionais.

A principal problemática da pesquisa proposta foi a ausência de parâmetros legais e objetivos para se estabelecer a indenização pecuniária na reparação do dano ambiental. Retornando a este ponto, observou-se a impossibilidade de se estabelecer um rol de critérios objetivos e taxativos para se aferir as indenizações por dano ambiental.

No decorrer da pesquisa, a hipótese de solução para a problemática apresentada se tornou a possibilidade de aplicação do *punitive damages*, fazendo-se as devidas adaptações em sua implantação no direito brasileiro. Sendo necessária uma indenização que ultrapasse as perdas e danos e puna o infrator ambiental de tal forma que este não venha a reincidir na prática lesiva ao meio ambiente.

É importante também ressaltar que a defesa pela não implantação do *punitive*

damages com base na ausência de sua previsão legal no ordenamento jurídico brasileiro pode ser descabida, levando-se em consideração que o princípio da dignidade da pessoa humana como princípio geral do direito e norteador da aplicação das normas jurídicas pode ser a justificativa necessária para a implantação da indenização punitiva, visto que não há outra forma de se tornar eficaz a proteção do meio ambiente sem que as indenizações "doam no bolso" do infrator, caso contrário manutenção da atividade poluidor pode ser entendida pelos empreendedores-infratores como compensatória, dado os lucros obtidos por sua atividade econômica.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Dano Ambiental. Uma abordagem conceitual.** Rio de Janeiro, Lumen Juris, 2000, p. 251.

BRASIL. **Código Civil de 10 de janeiro de 2002.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10406.htm> Acesso em: 11 de maio de 2021.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988.** Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em: 18 de junho de 2021.

BRASIL. Conselho Superior do Ministério Público. **Súmula nº 18.** Súmulas. São Paulo. Acesso em: 20 de junho de 2021.

BRASIL. **LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981.** Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-normaactualizada-pl.pdf>> Acesso em: 13 de março de 2021.

BRASIL. **LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998.** Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1998/lei-9605-12-fevereiro-1998-365397-normaactualizada-pl.html>> Acesso em: 13 de março de 2021.

BRASIL. **LEI Nº 7.347, DE 24 DE JULHO DE 1985.** Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências. Disponível em: <<http://bit.ly/1siiVpS>> Acesso em: 21 de maio de 2021.

BRASIL. **LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998.** Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1998/lei-9605-12-fevereiro-1998-365397-normaactualizada-pl.html>> Acesso em: 21 de junho de 2021.

BRASIL. **LEI Nº 9.985 DE 18 DE JULHO DE 2000.** Disponível em: <<http://bit.ly/1siiVpS>> Acesso em: 21 de junho de 2021.

BRASIL. **LEI Nº 11.105 DE 24 DE MARÇO DE 2005.** Disponível em: <<http://bit.ly/1siiVpS>> Acesso em: 24 de junho de 2021.

DECLARAÇÃO. **Declaração de Estocolmo sobre o ambiente humano – 1972.** Publicada pela Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente humano em junho de 1972. Disponível em: <Biblioteca Virtual de Direitos Humanos da USP - Declaração de Estocolmo sobre o ambiente humano - 1972 | Meio Ambiente> Acesso em: 15 de junho de 2021.

DECLARAÇÃO. **Declaração sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio de Janeiro 1992.** Publicada pela Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente humano em junho de 1992. Disponível em: <Biblioteca Virtual de Direitos Humanos da USP - Declaração sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento - 1992 | Meio Ambiente> Acesso em: 15 de junho de 2021.

FERREIRA, G. S. B.; AMARAL, A. C. C. Z. M. **O caráter punitivo da responsabilidade civil e danos morais coletivos na sociedade contemporânea: para uma nova perspectiva de finalidade ao resarcimento.** Revista Brasileira de Direito Civil em Perspectiva, v. 3, n. 1, jan./jun, Brasília, 2017.

FERREIRA, Helini Sivini. Compensação ecológica: um dos modos de reparação do dano ambiental. In: LEITE, José Rubens Morato; DANTAS, Marcelo Buzaglo (org). **Aspectos processuais do direito ambiental.** Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2003, p. 70.

GATTAZ, L. G. P. **Punitive damages no direito brasileiro.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2017.

GOMES, Marcelo Kokke. **A aplicação do princípio ambiental da dissuasão nas decisões judiciais.** Revista Consultor Jurídico, 29 de outubro de 2017. Disponível em: <ConJur - Marcelo Kokke: Princípio ambiental da dissuasão nas decisões judiciais> Acesso em: 20 de maio de 2021.

Global Footprint Network. Disponível em: <https://www.footprintnetwork.org/?__hstc=207509324.ac0e09c5eee9f9f0acbbd76df80c59aa.1586884794284.1586884794284.1586884794284.1&__hssc=207509324.1.1586884794284&__hsfp=2998380158>

GRUPO DE TRABALHO PARA ANÁLISE E FIXAÇÃO DE PREMISSAS RELATIVAS À VALORAÇÃO DE DANO AMBIENTAL. Procuradoria Geral de Justiça. **Relatório.** ATO N° 36/2011–PGJ, DE 6 DE MAIO DE 2011.

LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patryck de Araújo. **Direito Ambiental na Sociedade de Risco.** Rio de Janeiro, Forense, 2002.

MACEDO, Marcos Patrício. **Métodos para a valoração do dano ambiental (Lei Federal 9.605, artigo 19). O trabalho da polícia técnico-científica e sua receptividade pelos operadores do direito.** Revista Jus Navigandi, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 21, n. 4856, 17 out. 2016. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/52354>. Acesso em: 26 jun. 2020.

MACHADO JÚNIOR, J.C. **A aplicação dos Punitive Damages no Estado Socioambiental Brasileiro.** 2015. Dissertação (Mestrado em Direito) – Escola Superior Dom Helder Câmara, Belo Horizonte, 2015.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017

MIRRA, Álvaro Luiz Valery. **Ação civil pública e a reparação do dano ao meio ambiente.** 2ª ed. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2004, p. 303.

MIRRA, Álvaro Luiz Vallery. **A prova do dano ambiental e sua apreciação judicial.** Revista Consultor Jurídico, 19 de maio de 2018. Disponível em: <<https://www.conjur.com.br/2018-mai-19/ambiente-juridico-prova-dano-ambiental-apreciacao-judicial#author>>

SIRVINSKAS, Luís Paulo. **Manual de Direito Ambiental.** – 16. ed. – São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

STF. **ACÃO DIRETA DE INCONSTITUCIONALIDADE N.º 3.378.** Distrito Federal. Relator: Ministro Carlos Britto. Data de Publicação: 20/06/2008. Disponível em: <<https://stf.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/753457/acao-direta-de-inconstitucionalidade-adi-3378-df/inteiro-teor-100469644>> Acesso em: 20 de junho de 2021.

TEIXEIRA, Karen Myrna Castro Mendes. **Responsabilidade Civil Ambiental e *punitive damages*.** 2014. Dissertação (Mestrado em Direito) - Escola Superior Dom Helder Câmara, Belo Horizonte, 2014.

CAPÍTULO 2

AS AÇÕES PARA OBTENÇÃO DO ICMS ECOLÓGICO EM UM MUNICÍPIO PIAUENSE: A TRAJETÓRIA DE PIRIPIRI

Data de aceite: 27/09/2021

Marcos Antônio Cavalcante de Oliveira Júnior

Instituto Federal do Piauí
Piripiri – Piauí

<http://orcid.org/0000-0003-0630-4913>

Laíse do Nascimento Silva

Instituto Federal do Piauí
Piripiri – Piauí

<http://orcid.org/0000-0002-5512-5244>

Raul Luiz Sousa Silva

Instituto Federal do Piauí
Piripiri – Piauí

<https://orcid.org/0000-0001-9186-6261>

Linnik Israel Lima Teixeira

Instituto Federal do Piauí
Piripiri – Piauí

<https://orcid.org/0000-0002-5973-5373>

Elane dos Santos Silva Barroso

Instituto Federal do Piauí
Piripiri – Piauí

<https://orcid.org/0000-0002-3055-3840>

as práticas ambientais adotadas para a referida conquista e realçar a importância das questões ambientais para a sociedade. Caracteriza-se como uma abordagem qualitativa, através da aplicação de entrevistas e análise de relatórios, atas e editais para coleta de informações. Pode-se concluir que o município está realizando ações, como palestras educativas sobre preservação ambiental e incentivo a coleta seletiva, entre outros, para manutenção e conquista de selos de melhor qualificação.

PALAVRAS-CHAVE: Meio ambiente. Ações ambientais. ICMS Ecológico.

ACTIONS TO OBTAIN ECOLOGICAL ICMS IN A MUNICIPALITY OF PIAUÍ: THE CASE OF PIRIPIRI

ABSTRACT: This study aimed to identify the actions taken at the local level for the certification of ecological ICMS in Piripiri-PI. The study's relevance was to present to society the practices employed by the municipality through its Public bodies regarding the adequacy of a structure that makes it possible to receive the environmental seal and the resources arising from the Ecological ICMS. In addition to highlighting the environmental practices adopted for this achievement and highlighting the importance of environmental issues for society. It is characterized as a qualitative approach through interviews and analysis of reports, minutes, and notices to collect information. It was concluded that the municipality is carrying out actions, such as educational lectures on environmental preservation and encouragement of selective collection, among others, maintaining and

RESUMO: O objetivo deste estudo foi identificar as ações realizadas em âmbito local para certificação do ICMS ecológico em Piripiri-PI. A relevância do estudo esteve em apresentar à sociedade as práticas empregadas pelo município através de seus órgãos Públicos, com relação à adequação de uma estrutura que torne possível o recebimento do selo ambiental e os recursos advindos do ICMS Ecológico. Além de salientar

obtaining better-qualified seals.

KEYWORDS: Environment. Environmental actions. Ecological ICMS.

INTRODUÇÃO

A ampliação da sensibilização para a conservação ambiental tem se alavancado nos últimos anos. A participação dos estados brasileiros e da população no propósito de encontrar soluções para problemas pertinentes sobre a degradação do meio ambiente tende a se intensificar.

A Política Nacional do Meio ambiente vigente desde 1981 determina em seu artigo 2º os requisitos necessários para se alcançar um equilíbrio ambiental. A legislação apresenta um avanço por meio da Resolução nº 01 de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente com a definição de impacto ambiental, considerada como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas” (BRASIL, 1986, art. 1º) e também instrumentos de avaliação de impacto ambiental. Posteriormente, a Constituição Federal de 1988 consolidou a defesa pelo meio ambiente e em seu art. 225 a CF define que o direito à vida, assim como a integridade humana, alia-se diretamente ao meio ambiente, já que existe uma dependência e uso dos recursos ambientais por parte da sociedade. Ademais, importa ressaltar que a mesma ainda apresenta vulnerabilidade no que tange às questões de caráter econômico. Há uma defesa da agenda ambiental, no entanto, sua degradação aumenta drasticamente (BIASOLI; SORRENTINO, 2018).

Visando incentivar a redução dos impactos causados pelas atividades empreendedoras, novos instrumentos foram criados para isso, dentre estes, têm-se o ICMS ecológico, que tem por finalidade incentivar os municípios acerca da implantação de medidas ambientalmente responsáveis. Este tem se mostrado efetivo, pois o percentual adquirido pelos municípios é proporcional área de conservação (GOMES, 2016).

Nesse contexto, este instrumento surgiu no Estado do Paraná através da criação da lei complementar N° 59 de 1º de outubro de 1991, aparecendo como um instrumento que visa à redução de impactos ambientais causados pelo homem em sua atividade empreendedora, por meio de repasses realizados pelo estado aos municípios que cumpram requisitos estabelecidos pela lei. Estes têm por missão a aquisição do selo ambiental que garante o recebimento desses repasses.

No Piauí, o ICMS Ecológico foi instituído pela Lei Estadual N° 5.813 de 03 de dezembro de 2008 e regulamentado pelo Decreto 14.348 de 13 de dezembro de 2010. Desde 2011, a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMAR) divulga os municípios que alcançaram os requisitos estabelecidos. Em 2017, o município de Piripiri passou a figurar entre os contemplados com o ICMS Ecológico.

A cidade de Piripiri localiza-se na região norte do Piauí à cerca de 150 km da

capital Teresina. Segundo dados do último censo IBGE (2017) o município comporta 61.834 habitantes, respondendo por cerca de R\$ 10.246,67 do PIB per capita. Entre suas principais atividades econômicas destacam-se comércio e prestação de serviços com foco na agricultura, pecuária, indústria e o extrativismo mineral e vegetal.

Diante do aparente avanço do município no cumprimento das normas ambientais, este estudo propôs-se responder: que ações foram realizadas no município de Piripiri-Piauí para a obtenção da certificação referente ao ICMS Ecológico e quais ações estão sendo desenvolvidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente para manter esta certificação? Como objetivo buscou-se identificar as ações realizadas em âmbito local para certificação do ICMS ecológico em Piripiri. Especificamente, fazer uma abordagem do contexto histórico, dos fundamentos, da aplicação e funcionamento do ICMS ecológico e de sua importância; elencar as ações adotadas pelo município de Piripiri para a implantação e após a implantação do ICMS ecológico; discutir as dificuldades encontradas durante e após a sua implantação no município.

Logo, o estudo justifica-se por evidenciar as práticas ambientais adotadas pelo município para a referida aquisição do selo ambiental, salientar sobre a importância da questão ambiental para a sociedade e as novas abordagens públicas para efetivar o combate a sua degradação. Vale realçar que impactos como desmatamentos, poluição, queimadas, têm alertado para necessidade de medidas que visem sua minimização. Além disso, salienta-se que a distribuição de recursos com base em critérios ambientais torna-se relevante pela eficácia que têm alcançado por conseguir envolver atores locais no comprometimento em relação à preservação ambiental (MOURA, 2015).

Convém destacar que, dos 224 municípios do Estado do Piauí, apenas 36 se inscreveram no edital na edição de 2018 para concorrer ao selo. Desses, apenas 07 receberam algum nível de certificação (PIAUÍ, 2018).

O estudo caracteriza-se como abordagem qualitativa, de caráter descritivo e documental quanto aos objetivos, tomando como procedimentos a pesquisa de campo e como instrumento para coleta de dados a entrevista.

CONTEXTO HISTÓRICO: MEIO AMBIENTE E ICMS ECOLÓGICO

No decorrer dos últimos séculos, a busca por recursos visando a satisfação das necessidades humanas marcaram o contexto do desenvolvimento mundial (DIAS, 2016), com destaque para a utilização de recursos naturais. Segundo Cruz, Melo e Marques (2016) a importância das questões ambientais tornou-se evidente a partir da percepção em relação aos estilos de vida adotados por diversas sociedades e seus impactos negativos sobre o meio ambiente, que resultaram na diminuição da qualidade de vida das pessoas.

Diversos eventos como os descritos no estudo de Hogan (2007) corroboraram para que as pautas ambientais fossem discutidas em escala global, tais como: “A névoa

matadora” que ocasionou o falecimento de quatro mil pessoas em Londres no ano de 1952, sendo o primeiro a fazer com que as autoridades da saúde mantivessem atenção a respeito da qualidade do ar (POTT; ESTRELA, 2017) e a “A doença dos gatos dançantes”, na qual houve uma séria contaminação da água na Baía de Minamata no Japão, em 1956, provocando efeitos prejudiciais até 1974. Contudo, a publicação do livro “A Primavera Silenciosa” de Rachel Carson, em 1962 foi o marco principal para a abertura dos debates ambientais mundialmente (NASCIMENTO, 2012). O livro busca explicar a alteração dos processos celulares de plantas a partir do uso descontrolado dos pesticidas nos EUA, que resultou na redução de populações de pequenos animais e gerando perigos à saúde humana (BONZI, 2013).

Em 1972, o relatório intitulado “Os Limites do Crescimento”, publicado pelo Clube de Roma, apresentou um alerta para diversos problemas emergenciais relacionados a temas como poluição, energia, crescimento populacional e o saneamento, informando que a humanidade poderia ter seu crescimento limitado a partir do modelo econômico utilizado até o momento (POTT; ESTRELA, 2017). As autoras relatam que no mesmo ano ocorreu em Estocolmo, na Suécia, a Conferência das Nações Unidas, evento em que foi proposto o “Ecodesenvolvimento”, sendo um novo tipo de desenvolvimento com intuito de equilibrar o desenvolvimento econômico consonante à prudência ambiental e à justiça social.

No ano de 1987 a Comissão Mundial sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, popularmente conhecida como “Comissão de Brundtland”, presidida por Gro Harlem Brundtland, publicou o relatório Nossa Futuro Comum (CAMPOS et al., 2013), e teve como principal contribuição a abordagem sobre o desenvolvimento sustentável, dando início às discussões a respeito do tema mundialmente. No início da década de 1990, ocorreu no Rio de Janeiro a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também chamada de ECO-92, culminando na publicação de diversos documentos como a Carta da Terra e a Agenda 21 (POTT; ESTRELA, 2017). Segundo Feitosa (2018) em 1997 no Japão ocorreu o Protocolo de Kyoto, que consistiu em um tratado internacional com o objetivo de reduzir a emissão de gases poluentes na atmosfera, tendo recebido a assinatura de diversos países, no entanto passando a vigorar somente em 2004 após a ratificação da Rússia.

No Brasil, a legislação ambiental só começou a ser desenvolvida em 1981, após a promulgação da Lei nº 6.938 que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA). A referida lei estabelece em seu art. 2º que seus objetivos são a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental adequadas à vida, possibilitar o desenvolvimento socioeconômico, resguardar os interesses da segurança nacional e proteger a dignidade humana. A Constituição da República Federativa do Brasil (1988) estabeleceu em seu art. 170 os princípios da ordem econômica e inseriu no inciso VI a defesa do meio ambiente, incluindo o tratamento distinto a partir do impacto ambiental causado pelos produtos e serviços e seus processos de construção e prestação.

A carta magna também introduziu no seu art. 225 que trata do meio ambiente a seguinte redação no caput: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. A partir do artigo mencionado, decorrem as demais normas que tratam do meio ambiente presentes no ordenamento jurídico brasileiro, o que o torna um elemento primordial para a implementação e consolidação das ações do poder público referentes às questões ambientais.

O Estado enquanto dirigente deve estabelecer instrumentos constitucionais que regulamentam a busca por um meio ambiente equilibrado e sustentável, cumprindo com seu papel dentro das diretrizes presentes legalmente. Isso torna-se possível por meio da aplicação de normas que regulam as atividades dessa natureza e a instituição de políticas públicas (OLIVEIRA; VALIM, 2018).

Segundo Afonso, Lukic e Castro (2018) em 1965 houve a criação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias (ICM) que passou a substituir o antigo Imposto sobre Vendas e Consignações (IVC). O novo tributo tinha como um de seus objetivos a eliminação dos efeitos negativos da cumulatividade sobre a economia da época.

Em 1988 a Constituição Federal trouxe no art. 155, II a ampliação do campo de incidência do ICM, passando a abordar novas operações, tais como energia elétrica, combustíveis, lubrificantes, prestações de serviços e comunicações (VALLE; PEREIRA, 2017). Segundo Afonso, Lukic e Castro (2018) esta evolução resultou no Imposto sobre Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS). Este faz parte dos impostos dos Estados e do Distrito Federal, e tem como uma de suas principais características conforme o art. 155 § 2, I CF/88 a não-cumulatividade.

Conforme Moura (2015, p. 169) “O ICMS é o mais importante imposto de titularidade dos estados”, sendo o de maior arrecadação do país e de maior relevância para o balanço orçamentário dos municípios (CONTI; IRVING; ANTUNES, 2015). Portanto, os Estados têm liberdade para definir através de lei o modo de repartição de $\frac{1}{4}$ do valor pertencente aos municípios facilitando assim a criação de novos mecanismos, entre os quais, o ICMS ecológico.

Segundo Zamith e Neves (2018), o ICMS ecológico nasceu a partir da necessidade de instrumentalizar o estímulo à proteção ambiental. Sua criação ocorreu em 1991 pelo estado do Paraná, com o objetivo de compensar os municípios detentores de áreas de conservação e que tinham limitações impostas pela Lei Federal N° 9.985, de 18 de julho de 2000, na expansão de suas atividades econômicas. Conforme complemento de Zamith e Neves (2018) o estado foi o primeiro a instituir legislação específica sobre o tema, visando a compensação de municípios que possuíam vastas áreas de preservação, mas sem grandes chances de exploração econômica, a partir do cumprimento de critérios de

preservação e conservação de mananciais de abastecimento aquífero e da biodiversidade.

Dessa forma, o ICMS Ecológico é um instrumento econômico de gestão ambiental que tem como objetivo realizar a premiação de municípios que obtêm destaque por boas práticas ambientais (MOURA, 2015). Segundo Conti, Irving e Antunes (2015) o incentivo originado do mecanismo é traduzido na compensação aos municípios que demonstram compromisso com a proteção ambiental. Portanto, pode ser entendido como um conjunto de normas ambientais utilizadas na definição do valor que cada município irá adquirir na repartição dos benefícios financeiros recolhidos com o ICMS, assim, trata-se de uma redistribuição da arrecadação do ICMS dos estados para os municípios.

O ICMS Ecológico representa um mecanismo de tributação ambiental ao possibilitar que os estados, tendo em vista suas peculiaridades regionais ou políticas, intervenham na economia de seus municípios, orientando-os a realizar ações voltadas para o meio ambiente. Por meio da aplicação de práticas ambientais, esses municípios poderão receber uma parcela da arrecadação desse imposto.

Em acordo com a afirmação anterior, Merlin e Oliveira (2016) relatam que o ICMS ecológico também funciona como um incentivador comportamental, pois os municípios buscam adequar-se gradativamente aos critérios para repasse estabelecidos por seus respectivos estados elevando sua participação no recebimento de recursos distribuídos. Segundo relatos de Moura (2015) 15 estados já instituíram o ICMS Ecológico, sendo Paraná em 1991, São Paulo em 1993, Mato Grosso do Sul em 1994, Minas Gerais em 1995, Rondônia em 1996, Amapá em 1996, Rio Grande do Sul em 1997, Mato Grosso e Pernambuco em 2000, Tocantins em 2002, Acre em 2004, Ceará, Rio de Janeiro e Goiás em 2007 e o último a implementá-lo foi o estado do Piauí em 2008.

No Piauí, a instituição do ICMS ecológico foi inspirada no art. 158 da Constituição Federal, que objetivou beneficiar os municípios que desenvolvessem ações sustentáveis. A aquisição do selo pelos municípios se dá através da qualificação e cumprimento dos critérios de elegibilidade estabelecidos no Decreto 14.348/2010, propõe que os municípios sejam agentes de indução na busca por avanços na gestão ambiental pública, assim eles podem ser enquadrados em três categorias: A, B ou C.

Na categoria A para obter a certificação o município postulante deve necessariamente atender no mínimo seis dos nove critérios de elegibilidade, devendo observar medidas de desenvolvimento sustentável, baseadas na conservação da biodiversidade e dos recursos naturais. Na categoria B propõe-se uma adequação do que já sugerido pela categoria A, considerando a regulamentação e o funcionamento de pelo menos quatro itens apresentados por esta modalidade. Enquanto a categoria C dispõe que o município poderá adquirir o selo, desde que atenda a pelo menos três requisitos presentes na categoria A.

Segundo a Lei Estadual N° 5.813 de 03 de dezembro de 2008, art. 1º § 2, os critérios de elegibilidade devem contemplar ações que promovam:

- a) ações de gerenciamento de resíduos sólidos, inclusive lixo hospitalar - coleta,

- transporte, tratamento e destinação dos resíduos sólidos - aterro sanitário, incineração, reciclagem e compostagem;
- b) ações efetivas de educação ambiental, na zona urbana e rural, nas escolas e grupos da sociedade organizada;
 - c) redução do desmatamento, recuperação de áreas degradadas - reflorestamento;
 - d) redução do risco de queimadas, conservação do solo, da água e da biodiversidade;
 - e) proteção de mananciais de abastecimento público;
 - f) identificação de fontes de poluição atmosférica, sonora e visual, procurando minimizá-las;
 - g) edificações irregulares - inadequação às normas de uso e ocupação do solo;
 - h) disposições legais sobre unidades de conservação ambiental - comunidades indígenas, estações ecológicas, parques, reservas florestais, hortos florestais, áreas de relevante interesse de leis ou decretos federais, estaduais ou municipais existentes no município;
 - i) elaboração de legislação sobre a política municipal de meio ambiente, obedecidas as peculiaridades locais, respeitadas a legislação federal e estadual sobre o assunto.

A SEMAR tem a função de elaborar um questionário que busque elencar resultados obtidos a respeito das ações de preservação ambiental praticados pelos municípios e que será avaliado pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA). Posteriormente, este questionário será aplicado aos municípios. Assim, após o recebimento e avaliação dos questionários, a SEMAR mediante aprovação da CONSEMA poderá fornecer o Selo ambiental.

ICMS ECOLÓGICO NO MUNICÍPIO DE PIRIPIRI NO PIAUÍ

Em 1999, com a criação do código de postura do município através da Lei nº 355/99 que em seu Título V, art. 150 a 152, instituiu a Política Municipal do Meio Ambiente, a preocupação com o ecossistema se tornou frequente em Piripiri. Desde então, as atividades relacionadas ao meio ambiente eram realizadas em um departamento sem estrutura adequada e sem profissionais devidamente capacitados para desenvolvê-las. No ano de 2015, com a criação da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Defesa Civil (SEMAD) e do Conselho Municipal do Meio Ambiente (CMMA), as ações direcionadas ao meio ambiente foram intensificadas.

As ações voltadas ao ICMS Ecológico no município tiveram início entre o fim de 2015 e o início de 2016 em que o mesmo se orienta e as realiza a partir dos requisitos apresentados nos editais de certificação disponibilizados pela SEMAR. Inicialmente, o principal problema enfrentado pela SEMAD para realização das atividades dirigidas ao meio ambiente era a escassez de recursos que, a princípio, eram obtidos através da

emissão de licenças ambientais a empresas de Piripiri. Em 2017, após a obtenção do Selo C houve uma melhora significativa em relação aos recursos disponíveis, pois o município passou a receber o valor da premiação/bonificação com a obtenção da certificação. Assim, a SEMAD passou a receber parte deste recurso que é destinado ao município, mesmo esta não tendo obrigatoriedade de repassá-los à secretaria, pois não há vinculação da receita adquirida com a certificação a alguma ação específica.

A conquista do Selo C ocorreu pela obtenção de pontos nos itens B, G e I, que foram elencados anteriormente. Porém, a SEMAD está realizando diversas ações visando a obtenção dos selos B ou A. Além disso, a Secretaria possui uma equipe composta por um corpo técnico responsável pelas atividades referentes ao ICMS ecológico, dentre eles um biólogo, um engenheiro florestal e um engenheiro agrônomo.

METODOLOGIA

Quanto à abordagem esta pesquisa se classifica como qualitativa e descritiva. O estudo lançou mão de uma análise documental devido ao uso de arquivos fornecidos pela SEMAR e SEMAD referente aos anos de 2015, 2016 e 2017 como relatórios da SEMAD, leis e decretos estaduais e municipais, atas de reuniões do Conselho Municipal de Meio Ambiente dos anos de 2015, 2016 e 2017, regulamentos. Dentre os documentos recebidos e analisados têm-se: Decreto 14.348/2010, Lei nº 355/1999, Lei nº 287/1995, Lei nº 418/2003, Lei nº 824/2015, Decreto Estadual 14.348/2010, Lei nº 519/2005, Lei Nº 617/2009, Lei nº 526/2005, Lei nº 573/2006, Lei 734/2013, Decreto nº 1.407/2017 e das portarias nº 323/2017, nº 321/2017, nº 320/2017, nº 313/2017, nº 316/2017 e nº 51/2018, Lei Orgânica Municipal 830/2015, Decreto Municipal 1243/2016, Editais de Postulação do ICMS ecológico dos anos de 2015, 2016 e 2017, entre outros, para apoio à pesquisa como propostas pedagógicas para implantação de Educação Ambiental nas escolas municipais. Além dos documentos foi disponibilizado pela SEMAD, arquivo digital do tipo *pen drive* contendo fotos de eventos, reuniões e ações realizadas pela SEMAD nos anos de 2015, 2016 e 2017, portarias de nomeação de servidores, certificados de treinamento e capacitação de servidores da SEMAD, portarias de criação de comissões e grupos de trabalho, atas digitalizadas das reuniões do Conselho Municipal do Meio Ambiente. Tais documentos tiveram como análise tópicos condicionados ao processo de implantação do ICMS ecológico, requisitos, planos de ação para alcance do selo e legislações de regularização do mesmo, com seus critérios e características. Buscou-se identificar pontuação dos itens que o município conseguiu para fins de resposta aos objetivos do estudo.

A análise teve destaque para as ações efetivadas inicialmente nos anos de 2015, 2016 e 2017, ano em que a cidade conseguiu a obtenção do selo C. O texto traz a análise das ações efetivadas para obter a pontuação e as propostas do município para conseguir atingir o selo A no ano de 2018.

No tocante ao procedimento técnico, o instrumento utilizado foi à entrevista, junto a SEMAD de Piripiri-PI, nos diversos setores desta secretaria com o intuito de identificar as ações realizadas pelo município para obtenção da certificação. Estudos bibliométricos como o de Souza et al (2018) apontam que 50% de pesquisas sobre esta temática são de cunho qualitativo envolvendo consigo pesquisas documentais. O que denota a ênfase para instrumentos como questionários e entrevistas na efetivação de pesquisas dessa natureza.

Assim, foram aplicadas um total de 07, todas feitas à equipe técnica da SEMAD, nesta fase abordou-se os aspectos referentes às ações desenvolvidas pela mesma para conquista do selo C, assim como as ações futuras para manutenção ou pela obtenção do selo A ou B nos anos seguintes.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este tópico apresenta os principais resultados da coleta de dados e discute as ações realizadas e propostas pelo município de Piripiri. Primeiramente, foi realizada a análise documental, referente aos documentos fornecidos pela SEMAD referente aos anos de 2015, 2016 e 2017 assim como a identificação das ações promovidas pelo órgão desde a criação da secretaria e do Conselho Municipal de Meio Ambiente e em um segundo momento a análise das entrevistas aplicadas na SEMAD.

As ações do município iniciaram-se no ano de 2015 e somente no ano de 2017 o município de Piripiri obteve a certificação e o Selo C. O trabalho expõe as ações aplicadas pelo município nos itens em que pontuou. A seguir será explanado sobre os itens B, I e G, que foram os itens pontuados pelo município na conquista do selo ambiental.

O Quadro 1 apresenta o que é avaliado e como é avaliado o item B: Educação Ambiental e seus subitens.

Subitem	O que é avaliado?	Como é avaliado?
B01 - Educação Ambiental Informal	Se há a capacitação de Técnicos e Gestores e participação destes em eventos de meio ambiente.	Comprovar o atendimento deste através da cópia dos certificados das capacitações realizadas.
B02 - Educação Ambiental Formal	Promove a capacitação de professores, da realização de atividades de educação ambiental voltadas às escolas.	Relatório das atividades desenvolvidas contendo cópias de ementas, atas, listas de frequências, fotografias e folders de eventos de educação ambiental.
B03 - Implantação de Projetos de Educação Ambiental:	Avaliado de forma quantitativa. Devendo comprovar o atendimento deste igualmente proposto no B02.	Promoção ou implantação de Projetos de Educação Ambiental. Realizou apenas 01(um); Realizou de 02 a 05; Realizou de 06 a 10; Realizou acima de 10

Quadro 1: Critérios de avaliação do item B: Educação Ambiental.

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Decreto Estadual nº 14.348/2010.

O município de Piripiri atingiu a pontuação neste item B: Educação Ambiental, promovendo as seguintes ações, conforme quadro 2:

Subitem	O que foi feito?
B01 - Educação Ambiental Informal	Envio do secretário de Meio Ambiente para participar de curso de formação continuada em Teresina-Piauí em 2015 e 2016; Promoveu a capacitação dos servidores da SEMAD por técnicos da SEMAR em 2016; Capacitação dos fiscais ambientais municipais na execução do processo de licenciamento ambiental em 2016;
B02 - Educação Ambiental Formal	Instituiu o Plano municipal de Educação Ambiental em 2015 através da Lei; Participou da criação das propostas pedagógicas das escolas públicas municipais; Aplicação do Projeto Dia da Árvore nas escolas municipais; Promoveu o Projeto Uso Racional da Água em que objetivou conscientizar alunos dos 5º Anos A, B, C e D do Centro Educativo Municipal Irmã Ângela por meio de palestras, jogos e paródias sobre a importância do uso racional da água;
B03 - Implantação de Projetos de Educação Ambiental:	Em relação a aplicação de Projetos de Educação Ambiental, o município participou de 12 projetos: Projeto de Arborização das Praças; Dia de Campo na Expoagro; Mutirão de Plantio de Mudas nas margens da nascente da localidade Formosa; Mutirão de limpeza do Açude Caldeirão; Palestra sobre prevenção da dengue; Palestra em escolas municipais e bairros sobre educação ambiental; Participou de projetos no Instituto Federal do Piauí; Promoveu o dia da água; Promoveu o dia da árvore; Realizou a Semana de Meio Ambiente; Promoveu Ações de Educação Ambiental em Assentamentos.

Quadro 2: Ações implementadas pelo município de Piripiri no item B - Educação Ambiental.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da SEMAD.

Para pontuar o item B01 o município deveria comprovar a capacitação de gestores e técnicos ambientais além de promover a participação em eventos correlatos à sua área de atuação e para Leme (2010) a qualificação das pessoas envolvidas com as questões ambientais é algo extremamente estratégico e que deve ser feito de modo coordenado e continuado, com o objetivo de ampliar e melhorar o desempenho das políticas públicas ambientais.

Em relação aos itens B02 e B03, estes abordam a questão da educação ambiental, tanto na aplicação da questão nos projetos pedagógicos das escolas municipais quanto na promoção de projetos, palestras e eventos que insiram a comunidade na questão ambiental, neste sentido, Guimarães (2006) afirma que o enfrentamento da atual crise socioambiental pela qual passa o mundo, se dá primeiramente pelo estabelecimento de uma relação mais próxima entre a educação formal (escola) e não formal (comunidade), ou entre a escola e a comunidade, assim como também entre educação ambiental e as diversas ciências. Assim, promover a educação ambiental é promover o crescimento da consciência ambiental na comunidade, assim expandindo a possibilidade da população em participar do processo decisório, como forma de fortalecer a sua co-responsabilidade e atuação na fiscalização e no controle dos agentes de degradação ambiental (JACOBI, 2003).

O Quadro 3 apresenta o que é avaliado e como é avaliado o item G e seus subitens.

Subitem	O que é avaliado?	Como é avaliado?
G01 – Edificações Irregulares	Dispõe de Legislação Municipal de Uso e Ocupação do Solo ou Similar e se possui estrutura institucional de controle da aplicação da Lei de Uso e Ocupação do Solo.	O município deverá emitir a cópia da Legislação de Uso e Ocupação do Solo e o documento do Quadro Funcional próprio, convênio ou contrato.

Quadro 3: Critérios de avaliação do item G - Edificações irregulares.

Fonte: Elaborado pelos autores com base no Decreto Estadual nº 14.348/2010.

O município de Piripiri atingiu a pontuação neste item promovendo as seguintes ações, conforme quadro 4:

Subitem	O que foi feito?
G01 – Edificações Irregulares	Aplicação da Lei nº 519/20005 que faz a Regulamentação do Projeto Muro e Calçada do Município, objetiva a construção de muros e calçadas por parte de donos de terrenos baldios; A Lei Nº 617/2009 que apresenta Regulamentação do Muro e Calçada e dá outras providências, pode ser interpretada como um complemento da lei anteriormente citada; Lei nº 526/2005 realiza a permissão de uso de vias públicas, espaço aéreo e subsolo para finalidades específicas, promove a cobrança de tarifas em relação ao uso de solo, espaço aéreo, subsolo, postes e logradouros, visando regular o uso dos elementos citados; Lei nº 573/2006 trata do Zoneamento, o Uso do Solo e a Ocupação do Solo e dá outras providências, regula o uso e ocupação do solo municipal, dividindo-o em zonas e setores; Lei 734/2013, que enfatiza a Estrutura Administrativa municipal, foi elencada junto aos elementos direcionados ao item G no que se refere à estrutura institucional de controle da aplicação da Lei de Uso e Ocupação do Solo e, posteriormente, foi alterada pela Lei nº 810/2015. A mesma apresenta a estrutura administrativa do município, abordando todos os órgãos públicos municipais que fazem parte da estrutura.; Instituição através do Decreto nº 1.407/2017 e das portarias nº 323/2017, nº 321/2017, nº 320/2017, nº 313/2017, nº 316/2017 e nº 51/2018, da equipe da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, Obras e Serviços Públicos (SEDESP). A documentação da nomeação foi enviada para fim de comprovação do Quadro Funcional conforme solicitado no Item G.

Quadro 4: Ações implementadas pelo município de Piripiri no item G - Edificações Irregulares.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da SEMAD.

Em relação ao item G que trata das edificações irregulares a SEMAD deve promover o uso e a ocupação adequada do espaço urbano e rural, assim como das áreas de preservação locais, pois como resultado além da preservação de recursos naturais, há a melhoria da qualidade de vida dos habitantes, e outros benefícios gerados pelo equilíbrio ambiental (MARTINS & SOUZA, 2009). Assim o mapeamento das informações de uso e ocupação de solo urbano, das edificações é necessário para tornar mais evidente os padrões de uso e ocupação dos espaços, melhorando a compreensão das interações existentes assim como o fator de crescimento urbano, o padrão das construções, a diminuição dos riscos das obras irregulares, o aumento da arrecadação e outros.

Em relação ao item I (Política Ambiental e seus subitens), este apresenta 04 subitens que tratam respectivamente, da Situação da Política Ambiental Municipal (I01),

do Planejamento da Política de Meio Ambiente (I02), da Execução do Licenciamento Ambiental (I03) e o Mapeamento, Diagnóstico e Planejamento Ambiental do município (I04). Em relação a este item o município de Piripiri atingiu a pontuação as seguintes ações, conforme quadro 5:

Subitem	O que foi feito?
I01 – Situação da Política Ambiental	Foi apresentado os documentos de criação do órgão ambiental municipal e do conselho municipal de meio ambiente através da Lei Municipal 821/2015; Apresentação do decreto municipal 1014/2013 que dispõe sobre a conferência municipal de meio ambiente, ocorrida em 12 de junho de 2013; Apresentação do decreto 1235/2015 que cria o regimento do conselho municipal de meio ambiente; Apresentação das atas das reuniões do conselho com as assinaturas dos conselheiros presentes nas reuniões; A apresentação das portarias de nomeações dos servidores do órgão executivo municipal de meio ambiente; Apresentação da Lei Orgânica Municipal 830/2015, que cria o Fundo Municipal de Meio Ambiente, lei esta que objetiva implementar as ações destinadas a uma adequada gestão dos recursos naturais, incluindo a manutenção, melhoria e recuperação da qualidade ambiental municipal, de forma a garantir um desenvolvimento integrado e sustentável e a elevação da qualidade de vida da população local; Foi apresentada também a Lei Orgânica Municipal 734/2013, que cria a estrutura da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e; A Lei Orgânica Municipal 810/2015, que altera a estrutura da SEMAD, e que está atualmente em vigor.
I02 – Planejamento da Política de Meio Ambiente:	Foi apresentado à Lei Orgânica Municipal 399/2002 que cria o Projeto da Agenda 21 local de Piripiri; A Lei Orgânica Municipal 444/2003 que estabelece a política de desenvolvimento sustentável do município.
I03 – Execução do Licenciamento Ambiental:	Certificação emitida pela SEMAR de que o município possui competência técnica e legal para habilitar e exercer a gestão ambiental e promover o licenciamento ambiental das atividades ou empreendimentos que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local conforme tipologia definida pelo respectivo Conselho Estadual de Meio Ambiente, considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade, certificado este emitido em 30 de setembro de 2015; Após a autorização para o licenciamento, o município aprova o Decreto Municipal 1243/2016, que estabelece os critérios e procedimentos para Licenciamento Ambiental e Avaliação de Impacto Ambiental em Piripiri.
I04 – Planejamento Ambiental:	Foi apresentado um relatório emitido pela SEMAD apontando uma listagem com os problemas ambientais enfrentados no município de Piripiri, sendo identificados 29 problemas ambientais no município; Foi apresentado um relatório com 10 (dez) prioridades que irão compor o planejamento do município para o ano de 2017/2018.

Quadro 5: Ações implementadas pelo município de Piripiri no item I- Política Ambiental.

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados da SEMAD.

Em relação ao item I04, a SEMAD realizou um levantamento em que identificou principais problemas ambientais do município, dentre eles: Poluição constante e contínua do Riacho Cabresto; Panificadoras com chaminés abaixos do recomendado pela Lei Ambiental; Panificadoras que não usam filtros em suas chaminés; Panificadoras que não dispõem de fossas secas para depósitos de águas com fermento; Poluição do Riacho da Paciência;

Desmatamento das margens dos Rios dos Matos no perímetro urbano da cidade de Piripiri; Poluição total do Açude Anajás; Colocação de Tanque redes para criatório de peixe sem RIMA/EIA – Relatório de Impacto Ambiental e o Estudo o Impacto Ambiental, no Açude Anajás; Pocilga às margens do Açude Anajás; Criatórios não autorizados, de animais: bovino, caprino, ovino e suíno; Esgotamento das águas inservíveis do Mercado Central de Piripiri, que deságua no Riacho Cabresto, poluindo o mesmo; Esgotamento, no Riacho Cabresto, de dejetos humanos e animais, de residências situadas às margens desse riacho; Lavagens de veículos no Rio dos Matos; Lavagens de veículos na Cachoeira do São João; Lixo jogado nas margens do Açude Caldeirão; Lixão a céu aberto com grande presença de urubus e insetos, na zona rural da cidade de Piripiri/PI; Existência de terrenos baldios, servindo de depósitos de lixo e animais mortos; Poluição sonora por veículos; Poluição atmosférica por meio de fuligens provenientes do escapamento dos veículos automotores; Esgotamento a céu aberto de líquidos usados para a produção de pintura de camisetas, pelas fábricas de malhas; Abandono total do Parque Nacional Municipal Cachoeira da Conceição; Circulação de veículos de propaganda, com alto volume de som, causando poluição sonora; Postos Lava-jato sem o uso de depósito de águas inservíveis; Criatórios domiciliar de animais da fauna brasileira e exótica, sem prévia autorização dos órgãos competentes; Venda sem receituário agronômico de pesticidas e herbicidas no comércio local; Queima de lixo na zona urbana e rural; Construção de caieiras na zona urbana; Lavagens de bombas dos postos de combustíveis e o piso desses estabelecimentos, sendo a água inservível dessas lavagens jogada a céu aberto; Queimadas na zona rural e urbana;

Através deste mapeamento foi gerado um relatório ano de 2016, em que foram estabelecidas 10 (dez) prioridades para compor o planejamento prioritário do município para os anos de 2017/2018, que são os seguintes: 01. Poluição total do Açude Anajás; 02. Poluição constante e contínua do Riacho Cabresto; 03. Esgotamento, no Riacho Cabresto, de dejetos humanos e animais, de residências situadas às margens desse riacho; 04. Esgotamento das águas inservíveis do Mercado Central de Piripiri, que deságua no Riacho Cabresto, poluindo o mesmo; 05. Existência de terrenos baldios, servindo de depósitos de lixo e animais mortos; 06. Abandono total do Parque Nacional Municipal Cachoeira da Conceição; 07. Queima de lixo na zona urbana e rural; 08. Lixo jogado nas margens do Açude Caldeirão; 09. Criatórios domiciliar de animais da fauna brasileira e exótica, sem prévia autorização dos órgãos competentes; 10. Queimadas na zona rural e urbana.

Após a análise documental, foram realizadas 7 entrevistas junto a SEMAD, nestas foram ouvidos, o Secretário Municipal de Meio Ambiente e a equipe técnica da secretaria sendo nomeados de E1 a E7. O entrevistado E1 informou que desde 2015 com a criação da SEMAD, as ações em relação ao meio ambiente foram intensificadas após a criação desta secretaria e do Conselho Municipal de Meio Ambiente e o Fundo Municipal de Meio Ambiente. E3 afirma que já existiam ações específicas sobre a questão ambiental no Plano Diretor do Município, mas no início as atividades eram desenvolvidas em um departamento,

sem estrutura e pessoal qualificado (na época) para desenvolver as atividades, o mesmo afirma que já trabalha na prefeitura há mais de 20 anos e a “criação da secretaria foi uma grande mudança positiva para o município, pois através desta pode-se agir em conformidade com o meio ambiente, garantindo uma cidade mais limpa e promover a preservação do meio para as futuras gerações” (ENTREVISTADO E3).

E1 afirma que a concepção do conselho, da secretaria e do fundo de meio ambiente partiu da necessidade de cumprir o Plano Diretor do município e da Lei Orgânica Municipal nº 355/99 que trata do Código de Postura do Município, que aborda inclusive no Título V dos artigos 150 a 152 às questões referentes à Política Municipal de Meio Ambiente.

E5 fala sobre o Conselho Municipal de Meio Ambiente em que o objetivo é mantê-lo ativo, onde ocorrem reuniões mensais. O mesmo disponibilizou todas as atas das reuniões realizadas no conselho nos anos de 2016, 2017 e 2018. Em relação ao ICMS Ecológico, E5 afirma que o município orienta suas atividades em torno dos requisitos de pontuação dos editais de certificação disponibilizados pela SEMAR para obtenção do selo ecológico.

E1 afirma que o principal problema enfrentado pela secretaria na atualidade é a limitação de recursos, o que dificulta a ampliação das ações ambientais. O mesmo afirma que o recebimento de recursos só melhorou no ano de 2016 e 2017, pois a secretaria estava desenvolvendo ações para a obtenção da certificação do município com selo C. No ano de 2016 e 2017 a secretaria obteve recursos que foram provenientes dos processos de licenciamento ambiental por parte das empresas de Piripiri, após a autorização de emissão de licença por parte da prefeitura no início de 2016, porém o mesmo afirma que o processo de licenciamento das empresas no município deve ser ampliado e melhorado, assim como ser feito um trabalho de orientação junto a essas empresas para obtenção das licenças ambientais municipais, podendo ser um diferencial para ampliação dos recursos da secretaria e para melhoria das condições ambientais municipais. E1 afirma que prova disso foi que no ano de 2017 houve uma melhora significativa em relação a 2016, na emissão de licenças por parte da SEMAD, em 2017 foram emitidas e informadas 21 licenças a SEMAR até o mês de agosto de 2017.

Quanto aos recursos provenientes do ICMS Ecológico, E1 afirma que os mesmos já estão sendo recebidos pela prefeitura desde o início de 2018, porém este não é exclusivo da SEMAD, a destinação do mesmo é realizada pela prefeitura, que envia uma parte para a secretaria, e que através do recebimento deste consegue realizar as atividades de educação ambiental, conscientização, arborização, compra de mudas, poda de árvores, revitalização de nascentes, estruturação da secretaria, inclusive, o mesmo afirma que a formação e manutenção de uma equipe multidisciplinar para trabalhar diretamente com o objetivo de desenvolver a questão ambiental municipal e adotar medidas para melhoria da certificação e manutenção desta só foi possível graças ao recebimento destes recursos e que o objetivo da equipe é de conseguir o selo ambiental permanentemente.

Dentre as carências e pontos de melhoria está o processo de comunicação, visto

que a secretaria não possui um plano de comunicação para as ações ambientais realizadas, nem para divulgação do que está sendo feito, tampouco de conscientização ambiental da população, de acordo com o que foi informado por E2 ainda não foi possível realizá-las, porém o mesmo acredita que a população do município percebe a importância do trabalho que está sendo desenvolvido, até porque a demanda da população por atendimento ou serviços junto à secretaria aumentou consideravelmente nos últimos anos.

E3 afirma que atividades de esclarecimento, como oficinas e palestras junto à população e as empresas do município e estão sendo e serão ainda mais intensificadas nos próximos anos. Essas ações visam aumentar o conhecimento em relação às atividades desenvolvidas pela secretaria e a confiabilidade do trabalho junto à população. E7 afirma que no ano de 2018 a Semana do Meio Ambiente foi realizada nos dias 04 a 09 de junho, e que poderia ter sido esclarecido à população sobre como ocorre o processo de avaliação do município para obtenção da certificação referente ao ICMS Ecológico e sobre todas as ações realizadas pela secretaria ao longo dos últimos anos.

A SEMAR nos anos de 2016 e 2017 fez um trabalho de orientação junto ao município, realizou treinamentos sobre fiscalização, licenciamento e educação ambiental, e todos os entrevistados afirmam que possuem um canal de comunicação sempre aberto junto aos auditores fiscais e técnicos da SEMAR. Destaca-se como ponto positivo a secretaria possui hoje um corpo técnico qualificado para executar as ações referentes a todo procedimento ambiental, a mesma possui uma equipe composta por biólogo, engenheiro florestal, engenheiro agrônomo e técnicos que são responsáveis por trabalhar a questão do ICMS ecológico no município.

A secretaria tem consciência que este trabalho é contínuo e que a cada ano as ações devem ser intensificadas e ampliadas para que o município possa continuar com a certificação ambiental e a expectativa da SEMAD é a obtenção primeiramente do selo B já no ano de 2019. Para isso, E1 afirma que está em processo de criação do plano de gerenciamento dos resíduos sólidos do município, mas que ainda há muitas dificuldades por conta do alto custo de implantação deste item. Todos os entrevistados reconhecem a importância do trabalho da secretaria não só para a questão ambiental, mas para o município, pois é um recurso a mais e que é utilizado para melhoria dos serviços municipais a população. Assim a secretaria tem um compromisso com o município de manter o selo e trazer recursos para o município.

CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo identificar as ações realizadas em âmbito local para certificação do ICMS ecológico em Piripiri. Verificou-se que o município atendeu alguns critérios previstos para a aquisição do selo ambiental C, haja vista sua pontuação nos itens B, I e G. Para atingir os pontos necessários para pontuar o item B do edital, foram

realizadas ações como o Dia de Mobilização pelo Horto Florestal, a Semana da Água, o Dia do Campo e a Semana do Meio Ambiente. Para validação do item G, o município apresentou a aprovação de leis de uso e ocupação de solo. Enquanto ao item I versa sobre a apresentação dos documentos de criação do órgão ambiental municipal e do Conselho de Meio Ambiente através da Lei Municipal 821/2015 e a criação da Conferência Municipal de Meio Ambiente, disposta pelo decreto municipal 1014/2013. Além disso, as atas das reuniões do conselho municipal e a periodicidade destas reuniões incentivam a construção de um espaço que caminhe na direção de atender os requisitos necessários para obtenção do selo, assim como fornecem um rico material para discussões sobre a temática ambiental a nível municipal.

É notável que com as ações realizadas pelo município no determinado ano, seria possível alcançar, no máximo, o Selo B. A utilização de algumas leis com mais de 10 anos pode refletir negativamente para a obtenção de pontos por conta do fato de já estarem, de certa forma, “antigas”. As atividades elencadas para o item B apresentam um ponto positivo para o município, visto que é perceptível que as ações voltadas ao meio ambiente estão se tornando mais frequentes. Assim, fica evidenciada uma evolução gradual nesse aspecto.

Em relação ao item G também faltaram evidências documentadas de aplicações práticas das leis instituídas, visto que é de extrema importância que provas concretas das aplicações das normas sejam evidenciadas.

Contudo, conforme a SEMAD, novas ações estão sendo desenvolvidas no intuito de conseguir o selo B ou até mesmo o A tais como, levantamento de 80% das nascentes do município para recuperação, plano de arborização, de educação e conscientização ambiental, e gerenciamento dos resíduos sólidos. Porém as dificuldades mais apontadas estão sobre o alto custo desses projetos. Mas acredita-se de acordo com a própria SEMAD que nos próximos anos o alcance desses selos seja concretizado, haja vista a formação de uma equipe técnica preparada para promover essas ações.

Evidencia-se com o estudo a ocorrência de carência por partes das prefeituras de ações que contribuam efetivamente para o cuidado com o meio ambiente. As ações desenvolvidas pelo município objeto de estudo nos últimos anos apesar de relevantes por significarem um avanço e um “pioneerismo” no trato da questão ambiental no Estado do Piauí, ainda não permitem dizer que esta questão é tratada como prioridade pelos poderes públicos municipais, observa-se que há uma preocupação latente por parte dos gestores em conseguir atingir a pontuação e a certificação para que estes participem do recebimento dos financeiros com o selo ecológico. Assim, ações mais efetivas de proteção ao meio ambiente, além da conscientização e educação ambiental da sociedade devem ser aplicadas não somente com o objetivo de adquirir recursos financeiros, mas ações relacionadas a questão ambiental devem fazer parte dos programas, planos diretores e políticas municipais de desenvolvimento.

Neste sentido, como argumento aponta-se que efetivamente apenas três itens

da avaliação do ICMS Ecológico foram pontuados pelo município. Ademais, constitui-se lacuna empírica relevante, estudos descritivos que registrem e analisem o avanço dessa política pública no estado. Neste contexto, para sugestão de pesquisas futuras, propõe-se um estudo para verificar o impacto das ações praticadas pelo município na atualidade, com objetivo de mensurar as melhorias realizadas e efetivadas pelo município de Piripiri. Propõe-se também novas pesquisas que acompanhem as novas ações do município para a obtenção da certificação A, conforme planejamento realizado pela SEMAD. Outra proposta seria entender e analisar a aplicação do ICMS Ecológico não somente em nível municipal, mas analisar também os seus resultados em âmbito estadual, identificando assim, a evolução do Estado do Piauí em relação à adoção de práticas sustentáveis e de proteção ao meio ambiente após a implantação e regulamentação da Lei do ICMS Ecológico no estado.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, J. R.; LUKIC, M. R.; CASTRO, K. P. ICMS: crise federativa e obsolescência. **Revista Direito GV**, v. 14, n. 3, p. 986-1018, 2018.
- BONZI, R. S. Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo. **Desenvolvimento e Meio Ambientes**, v. 28, 2013.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Secretaria de Editoração e Publicações do Senado Federal, 2016.
- BRASIL. **Lei nº 6938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm> Acesso em 25 jul. 2019.
- BIASOLI, S.; SORRENTINO, M. Dimensões das políticas públicas de educação ambiental: A necessária inclusão da política do cotidiano. **Revista Ambiente e Sociedade**, v. 21, p. 2-18, 2018. EpubOct 08, 2018. ISSN 1414-753X.
- CAMPOS, L. M. S. *et al.* Relatório de sustentabilidade: perfil das organizações brasileiras e estrangeiras segundo o padrão da Global Reporting Initiative. **Gestão & Produção**, v. 20, n. 4, p. 913-926, 2013.
- CONTI, B. R.; IRVING, M. A.; ANTUNES, D. C. O ICMS-Ecológico e as Unidades de Conservação no Estado do Rio de Janeiro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 2015, v. 35, p. 241-258.
- CRUZ, C. A.; MELO, I. B. N.; MARQUES, S. C. M. A educação ambiental brasileira: história e adjetivações. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 11, n. 1, p. 183-195, 2016.
- DIAS, A. L. A. **Mercado mundial dos créditos de carbono: histórico e estado da arte**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: Acesso em: 20 jul. 2019.

FEITOSA, J. M. N. **Contribuições do mercado de carbono para o desenvolvimento sustentável no Brasil: um estudo bibliográfico.** 2018. Monografia (Graduação em Ciências Contábeis) – Universidade Estadual da Paraíba, Monteiro, 2018. Disponível em: <<http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/16865>> Acesso em: 20 jul. 2019.

GOMES, E. A importância da utilização do ICMS Ecológico pelos estados. **Diálogos Multidisciplinares**, v. 1, n. 2, 2016.

GUIMARÃES, M. Vasconcellos. Relações entre educação ambiental e educação em ciências na complementaridade dos espaços formais e não formais de educação. **Educar em Revista**, n. 27, p. 147-161, 2006.

HOGAN, D. J. População e Meio Ambiente: a emergência de um novo campo de estudos. In: HOGAN D. J. (Org.) **Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro**. Campinas: Núcleo de Estudos de População-Nepo, 2007. p.13-49.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2017. Disponível em: <cidades.ibge.gov.br> Acesso em: 18 de Jul. 2019.

JACOBI, P. R. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**, n. 118, p. 189-205, 2003.

LEME, T. N. Os municípios e a política nacional do meio ambiente. **Planejamento e políticas públicas**, v. 2, n. 35, 2010.

MARTINS. R. P.; SOUSA. S. P: **A Ocupação Ilegal das Apps (Áreas de Preservação Permanentes) Urbanas Em Caldas Novas-Go.** In: XI EREGEO - SIMPOSIO DE REGIONAL DE GEOGRAFIA. 2009, Jataí. Anais eletrônicos. Goiás.

MERLIN, L. V. C. T.; OLIVEIRA, A. C. ICMS Verde para a redução do desmatamento amazônico: estudo sobre uma experiência recente. **Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 25, p. 277-306, 2016.

MOURA, A. S. de. Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços Socioambiental: incentivos institucionais e legislação ambiental no Brasil. **Revista de Administração Pública**, v. 49, n.1, p. 165-188, 2015.

NASCIMENTO, L. F. **Gestão Ambiental e Sustentabilidade**. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2012. Disponível em: <http://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/15365410042013Gestao_Ambiental_Sustentabilidade_Aula_1.pdf> . Acesso em: 20 jul. 2019.

OLIVEIRA, T. S.; VALIM, B. F. C. A. **Tributação ambiental: a incorporação do meio ambiente na reforma do sistema tributário nacional.** 2018. Disponível em:<<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8641/1/Tributa%C3%A7%C3%A3o%20ambiental.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2019.

PIAUÍ. **Dec. N° 14348, de 14 de dezembro de 2010.** Diário Oficial do Estado do Piauí nº 233, Poder Legislativo, Teresina, PI. Disponível em: <<http://www.icmsecologico.org.br/site/images/legislacao/leg071.pdf>> Acesso em: 13 abr. 2018.

PIAUÍ. **Classificação de Municípios referente à Certificação no Selo Ambiental de 2018.** Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Disponível em:<http://www.semar.pi.gov.br/download/201806/SM11_7f2ec57d2c.pdf> Acesso em: 30 mar. 2019.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, v. 31, n. 89, p. 271-283, 2017.

SOUZA, E. R. F. *et al.* Análise bibliométrica do perfil dos estudos acerca do Imposto Sobre Operação Relativa à Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) Ecológico no Brasil. **Revista Brasileira de Contabilidade**, v. 234, p. 80-91, 2018.

VALLE, M. D. T.; PEREIRA, S. de J. Tratamento Tributário, no campo no ICMS, para Ganhos e quebras decorrentes de oscilação de Temperatura, em Operações com combustíveis. **EconomicAnalysisof Law Review**, v.8, n. 2, p. 380-411, 2017.

ZAMITH, S. M. A.; NEVES, E. A. ICMS Ecológico e a Perspectiva de Construção de um Desenvolvimento Sustentável nos Municípios Do Amazonas. **Revista Jurídica**, v. 51, n. 2, p. 247-263, 2018.

CAPÍTULO 3

UMA PROPOSTA DE INDICADORES AMBIENTAIS PARA ARMAZÉM VERDE

Data de aceite: 27/09/2021

Rodrigo Rodrigues de Freitas

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Transportes –
PET/COPPE/UFRJ

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso
Suckow da Fonseca – CEFET-RJ

Tassia Faria de Assis

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Transportes –
PET/COPPE/UFRJ

Centro Federal de Educação Tecnológica Celso
Suckow da Fonseca – CEFET-RJ

Mariane Gonzalez da Costa

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Transportes –
PET/COPPE/UFRJ

Isabela Rocha Pombo Lessi de Almeida

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Transportes –
PET/COPPE/UFRJ

Márcio de Almeida D'Agosto

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Programa de Engenharia de Transportes –
PET/COPPE/UFRJ

RESUMO: As emissões geradas por edifícios de logística, incluindo armazéns e instalações de triagem, são significativas, representando 13% das emissões da cadeia de suprimentos. No caso da operação de um armazém, a iluminação, refrigeração / aquecimento e equipamentos

de carga são os principais responsáveis pelo consumo energético e emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE). Entretanto, a norma ISO 14001, que trata da gestão ambiental não destaca quais os principais indicadores a serem utilizados para avaliação e monitoramento da empresa. Desta forma, foi identificada a necessidade de se adotar práticas verde na operação de armazém. A proposta deste artigo é selecionar indicadores que permitam avaliar e monitorar práticas que, quando aplicadas, tornem a operação do armazém, de fato, verde. Esta pesquisa analisa a confiabilidade dos indicadores escolhidos por meio do método alfa de Cronbach, seguido de sua validação. O resultado aponta 27 indicadores como os principais a serem considerados para armazém verde.

PALAVRAS-CHAVE: Armazém Verde, Indicadores Ambientais, Alfa de Cronbach.

ABSTRACT: Logistics buildings emissions, including from warehouses and sorting facilities, are significant, accounting for 13% of the emissions from the supply chain. In the case of the operation of a warehouse, lighting, refrigeration, heating and loading equipment are the mainly responsible for the energy consumption and emission of greenhouse gases (GHG). However, ISO 14001, which deals with environmental management, does not highlight the main indicators to be used for evaluation and monitoring of the company operations. In this way, the need to adopt green practices in the warehouse operation was identified. The purpose of this article is to select indicators that allow to evaluate and monitoring of practices that, when

applied, make the operation of the warehouse, in fact, green. This research analyzes the reliability of the indicators chosen using the Cronbach alpha method, followed by its validation. The result indicates 27 indicators as the main ones to be considered for green warehouse.

KEYWORDS: Green Warehouse, Environmental Indicators, Cronbach alpha.

1 | INTRODUÇÃO

A logística visa coordenar a produção com objetivo de atender a demanda a um custo mínimo. Desta forma, o sistema leva à externalização dos custos ambientais, isto é, não considera como custo do sistema os impactos provocados no ambiente. (Santos *et al.*, 2015). Considerando que podem ser adotadas práticas verdes em todas as dimensões da logística, será abordado neste estudo, em particular, o conceito de Armazém Verde.

Segundo Fichtinger *et al.* (2015), as emissões geradas por edifícios de logística, incluindo armazéns e instalações de triagem, são significativos, representando 13% das emissões da cadeia de suprimentos. No caso da operação de um armazém, a iluminação, refrigeração/aquecimento e equipamentos de carga são os principais responsáveis pelo consumo energético e emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE). Ainda, os gastos com iluminação e aquecimento correspondem a 70% dos gastos totais de um armazém. (Fichtinger *et al.*, 2015), principalmente em armazéns de cargas refrigeradas. (Fikiin *et al.*, 2017). Além disso, essa questão é intensificada de acordo com o aumento do tamanho do armazém. (Rüdiger *et al.*, 2016).

Pode-se considerar que um armazém é verde quando tanto sua construção quanto sua manutenção e operação visam à redução dos impactos ambientais negativos, ou seja, da emissão de gases de efeito estufa (GEE) e de poluentes atmosféricos (PA), do uso da energia proveniente de combustíveis fósseis, do consumo de água e da utilização de materiais primários. Além disso, visam também o conforto térmico no interior do armazém e a gestão dos resíduos sólidos e sua destinação final adequada. (Chen *et al.*, 2016). No caso da operação, o modo como o armazém é gerido interfere no consumo de energia e na emissão de GEE (Ene *et al.*, 2016).

Devido à grande variedade de tipos de armazém, existem poucas regulamentações e certificações a respeito de armazéns que apliquem práticas verdes. Ainda, de acordo com Chen *et al.* (2016), há poucos estudos que abordam a gestão de práticas verdes na fase operação de um armazém e ressalta que as empresas possuem a tendência em adotar uma gestão que prioriza práticas verdes apenas quando não representam um gasto econômico.

O método BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) elaborado no Reino Unido, assim como o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) elaborado nos Estados Unidos, são os principais e mais conhecidas certificações para construções sustentáveis. Este é o mais utilizado dentre os estudos abordados, Segundo Bueno e Rossignolo (2003), o LEED é aplicado na certificação de

desempenho ambiental de edifícios comerciais em grandes cidades, porém como parte considerável de sua pontuação total depende da obtenção de créditos referenciados em normas, características climáticas e construtivas de seu país de origem e, por isso, não possui flexibilidade para características regionais diferentes.

As normas ISO 14001 possuem aplicabilidade na operação da cadeia de suprimentos na área de gestão ambiental, diferentemente das certificadoras, que consideram apenas os processos relacionados a construção e a reforma de infraestrutura existentes de edificações verdes. Entretanto, a norma ISO 14.001 não define indicadores relacionados ao aspecto ambiental. Estes indicadores podem auxiliar as organizações a quantificar e relatar o desempenho de seus sistemas de gestão, bem como monitorar sua operação. Desta forma, o levantamento dos indicadores é necessário para quantificar, avaliar e monitorar as operações em armazéns verdes.

Assim, o objetivo deste estudo é identificar, por meio de uma Revisão Bibliográfica Narrativa, indicadores ambientais que permitam avaliar a fase de operação de um armazém verde. A partir do levantamento destes indicadores, realizar a aplicação de um método de fiabilidade qualitativa, que permite estabelecer os principais indicadores a serem utilizados para garantir que a operação do armazém seja, de fato, considerada verde.

A segunda seção deste artigo apresenta a revisão bibliográfica que caracteriza a escolha dos indicadores e do método de seleção destes. Na terceira seção é aplicado o método para seleção dos indicadores e, na quarta seção, são apresentados os resultados desta aplicação. Por fim, na quinta seção é apresentada a conclusão.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para este estudo, optou-se realizar uma Revisão Bibliográfica Narrativa que, segundo Rother (2007), é caracterizada por não utilizar critérios explícitos e sistemáticos para busca e análise crítica da literatura. Assim, a revisão foi dividida em duas fases, em que a primeira buscou identificar indicadores ambientais utilizados em operações de armazém verde e a segunda buscou identificar a ferramenta mais adequada para seleção de indicadores.

2.1 Indicadores ambientais

Indicadores são representações matemáticas de um processo ou de um resultado, tendo normalmente uma meta associada e são usados para avaliar os atributos do sistema cujo desempenho se deseja avaliar (Oliveira e D'Agosto, 2017). Além disso, por representarem apenas uma parte do estado de todo sistema, só há aumento da confiança na informação quando a combinação de indicadores pertencentes aos diferentes aspectos possa ser verificada (Oliveira, 2016; Gudmundsson, 2004; e McLaren, 1996).

Para o levantamento dos indicadores ambientais, a pesquisa foi realizada nas bases *Web of Science* e *Science Direct*, considerando as palavras-chave “*indicators AND green*

warehouse", "indicators AND warehouse", entre os anos de 2008 a 2018. Os 40 indicadores ambientais levantados na Revisão Bibliográfica são apresentados na Tabela 1.

Atributo	Indicador	Medida
Energia	Aproveitamento da luz natural	%, m ²
	Consumo de energia não renovável	MJ/t.km, kWh/t
	Consumo de energia renovável e combustíveis alternativos	MJ/t.km, kWh/t
	Consumo fixo de energia nas instalações e espaço físico do armazém	kWh/CD; kWh/m ²
	Consumo de energia relacionado aos processos de armazenagem	kWh/unidade; kWh/t; kWh/mês
	Consumo de energia variável para obter uma unidade de produto	kWh/kg
	Consumo de energia do equipamento de manuseio de materiais móveis	kWh/m
	Fator de iluminação	kWh/m ²
	Fator climático (conforto térmico)	kWh/m ²
	Fator de automação	kWh/m ²
Gases de Efeito Estufa (GEE)	Redução do consumo de energia (Consumo de energia do ano atual/Consumo de energia do ano anterior)	%
	Energia gasta pelo veículo elétrico	kW/veículo
	Eficiência do motor (equipamento de manuseio ou veículo de carga)	% ou kW
	Distância média para processos de armazenamento e reabastecimento	kWh/m
	Parcela de veículos de carga com uso de energia limpa (Veículos abastecidos com energia limpa/ total de veículos)	%
	Velocidade média no armazém	km/h
	Emissão de CO ₂	kg CO ₂ /t.kg; CO ₂ /pallet
	Emissão de CH ₄	g CH ₄ /t
	Emissão de N ₂ O	g N ₂ O /t
	Emissão de GEE associado à energia consumida na planta	kg CO ₂ eq/kWh
Consumo de materiais	Emissão de GEE para o transporte	kg CO ₂ eq/(t. km)
	Emissão de GEE para tratamento de resíduos gerados da produção	kg CO ₂ eq/t
	Consumo de embalagem eficiente (Consumo real de embalagem/Consumo de embalagem por t)	kg/(kg/t)
	Descarte adequado de materiais	%/CD ou kg/CD
	Reciclagem de materiais	%/CD ou kg/CD

Emissão de Poluentes atmosféricos	Emissão de CO	g CO/t
	Emissão de HC	g HC/t
	Emissão de HCNM	g HCNM/t
	Emissão de MP	g MP/t
	Emissão de RCHO	g RCHO/t
	Emissão de SOx	g SOx /R\$, g SOx/t
	Emissão de Benzeno	g Benzeno/t
	Emissão de NOx	g NOx/t
	Emissão de COV	g COV/t
Consumo de água	Taxa de redução do consumo de água potável (Redução do consumo/consumo total)	%
	Taxa de reuso da água (Consumo de água de reuso/água total)	%
	Captação de água da chuva	m ³ /dia
	Uso de tecnologia no tratamento de água (eficiência do tratamento)	%
Geração de efluentes	Geração de efluentes líquidos	m ³ /dia
Ruído	Conforto acústico	dB

Tabela 1: Síntese dos indicadores ambientais levantados.

Fonte: Elaboração própria com base em Azevedo Filho *et al.* (2011); Bueno e Rossignolo (2003); Dalkmann, (2012); Egilmez *et al.* (2014); Feitó-Cespón *et al.* (2017); Fichtinger *et al.* (2015); Greschner Farkavcova *et al.* 2016; Jabbour *et al.* (2015); Leite (2011); Mckinnon *et al.* (2010); Oliveira e D'Agosto (2017); Reisi *et al.* (2014); Silva *et al.* (2015); Silva e Miranda (2012); Turi *et al.* (2014); Zhang *et al.* (2014); Costa *et al* (2008); Hagahshenas *et al* (2015); Silva *et al* (2015); Ahi *et al.* (2016); Oliveira (2016).

2.2 Método para seleção dos indicadores

A fim de definir uma ferramenta para escolha de indicadores, foi realizada uma pesquisa na base *Science Direct* por meio das palavras-chaves “green logistic” e “green supply chain”, entre os anos de 2008 e 2018, tendo como objetivo de inclusão, artigos que utilizassem ferramentas aplicadas em processos de escolha em atividades de operação logística.

A partir da leitura dos artigos, foram adotadas como critério principal de avaliação, ferramentas utilizadas para escolher um conjunto de atributos, indicadores, ou outros fatores que pudessem ser replicados para atingir o objetivo proposto no estudo. Obtendo como resultado, estudos dos autores, Ahmad e Mehmood, 2015; Avelar-Sosa *et al.*, 2014; Banomyong e Supatn, 2011; L. Chen *et al.*, 2015; García-Alcaraz *et al.*, 2015; Ge *et al.*, 2016; Gimenez e Sierra, 2013; Hong *et al.*, 2018; Jabbour *et al.*, 2015; Liu *et al.*, 2016; Longoni e Cagliano, 2016; Marshall *et al.*, 2015; Ortas *et al.*, 2014; Paulraj, 2009, 2011; Schoenherr, 2012; Vachon e Mao, 2008; Wolf, 2014; Wong, 2013; Yazan, 2016; e Zailani *et al.*, 2012; Schoenherr e Talluri (2013).

Destes, 23 estudos foram verificadas aplicações de teste de hipótese univariado ou multivariado como ANOVA, representando 35 % das aplicações; escala likert e coeficiente alfa de Cronbach representando 17 % das aplicações cada; variância do método comum (do inglês, *Common Method Variance - CMV*); teste KMO; teste de esfericidade de *Bartlett*, *Partial Least Square (PLS)*; econometria, teste de causalidade de *Granger*; teste qui-quadrado de Pearson, ambos representando 4% das aplicações cada.

Das três ferramentas mais representativas, como teste de hipótese, escala likert e coeficiente alfa de Cronbach, pode-se verificar grande similaridade nos objetivos de desenvolvimento dos estudos, como, avaliar o impacto da força da cadeia de suprimentos no ambiente natural, identificar os principais atributos da qualidade do serviço de logística de carga e examinar como esses atributos influenciam a seleção de fornecedores de serviços terceirizados, avaliar como a adoção de práticas sustentáveis afetam os indicadores de desempenho ambiental.

No entanto, de acordo com Chen *et al.* (2015), ferramentas estatísticas como teste de hipótese, que é uma ferramenta de tomada de decisão entre duas ou mais hipóteses, apresentam limitações, como necessidade de grandes amostras para gerarem resultados significativos. A fim de aumentar a confiabilidade na avaliação dos resultados, autores como Vachon e Mao (2008), utilizam ferramentas como o coeficiente alfa de Cronbach para avaliar o grau de confiabilidade e contribuir para uma melhor segurança quanto ao resultado.

Segundo Ge *et al.* (2016), a utilização da escala Likert, que é uma ferramenta de atribuição de pontos de forma escalar, é capaz de gerar alta precisão ao alcance do cumprimento do objetivo de um estudo, julgando a ferramenta de avaliação da confiabilidade dos dados mais adequada para avaliar o retorno de seus resultados o coeficiente alfa de Cronbach.

3 | METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste estudo tem como objetivo a utilização de um método de confiabilidade que permita selecionar os principais indicadores a serem utilizados para garantir que a operação de um armazém seja de fato considerada verde. Para isso, foi realizada, primeiramente, a aplicação de um questionário entre especialistas e profissionais em sustentabilidade, para posteriormente aplicar o Método Alfa de Cronbach e sua validação.

3.1 Aplicação do questionário

A aplicação do questionário tem como o objetivo identificar preliminarmente o grupo de indicadores relativo ao aspecto ambiental julgado necessário para a avaliação e monitoramento da operação de um armazém verde. Deste modo, o questionário foi

estruturado apresentando os 40 indicadores ambientais levantados na Revisão Bibliográficas e enviado para quatro especialistas e quatro profissionais nas áreas de logística e sustentabilidade, obtendo assim oito respostas. Para cada indicador, o especialista deveria selecionar uma opção na escala nominal como apresentado na Tabela 2. Segundo Hora *et al* (2010), os valores refletem as percepções dos especialistas e são transformados de uma escala nominal para uma escala numérica. A escala numérica adotada segue a escala de Likert de cinco pontos, como apresentado na Tabela 2.

Escala nominal (Respostas dos especialistas)	Escala numérica(Likert)
Não concordo totalmente	1
Não concordo parcialmente	2
Indiferente	3
Concordo parcialmente	4
Concordo totalmente	5

Tabela 2: Escalonamento das respostas pelo modelo Likert.

Fonte: LIKERT (1932).

3.2 Aplicação do método

Com a finalidade de identificar o método de confiabilidade a ser utilizado para selecionar os indicadores, foi realizada uma revisão da literatura na qual, foi verificado que o coeficiente Alfa de Cronbach (α) seria o mais indicado para avaliações de consistência interna de questionários e verificação do conjunto de indicadores de um construto. Segundo Sijtma (2009) e Rogers, Shmitti e Mullins (2002), α de Cronbach é o coeficiente de qualidade de indicador mais aplicado para confiabilidade, pois explora fator em comum entre os atributos.

O coeficiente Alfa de Cronbach (α) pode assumir como resultado um valor entre 0 até 1, em que quanto mais próximo de 1 for α , maior o grau de confiança dos indicadores. Para obter α , para cada pontuação obtida em cada indicador pela escala Likert, há um peso correspondente atribuído, como apresentado na Tabela 2, que nesta pesquisa foram utilizadas como peso a escala numérica. Cabe ressaltar que os indicadores possuem pesos iguais quando normalizados de acordo com o método no qual o intervalo de pontuação varia entre 0,00 e 1,00 e, portanto, a soma dos pesos deve ser igual a 1,00. Essa lógica de peso semelhante é utilizada para não haver desvios na adição de novos indicadores. O acréscimo de novos indicadores com a mesma finalidade e peso não tende a criar erros estatísticos, seguindo as mesmas limitações da aplicação do coeficiente de alfa de Cronbach como: i) os indicadores devem estar agrupados por aspecto nas perguntas do questionário; ii) o questionário deve ser aplicado para um grupo heterogêneo para evitar

baixa variância dos resultados; e iii) a escala deve ser validada.

A aplicação clássica do modelo segue o seguinte teste: X valor observado, composto pelo valor verdadeiro da medição V e mais um erro aleatório E , conforme equação 1.

$$X = V + E \quad (1)$$

Contudo, uma análise quantitativa da variabilidade é mensurada pela variância (S^2). Logo, de acordo com a equação (2), assume-se que a variabilidade do valor esperado é a soma S^2 dos valores verdadeiros e dos erros (Lord e Novick, 1968, Hora *et al.*, 2010). Entretanto, se a variância do erro S^2E vai reduzindo com as interações, o valor S^2V se aproxima de S^2X , aumentando a precisão e a confiabilidade do resultado.

$$S^2X = S^2V + S^2E \quad (2)$$

Em que: S^2E é a variância do erro aleatório;

S^2V é a variância do de V ; e

S^2X é a variância de X .

O coeficiente alfa de Cronbach mede a correlação entre os indicadores de um questionário de acordo com a escala Likert. O resultado do questionário é uma matriz, em que o cálculo é realizado pelo somatório da variância dos indicadores e a soma da variância de cada especialista (equação 3).

$$a = \left[\frac{k}{k-1} \right] \times \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right] \quad (3)$$

Em que: k corresponde ao número de indicadores (perguntas) do questionário;

S_i^2 corresponde à variância de cada item; e

S_t^2 corresponde à variância total do questionário (soma das variâncias dos avaliadores).

Segundo Peterson (1994), os critérios de recomendação de confiabilidade estimada pelo alfa de Cronbach são observados de formas diferentes por alguns autores, como descritos na Tabela 3.

Autor	Condição	a considerado aceitável
Davis (1964)	Previsão individual	Acima de 0.75
	Previsão para grupos de 25-50 indivíduos	Acima de 0.5
Kaplan & Sacuzzo (1982)	Investigação fundamental	0.7-0.8
	Investigação aplicada	0.95
Murphy & Davidsholder (1988)	Fiabilidade inaceitável	0.6
	Fiabilidade baixa	0.8
	Fiabilidade moderada a elevada	0.8-0.10
	Fiabilidade Elevada	0.10

Nunnally (1978)	Investigação preliminar	0.7
	Investigação fundamental	0.9
	Investigação aplicada	0.9-0.96

Tabela 3: Critérios de recomendação de Fiabilidade estimada pelo α de Cronbach.

Fonte: Peterson (1994).

Após a análise estatística, deve ser feito um processo de purificação dos dados, que ocorre a partir da eliminação de alguns itens do questionário, ou seja, se o α diminuir, assume-se que o item eliminado é altamente correlacionado com os outros itens, logo retorna ao grupo de indicadores.

3.3 Validação dos resultados

Após a aplicação do Método Alfa de Cronbach, o grupo de indicadores ambientais selecionados foi validado por meio da comparação com os indicadores utilizados em quatro Armazéns Verdes, a fim de verificar a coerência entre os indicadores selecionados e os indicadores utilizados neste tipo de operação.

4 | RESULTADOS

A formação do grupo de indicadores é procedente da aplicação do questionário, da aplicação do método e da validação do resultado.

4.1 Resultado da aplicação do questionário

A simulação foi realizada com o software *IBM SPSS Statistics* para aumentar a precisão das respostas e padronizar a aplicação. O primeiro questionário aplicado entre os especialistas e profissionais, o alfa de Cronbach foi de 0,825 para todos os indicadores. O processo de seleção consiste em excluir um indicador por vez, e verificar se houve a redução do α . Se na exclusão o α cair, retorna o indicador. Logo, o critério de inclusão ou exclusão de cada indicador é determinado a partir de seu valor de α . Se o valor de alfa for menor do que 0,825, o indicador permanece no grupo. A seleção incluiu 27 indicadores orientados a armazém verde e exclui o atributo conforto acústico. O coeficiente Alfa de Cronbach entre os indicadores selecionados foi de 0,908. Desta forma, os indicadores devem ser aplicados juntos, aumentando a consistência interna na formação do grupo de principais indicadores, os limites de α são apresentados na tabela 3.

4.2 Resultado da aplicação do método Alfa de Conbach

O coeficiente alfa de Cronbach dos indicadores selecionados foi de 0,908, satisfazendo a condição mínima para afirmar fiabilidade. Os indicadores são apresentados na Tabela 4.

Atributo	Indicador	Medida	Alfa de Cronbach se o item for excluído
Energia	Aproveitamento da luz natural	% ou m ²	0,821
	Consumo de energia não renovável	MJ/t.km, kWh/t	0,81
	Consumo de energia do equipamento de manuseio de materiais móveis	kWh /m	0,822
	Fator de iluminação	kWh/m ²	0,819
	Eficiência do motor (equipamento de manuseio ou veículo de carga)	% ou kW	0,823
	Distância média para processos de armazenamento e reabastecimento	kWh/m	0,822
Gases de Efeito Estufa (GEE)	Emissão de CO ₂	kg CO ₂ /t kgCO ₂ /pallet	0,821
	Emissão de CH ₄	g CH ₄ /t	0,816
	Emissão de N ₂ O	g N ₂ O /t	0,816
	Emissão de GEE associado à energia consumida na planta	kg CO ₂ eq / kWh	0,824
	Emissão de GEE para tratamento de resíduos gerados da produção	kg CO ₂ eq / t	0,817
	Emissão de CO	g CO/t	0,814
Emissão de Poluentes atmosférico	Emissão de HC	g HC/t	0,811
	Emissão de HCNM	g HCNM/t	0,808
	Emissão de MP	g MP/t	0,81
	Emissão de RCHO	g RCHO/t	0,811
	Emissão de SO _x	g SO _x /R\$, g Sox/ t	0,808
	Emissão de Benzeno	g Benzeno/t	0,811
Consumo de materiais	Emissão de NO _x	g Nox/t	0,811
	Emissão de COV	g COV/t	0,823
	Consumo de embalagem eficiente (Consumo real de embalagem/Consumo de embalagem port)	kg.e/(kg/t)	0,824
	Descarte adequado de materiais	%/CD ou kg/CD	0,81
	Reciclagem de materiais	%/CD ou kg/CD	0,81
Consumo de água	Taxa de reuso da água (Consumo de água de reuso/água total)	%	0,826
	Captação de água da chuva	m ³ /dia	0,822
	Uso de tecnologia no tratamento de água (eficiência do tratamento)	%	0,823
Geração de efluentes	Geração de efluentes líquidos	m ³ /dia	0,812

Tabela 4: Grupo de indicadores obtido a partir do método α de Cronbach.

Fonte: Elaboração própria.

4.3 Validação dos principais indicadores ambientais

Após a verificação da fiabilidade dos indicadores, foi realizada a validação destes. Ressalta-se que a fiabilidade está relacionada a métodos qualitativos ou quantitativos para redução dos erros aleatórios. Enquanto a validação está direcionada a confirmar se o instrumento mede aquilo que se propõe. Segundo Hora *et al.* (2010), um método pode ter fiabilidade, porém não necessariamente possui validade.

Para realizar a validação, foram considerados quatro Armazéns Verdes localizados no Brasil. Dois dos armazéns considerados são de uma empresa do setor de cosméticos, em que foi realizada uma visita técnica. Os outros armazéns são de uma empresa do setor de alimentos e um de uma empresa do setor petroquímico. Para estes foi considerada os dados fornecidos em seus relatórios de sustentabilidade.

A validação constatou que as práticas verdes aplicadas nesses armazéns são monitoradas por 9 indicadores selecionados (33,33%), relacionados a quatro atributos: (1) Energia; (2) Consumo de materiais; (3) Consumo de Água; e (4) Geração de Efluentes.

Nota-se que os atributos Gases de Efeito Estufa e Emissão de Poluentes Atmosféricos não foram explicitamente divulgados em nenhum dos armazéns de empresas consideradas, ainda que tenham sido considerados em outras atividades de manufatura ou de logística dessas empresas.

5 | CONCLUSÃO

Devido à existência de poucas regulamentações e certificações a respeito de armazéns que apliquem práticas verdes em sua operação e à tendência das empresas em adotar uma gestão que prioriza práticas verdes apenas quando não representam um gasto econômico, foram levantados indicadores ambientais e, dentre eles, foram selecionados os principais que permitem garantir que a operação do armazém é, de fato, verde.

A seleção destes indicadores foi realizada pelo método do coeficiente alfa de Cronbach, que permite a verificação da fiabilidade e da consistência de variáveis qualitativas, a partir da avaliação destas por um grupo de especialistas desta área de estudo.

Portanto, o grupo de indicadores selecionados é uma proposta para avaliar e monitorar práticas verdes para operação de armazéns. A metodologia empregada permite, ainda, a adição de novos indicadores ao grupo principal proposto neste estudo, que pode ocorrer se necessário, devido às características regionais em que se encontram cada empresa, desde que seus pesos sejam normalizados.

Os indicadores propostos puderam ser validados para quatro dos seis atributos. Os indicadores dos atributos Emissão de GEE e Emissão de Poluentes Atmosféricos não foram explicitados para a operação em armazéns, mesmo que tenham sido considerados em outras atividades das empresas. Isso demonstra que ainda não há uma valorização da importância destes indicadores para o caso específico de armazéns.

A limitação deste estudo consiste no baixo número de especialistas que responderam ao questionário. Desta forma, deve-se considerar uma amostra maior de especialistas em trabalhos futuros. Ainda, propõe-se para trabalhos futuros a consideração dos outros aspectos da sustentabilidade, econômico e social, de maneira a se adotar práticas sustentáveis nas operações de armazéns e garantir a sua avaliação e monitoramento e, assim, garantindo a melhoria continua da sua operação.

REFERÊNCIAS

- Ahi, P., Searcy, C., Jaber, M.Y. Energy-related performance measures employed in sustainable supply chains: A bibliometric analysis. *Sustainable production and consumption*. v. 7. pp. 1 – 15. 2016.
- Ahmad, N., e Mehmmood, R. (2015) Enterprise systems: Are we ready for future sustainable cities. *Supply Chain Management*, 20(3), 264–283. doi:10.1108/SCM-11-2014-0370
- Avelar-Sosa, L., García-Alcaraz, J. L., Vergara-Villegas, O. O., Maldonado-Macías, A. A., e Alor-Hernández, G. (2014) Impact of traditional and international logistic policies in supply chain performance. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 76(5–8), 913–925. doi:10.1007/s00170-014-6308-3
- Azevedo Filho, M. A. N. de, Pinheiro, A. M. G. S., Sorratini, J. A., Macêdo, M. H., e Rodrigues da Silva, A. N. (2011) Disponibilidade E Qualidade Dos Dados Para Avaliação Das Condições De Mobilidade Urbana Sustentável., (2008), 1910–1921.
- Banomyong, R., e Supatn, N. (2011) Selecting logistics providers in Thailand: A shippers' perspective. *European Journal of Marketing*, 45(3), 419–437. doi:10.1108/03090561111107258
- Bueno, C., e Rossignolo, J. A. (2003) Desempenho Ambiental De Edificações: Cenário Atual E Perspectivas Dos Sistemas De Certificação. *Minerva*, 7(1), 45–52.
- Chen, L., Tang, O., e Feldmann, A. (2015) Applying GRI reports for the investigation of environmental management practices and company performance in Sweden, China and India. *Journal of Cleaner Production*, 98, 36–46. doi:10.1016/j.jclepro.2014.02.001
- Chen, X., Wang, X., Kumar, V., e Kumar, N. (2016) Low carbon warehouse management under cap-and-trade policy. *Journal of Cleaner Production*, 139, 894–904. doi:10.1016/j.jclepro.2016.08.089
- Costa, M.S. Um índice de mobilidade urbana sustentável. Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2008.
- Dalkmann, H. (2012) Case study of a transport MRV NAMA: TDM Measures in Jakarta, Indonesia Applicability of Post 2012 Climate Instruments to the Transport Sector (CITS) Project., 77.
- Egilmez, G., Kucukvar, M., Tatari, O., e Bhutta, M. K. S. (2014) Supply chain sustainability assessment of the U.S. food manufacturing sectors: A life cycle-based frontier approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 82, 8–20. doi:10.1016/j.resconrec.2013.10.008

Ene, S., Küçükoğlu, İ., Aksoy, A., e Öztürk, N. (2016) A genetic algorithm for minimizing energy consumption in warehouses. *Energy*, 114, 973–980. doi:10.1016/j.energy.2016.08.045

Feitó-Cespón, M., Sarache, W., Piedra-Jimenez, F., e Cespón-Castro, R. (2017) Redesign of a sustainable reverse supply chain under uncertaintyA case study. *Journal of Cleaner Production*, 151, 206–217. doi:10.1016/j.jclepro.2017.03.057

Fichtinger, J., Ries, J. M., Grosse, E. H., e Baker, P. (2015) Assessing the environmental impact of integrated inventory and warehouse management. *International Journal of Production Economics*, 170, 717–729. doi:10.1016/j.ijpe.2015.06.025

Fikiin, K., Stankov, B., Evans, J., Maidment, G., Foster, A., Brown, T., Radcliffe, J., Youbi-Idrissi, M., Alford, A., Varga, L., Alvarez, G., Ivanov, I. E., Bond, C., Colombo, I., Garcia-Naveda, G., Ivanov, I., Hattori, K., Umeki, D., Bojkov, T., e Kaloyanov, N. (2017) Refrigerated warehouses as intelligent hubs to integrate renewable energy in industrial food refrigeration and to enhance power grid sustainability. *Trends in Food Science and Technology*, 60, 96–103. doi:10.1016/j.tifs.2016.11.011

García-Alcaraz, J. L., Prieto-Luevano, D. J., Maldonado-Macías, A. A., Blanco-Fernández, J., Jiménez-Macías, E., e Moreno-Jiménez, J. M. (2015) Structural equation modeling to identify the human resource value in the JIT implementation: case maquiladora sector. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 77(5–8), 1483–1497. doi:10.1007/s00170-014-6561-5

Ge, B., Jiang, D., Gao, Y., e Tsai, S. B. (2016) The influence of legitimacy on a proactive green orientation and green performance: A study based on transitional economy scenarios in China. *Sustainability (Switzerland)*, 8(12), 1–20. doi:10.3390/su8121344

Gimenez, C., e Sierra, V. (2013) Sustainable Supply Chains: Governance Mechanisms to Greening Suppliers. *Journal of Business Ethics*, 116(1), 189–203. doi:10.1007/s10551-012-1458-4

Greschner Farkavcova, V., Rieckhof, R., e Guenther, E. (2016) Expanding knowledge on environmental impacts of transport processes for more sustainable supply chain decisions: A case study using life cycle assessment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. doi:10.1016/j.trd.2017.04.025

Gudmundsson, H. (2000). Indicators and performance measure for transportation, environment and sustainable in North America. Relatório do German Marshall Fund Fellowship.

Haghshenas, H., Vaziri, M., Gholamialam, A. Evaluation of sustainable policy in urban transportation using system dynamics and world cities data: A case study in Isfahan. *Cities*. v. 45. pp. 104–115, 2015.

Hora, H. R. M.; Monteiro, G. T. R.; Arica, J. (2010). Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach. *Produto & Produção*, v.11, n.2, p.85-103.

Hong, J., Zhang, Y., e Ding, M. (2018) Sustainable supply chain management practices, supply chain dynamic capabilities, and enterprise performance. *Journal of Cleaner Production*, 172, 3508–3519. doi:10.1016/j.jclepro.2017.06.093

Jabbour, A. B. L. D. S., Frascareli, F. C. D. O., e Jabbour, C. J. C. (2015) Green supply chain management and firms' performance: Understanding potential relationships and the role of green sourcing and some other green practices. *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 366–374. doi:10.1016/j.resconrec.2015.07.017

- Leite, V. F. (2011) Certificação Ambiental Na Construção Civil – Sistemas Leed E Aqua., 50.
- Liu, H., Wei, S., Ke, W., Wei, K. K., e Hua, Z. (2016) The configuration between supply chain integration and information technology competency: A resource orchestration perspective. *Journal of Operations Management*, 44, 13–29. doi:10.1016/j.jom.2016.03.009
- Longoni, A., e Cagliano, R. (2016) Human resource and customer benefits through sustainable operations. *International Journal of Operations and Production Management*, 36(12), 1719–1740. doi:10.1108/IJOPM-11-2014-0564
- Lord, F.M. and Novick, M.R. (1968) Statistical Theories of Mental Test Scores. Addison-Wesley, Menlo Park. Maclare, V. W. (1996). Urban Sustainability Reporting. *Journal of the American Planning Association*, 62, 2, 184-202.
- Marshall, D., McCarthy, L., McGrath, P., e Claudy, M. (2015) Going above and beyond: How sustainability culture and entrepreneurial orientation drive social sustainability supply chain practice adoption. *Supply Chain Management*, 20(4), 434–454. doi:10.1108/SCM-08-2014-0267
- Mckinnon, A., Cullinane, S., Browne, M., e Whiteing, A. (2010) *Green Logistics, Improving the environmental sustainability of Logistics*.
- Oliveira, C.M.; D'Agosto, M. de A. (2017). Guia de Referências em Sustentabilidade: Boas Práticas para o Transporte de Carga. 1^a Edição, Instituto Brasileiro de Transporte Sustentável (IBTS), Rio de Janeiro, 2017.
- Oliveira, C. M. de, e D'Agosto, M. de A. (2017) *Logística - Guia de Referência de Sustentabilidade*. (Vol. 2).
- Oliveira,C.M. Procedimentos para identificação, análise e recomendação de boas práticas para o transporte de cargas. Tese de D.Sc., Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2016.
- Ortas, E., M. Moneva, J., e Álvarez, I. (2014) Sustainable supply chain and company performance. *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(3), 332–350. doi:10.1108/SCM-12-2013-0444
- Paulraj, A. (2009) Environmental Motivations: a Classification Scheme and its Impact on Environmental Strategies and Practices. *Business Strategy and the Environment*, 18(7), 453–468. doi:10.1002/bse.612
- Paulraj, A. (2011) Understanding the Relationships Between Internal Resources and Capabilities , Sustainable Supply Management and Organizational Sustainability Å., (January), 19–37.
- Reisi, M., Aye, L., Rajabifard, A., e Ngo, T. (2014) Transport sustainability index: Melbourne case study. *Ecological Indicators*, 43, 288–296. doi:10.1016/j.ecolind.2014.03.004
- Rogers, W. M.; Schimiti, M.; Mullins, M. E. (2002). Correction for unreliability of multifactor measures: comparison of Alpha and parallel forms approaches. *Organizational Research Methods*. v. 5, p. 184-199.
- Rüdiger, D., Schön, A., e Dobers, K. (2016) Managing Greenhouse Gas Emissions from Warehousing and Transshipment with Environmental Performance Indicators. *Transportation Research Procedia*, 14, 886– 895. doi:10.1016/j.trpro.2016.05.083

Santos, S., Bortolon, K. M., Maria, D., Chirolí, D. G., e Oiko, O. T. (2015) Logística verde: conceituação e direcionamentos para aplicação Green Logistics: conceptualization and directions for practice. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET*, 19, 314–331.

Schoenherr, T.; Talluri, S. (2013). Environmental Sustainability Initiatives: A Comparative Analysis of Plant Efficiencies in Europe and the U.S. *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 60, No. 2, pp. 353-365.

Schoenherr, T. (2012) The role of environmental management in sustainable business development: A multi- country investigation. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 116–128. doi:10.1016/j.ijpe.2011.04.009

Silva, A. N. R. da, Azevedo Filho, M. A. N. de, Macêdo, M. H., Sorratini, J. A., da Silva, A. F., Lima, J. P., e Pinheiro, A. M. G. S. (2015) A comparative evaluation of mobility conditions in selected cities of the five Brazilian regions. *Transport Policy*, 37, 147–156. doi:10.1016/j.tranpol.2014.10.017

Sijtsma, K. (2009). On the use, the misuse, and the very limited usefulness of Cronbach's Alpha. *Psychometrika*, v.74, n.1, p.107-120.

Silva, A. N. R. da, e Miranda, H. de F. (2012) Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba, Brazil. *Transport Policy*, 21, 141–151. doi:10.1016/j.tranpol.2012.03.009

Turi, A., Goncalves, G., e Mocan, M. (2014) Challenges and Competitiveness Indicators for the Sustainable Development of the Supply Chain in Food Industry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 124, 133– 141. doi:10.1016/j.sbspro.2014.02.469

Vachon, S., e Mao, Z. (2008) Linking supply chain strength to sustainable development: a country-level analysis. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1552–1560. doi:10.1016/j.jclepro.2008.04.012

Wolf, J. (2014) The Relationship Between Sustainable Supply Chain Management, Stakeholder Pressure and Corporate Sustainability Performance. *Journal of Business Ethics*, 119(3), 317–328. doi:10.1007/s10551- 012-1603-0

Wong, S. K. S. (2013) Environmental requirements, knowledge sharing and green innovation: Empirical evidence from the electronics industry in China. *Business Strategy and the Environment*, 22(5), 321–338. doi:10.1002/bse.1746

Yazan, D. M. (2016) Constructing joint production chains: An enterprise input-output approach for alternative energy use. *Resources, Conservation and Recycling*, 107, 38–52. doi:10.1016/j.resconrec.2015.11.012

Zailani, S., Jeyaraman, K., Vengadasan, G., e Premkumar, R. (2012) Sustainable supply chain management (SSCM) in Malaysia: A survey. *International Journal of Production Economics*, 140(1), 330–340. doi:10.1016/j.ijpe.2012.02.008

Zhang, Q., Shah, N., Wassick, J., Helling, R., e Van Egerschot, P. (2014) Sustainable supply chain optimisation: An industrial case study. *Computers and Industrial Engineering*, 74(1), 68–83. doi:10.1016/j.cie.2014.05.002.

CAPÍTULO 4

COMPETÊNCIAS AMBIENTAIS DOS MUNICÍPIOS NO FEDERALISMO BRASILEIRO: UM ESTUDO DE CASO

Data de aceite: 27/09/2021

Viviane Kraieski de Assunção

<http://lattes.cnpq.br/3938314040854246>

Santos Pedroso Filho

<http://lattes.cnpq.br/8593606695191170>

RESUMO: A Constituição Federal de 1988 estabelece que a República Federativa do Brasil é formada pela união dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal, formando um todo indissolúvel, responsável por assegurar o exercício de princípios considerados fundamentais para a nação. Dentre os princípios estão os de natureza ambiental, que objetivam proteger o meio ambiente. Diante da necessidade de dar efetividade às políticas ambientais, interessa observar a importância dos municípios para a resolução de problemas ambientais. Neste contexto, a presente pesquisa tem como objetivo compreender as competências ambientais dos municípios no federalismo brasileiro. Para isso, realizou-se um estudo de um caso concreto como paradigma, a saber, Lei Municipal nº 1.998, do município de Laguna, Santa Catarina. Esta lei foi elaborada com o objetivo de cessar as mortes de botos pescadores na Lagoa Santo Antônio dos Anjos, que desenvolvem uma forma peculiar de pesca cooperativa com pescadores artesanais do município. A referida lei foi considerada unconstitutional pela Procuradoria Jurídica da Câmara de Vereadores do município por contrariar o Artigo 24 da Constituição que estabelece serem competentes para legislar

sobre questão ambiental a União, os Estados e o Distrito Federal. A pesquisa é motivada pela compreensão da complexidade das repartições de competências no âmbito do Direito ambiental, que gera insegurança jurídica aos gestores municipais e aos municípios. O estudo conclui que os municípios podem legislar sobre questões que constituem interesse local. Deste modo, espera-se contribuir para demonstrar o papel do município no federalismo brasileiro e a importância de ações do poder municipal na preservação do meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Competências ambientais. Municipalismo. Federalismo. Pesca Cooperativa. Interesse local.

ENVIRONMENTAL COMPETENCES OF MUNICIPALITIES IN BRAZILIAN FEDERALISM: A CASE STUDY

ABSTRACT: The Federal Constitution of Brazil, of 1988, establishes that the Federative Republic of Brazil is formed by the union of States, Municipalities and the Federal District, forming an indissoluble whole. This is responsible for ensuring the exercise of certain principles, considered fundamental for the nation. Among the principles are those of an environmental nature, which aim to protect the environment. In view of the need to make environmental policies effective, it is interesting to note the importance of municipalities for solving environmental problems. In this context, this research aims to understand the environmental competences of municipalities in Brazilian federalism. For this, a study of a concrete case as a paradigm was carried out, namely, Municipal Law nº 1.998, of

the municipality of Laguna, Santa Catarina. This law was drafted with the aim of stopping the deaths of fishing dolphins in Lagoa Santo Antônio dos Anjos, which develop a peculiar form of cooperative fishing with artisanal fishermen in the municipality. The law was considered unconstitutional by the Legal Department of the City Council for violating Article 24 of the Constitution, which establishes that the Union, the States and the Federal District are competent to legislate on environmental issues. The research is motivated by the understanding of the complexity of the division of competences within the scope of environmental law, which generates legal uncertainty for municipal managers and citizens. The study concludes that municipalities can legislate issues that are of local interest. Thus, it is hoped to contribute to demonstrate the role of the municipality in Brazilian federalism and the importance of actions by the municipal authorities in preserving the environment.

KEYWORDS: Environmental competence. Municipalism. Federalism. Cooperative fishing. Local interest.

INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988 estabelece no Artigo 1º que a República Federativa do Brasil é formada pela união dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal, formando um todo indissolúvel (BRASIL, 1988). O mesmo dispositivo diz ser o Brasil um Estado Democrático de Direito (BRASIL, 1988) que se destina a assegurar o exercício de determinados princípios considerados valores supremos que irradiam para toda a Nação (MELLO, 2013, p. 622).

Dentre estes princípios estão os de natureza ambiental que objetivam proteger o meio ambiente, exercendo o papel de defesa contra a “ingerência do Estado e demais poderes públicos, cabendo ao Estado assegurar a organização, procedimentos e processos de realização do direito ao ambiente, impondo, ainda a todos os cidadãos e à sociedade civil o dever de defender os bens e direitos ambientais” (CANOTILHO et al., 2007, p.4).

Portanto, princípios ‘são diretrizes’ para resguardar os valores fundamentais da ordem jurídica, não tendo por objetivo regular situações concretas, justamente por serem normas superiores, “mas sim, lançarem a disciplina sobre todo o mundo jurídico” (BASTOS, 1988, p.146). Segundo o mesmo autor, sem eles, a Constituição se pareceria mais com um aglomerado de normas que só teriam em comum o fato de estarem juntas do que com um todo sistêmico. “Desta forma, por mais que certas normas constitucionais demonstrem estar em aparente contradição, devem estas contradições serem minimizadas pela força catalisadora dos princípios” (BASTOS, 1988, p.146).

Para entender a função e a predominância dos princípios constitucionais no federalismo brasileiro, faz-se necessário o entendimento de que os municípios estão subordinados aos Estados, e estes à União. Entretanto, todos devem seguir os princípios escritos para toda a Nação, formando o ‘todo’ constitucional um sistema harmônico.

A Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (anterior à Constituição), que

formula a Política Nacional do Meio Ambiente, define meio ambiente como o “conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (BRASIL, 1981). O conceito foi recepcionado pela Constituição Federal, quando no art. 5º, inciso LXXXIII, atribuiu a todos (a coletividade) o dever de defender o meio ambiente, visando a defesa da vida (BRASIL, 1988). Portanto, defender o meio ambiente é defender a vida.

A federação brasileira tem características a influenciar a sua estrutura como a subordinação entre a União e os demais Entes Federados, com reflexo direto na repartição de competências ambientais (BASTOS, 1988).

A divisão do país em Estados-membros surgiu após a Proclamação da República, em 1889, dada a extensão territorial e as complexidades regionais. Então foram entregues aos Estados alguns poderes, concentrando toda a administração na Capital da República. No entanto, o Brasil não chegou a ser uma verdadeira federação, no sentido literal da palavra, pois os Estados que compõem a República nunca foram verdadeiramente autônomos, diferenciando-os, em muito, da Federação Norte Americana. Esta, instituída pela Constituição de 1787 que deu origem aos Estados Unidos da América, implementou o federalismo por meio acordo das 13 Colônias (Estados independentes), onde cada Colônia/Estado conservou poderes, “abrindo mão” de outros em benefício do Estado Federativo (BASTOS, 1990, p.145).

Importante frisar que, no Brasil, os Municípios já existiam mesmo na época do Império. A importância dos Municípios era tamanha na República Federativa do Brasil que autores, como Bastos defendem deveria ter como regra principal: “Nada será exercido por um poder mais amplo quando puder ser exercido pelo poder local, afinal os cidadãos moram nos Municípios e não na União” (BASTOS, 1990, p.146).

Os Municípios eram “importantes *locus* de poder” (BASTOS 1990, p. 146). Por isso há de se destacar a providência do Poder Constituinte de 1988, em incluir o Município como Ente integrante da República (BASTOS, 1990, p. 146). Essa demora pode ser a razão do modo como que sempre foram e são tratados os Municípios, levando Mello (2013, p. 622) a concluir: “Os Municípios na Constituição constituem-se numa realidade “fictícia” e não real, e isto tem raízes históricas”. Embora os municípios tenham ganhado autonomia e o poder de autodeterminação, e serem regidos por Lei Orgânica, Artigo 29 da Constituição, na prática, isto ainda não ocorre (MELLO, 2013, p.622), o que pode ser evidenciado na repartição de competências ambientais.

Sentindo a necessidade de dar efetividade às políticas ambientais, interessa observar a importância da municipalização dos serviços para a resolução de questões ambientais. Diante desta problemática, o presente artigo apresenta um estudo de caso que tem como objetivo verificar a competência ambiental municipal no Federalismo brasileiro, com a distribuição de competências entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios. Para isso, discute um caso concreto aqui tomado como caso paradigma.

O caso paradigma situa-se no Complexo Lagunar Sul Catarinense, que integra a Bacia do rio Tubarão, na cidade de Laguna, Santa Catarina, sul do Brasil. No interior da cidade, encontram-se piscosas lagoas, em especial a de Santo Antônio dos Anjos, onde fica o delta do rio Tubarão, cuja bacia lhe empresta o nome. A bacia drena as águas de 22 (vinte e dois) municípios, na direção ao Atlântico.

Na citada lagoa, há quase dois séculos, tem-se registro da existência de uma população altamente residente, de crescimento lento, cuidado parental, prole reduzida e longo período de maturidade sexual de um mamífero da espécie *Tursiops truncatus* (*golfinhos nariz-de-garrafa*) conhecidos como botos pescadores ou golfinhos com cerca de 50 a 60 animais, dos quais 50% (cinquenta) por cento desenvolvem uma forma peculiar de pesca cooperativa com pescadores artesanais.

Essa pesca cooperativa rendeu à cidade o título de Capital Nacional dos Botos Pescadores, outorgado pela Lei Federal nº 13.318, de 20 de julho de 2016 (BRASIL, 2016). Embora seja compreensível a morte de animais da população pelas mais diversas causas, inclusive naturais, nos últimos anos e, de forma excepcional, no ano de 2018, os óbitos foram vistos como excessivos, gerando o desequilíbrio e a perspectiva de extinção da espécie e da cultura da pesca cooperativa, caso algo urgente não fosse feito.

Então, vários setores da sociedade se mobilizaram: pesquisadores, associações de defesa dos animais, imprensa e a população em geral. Como resposta a esta demanda pública, foi instituída a Lei Municipal nº 1.998, de 18 de junho de 2018, que estabelece uma área de exclusão de pesca de bagre com rede de emalhe na Lagoa Santo Antônio dos Anjos e parte do rio Tubarão, ou seja, nos pontos onde ocorre a pesca cooperativa, sob o entendimento de que os botos estavam morrendo afogados após o emalhamento, ao ficarem impedidos de subirem à superfície para respirar.

Neste contexto, a presente pesquisa tem como objetivo compreender as competências ambientais dos municípios no federalismo brasileiro, com o estudo de um caso concreto como paradigma, a saber, Lei Municipal nº 1.998, do município de Laguna. A mencionada lei foi considerada inconstitucional pela procuradoria jurídica da Câmara de Vereadores do município por ser contrária ao mencionado no Artigo 24 da Constituição, que estabelece serem competentes para legislar sobre questão ambiental a União, os Estados e o Distrito Federal.

A pesquisa é motivada pela compreensão da complexidade das repartições de competências no âmbito do Direito ambiental, o que gera insegurança jurídica aos gestores municipais e aos municípios. Espera-se contribuir para demonstrar o papel do município no federalismo brasileiro e a importância de ações do poder municipal na preservação do meio ambiente.

METODOLOGIA

A pesquisa teve abordagem qualitativa (MINAYO, 2003) e, com relação aos objetivos, a pesquisa teve caráter exploratório, pois tem como intenção fornecer informações sobre o tema investigado, de forma a ampliar a compreensão do mesmo (GIL, 1999).

Os procedimentos técnicos utilizados foram: a pesquisa bibliográfica e documental. Esta “[...] vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa” (GIL, 2008, p. 66). O documento analisado nesta pesquisa é a Lei Municipal nº 1.998, de 18 de junho de 2018. Sua análise foi subsidiada por uma pesquisa bibliográfica (GIL, 2008; SEVERINO, 2007), desenvolvida a partir de material teórico já publicado sobre o tema em estudo (neste caso, federalismo e competências ambientais) por outros pesquisadores e disponível para consulta. Esse material é composto de livros, artigos científicos, dissertações e teses.

DISCUSSÃO TEÓRICA

Repartição de competências em questões ambientais no federalismo brasileiro

O Art. 225 da CF, destinado ao meio ambiente, estabelece: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

Segundo Martinho et al. (2014), é possível destacar no Artigo 225 da Constituição Federal os princípios ambientais: a) do meio ambiente ecologicamente equilibrado, relacionado à qualidade de vida sadia; b) do desenvolvimento sustentável, que deve ser visto em conjunto ao desenvolvimento econômico e social; c) da prevenção do dano que deve ser evitado; d) da precaução, pois mesmo quando não for possível vislumbrar eventual dano, este deve ser sempre considerado numa tomada de posição, e) o princípio do poluidor pagador: quem polui ou degrada deve indenizar.

Comentando o mesmo artigo constitucional, Araújo (2005) enfatiza o dever de agir do gestor público.

A expressão “preservar” empregada no Art. 225 evidentemente não tem o mesmo significado que “defende” já que a lei, em especial a Constituição, não contém palavras inúteis. A palavra defender está empregada no sentido de garantir o meio ambiente, protegê-lo. É uma obrigação positiva, um agir para evitar o dano ambiental. Para o Poder Público, significa a imposição de implantar políticas e ações públicas de fiscalização e controle das atividades potencialmente lesivas ao meio ambiente. A palavra preservar, por outro lado, implica na proibição de praticar condutas lesivas ao meio ambiente. É uma vedação, uma obrigação negativa. Significa igualmente para o Poder Público, representado pelas pessoas jurídicas de direito público, e para a comunidade, representada pelas pessoas físicas e jurídicas privadas que todas as suas condutas deverão ser pautadas pela obrigação de não lesar o meio ambiente.

A fim de efetivar o direito e o cumprimento de deveres, a Constituição estabelece um sistema de repartição de competências ambientais entre a União, Estados, Distrito Federal e Municípios amplamente diverso e complexo. Competência, em termos jurídicos, significa a “capacidade legal de um funcionário ou tribunal para apreciar e julgar certos pleitos ou questões” (SILVEIRA, 1983, p.280). Esta repartição de competências entre os Entes da Federação tem provocado opiniões diversas entre juristas, evidenciando dificuldades na resolução de muitos conflitos socioambientais.

Para problematizar o papel dos municípios na repartição de poderes no federalismo brasileiro, serão destacados e discutidos os artigos 20, 23, 24 e 30 da Constituição Federal.

O Art. 20, inciso III, relaciona os bens da União, dentre eles: os lagos, os rios e quaisquer correntes de água em seu domínio (BRASIL, 1988). Já o Art. 23, inciso VI, inclui o Município na proteção do meio ambiente:

Artigo 23 - É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:

(...);

III – proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;

IV – impedir a evasão, a destruição e a descaracterização de obras de arte e de outros bens de valor histórico, artístico ou cultural;

V – proporcionar os meios e acesso à cultura, à educação e à ciência;

VI – proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

V – preservar as florestas, a fauna e a flora.

No Art. 23 da CF está o que os autores chamam de competência administrativa, ou competência de cuidado. A competência comum, segundo Marchesan (2007), é aquela que trata de competência “voltada para a execução de diretrizes, políticas e preceitos relativos à proteção do ambiente, bem como para a execução do poder de polícia, distinguindo-se da competência concorrente, quando todos os entes federados legitimados podem legislar sobre a mesma matéria” (MARCHESAN, 2007, p. 42).

As competências do Art. 23 da Constituição são dirigidas ao Poder Executivo dos Entes Federados que devem atuar fazendo uso do “poder de polícia ambiental” (LEUZINGER et al., 2013, p.72). O ‘poder de polícia’ advém do direito administrativo brasileiro, ou seja, é o poder estatal em “restringir direito individual em detrimento da coletividade, visando a preservação ambiental e a manutenção dos aspectos ecológicos necessários à existência da pessoa humana” (NOGUEIRA, 2010. 131).

por ser a concessão de um poder para a Administração Pública atuar, impedindo, controlando e sancionando os indivíduos, visando a manutenção de interesses maiores que os indivíduo, deve tal exercício ser estritamente

necessário e obedecer o princípio da legalidade, de forma que não se torne uma administração absolutista e ilimitada (NOGUEIRA, 2010, p. 131).

Assim, o poder de polícia é uma ferramenta do gestor público, que somente poderá autorizar o exercício da conduta individual após apurada análise, que irá concluir se determinada conduta poderá trazer lesão ao meio ambiente e à sociedade, cabendo decidir, de acordo com o caso concreto, a intervenção da atividade individual em prol do coletivo, desde que este poder seja delimitada por lei (NOGUEIRA, 2010, p. 131).

A competência administrativa comum pode ser exercida por pessoa jurídica diversa daquela que editou a norma. O Estado ou Município podem proteger o meio ambiente, ainda que não tenham editado a norma. Por exemplo, supõe-se a ocorrência de prejuízo ecológico em bem do município, mas esse não tomou qualquer medida. O Estado e até mesmo a União podem atuar na defesa do meio ambiente local, para proteger os bens da União descritos no Artigo 20, inclusive aplicando sanções, desde que previstas em lei, seja ela de origem municipal, estadual ou federal (VITTA, 1998).

O Art. 24 estabelece as competências ambientais legislativas (no sentido de fazer leis), excluindo os municípios:

Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:

(...)

VI – floresta, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição;

VII – proteção ao patrimônio histórico, cultural, artístico, turístico e paisagístico;

VIII - responsabilidade por dano ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, turístico e paisagístico;

IX - educação, cultura, ensino e desporto.

§ 1º No âmbito da legislação concorrente, a competência da União limitar-se-á a estabelecer normas gerais.

§ 2º A competência da União para legislar sobre normas gerais não exclui a competência suplementar dos Estados.

§ 3º Inexistindo lei federal sobre normas gerais, os Estados exercerão a competência legislativa plena, para atender a suas peculiaridades;

§ 4º A superveniência de lei federal sobre normas gerais suspende a eficácia da lei estadual, o que lhe for contrário (BRASIL, 1988).

O Art. 24 da Constituição Federal, visto isoladamente, pode estar maculando o federalismo, quando exclui o Municípios das questões ali elencadas, inclusive as de natureza ambiental. Ao deixar o Município fora do Art. 24, excluindo-o do pacto federativo, pode-se afirmar que foi afastada a participação popular nas questões atinentes ao meio ambiente, contrariando o disposto no Art. 225 da Constituição, pois só o município está em condições de exigir atitudes solidárias da comunidade e do poder público. É no

município que está o agente político mais próximo dos problemas ambientais, por isso mais sensível e com melhores condições de resolvê-los de forma mais rápida e mais eficaz. É a participação popular nas questões atinentes ao meio ambiente, como de interesse coletivo, a exigir atitudes solidárias da comunidade e do poder público (PHILIPPI JR et al., 2004). “Mais ainda, a participação da comunidade interessada é inculcada com frequência; metaforicamente falando, devendo ela sair da plateia e postar-se no palco das decisões que lhe digam respeito; para tanto, precisa ter ciência dos fatos a fim de poder posicionar-se diante deles” (MILARÉ, 2015, p. 780).

Nos termos do Art. 225, caput da Constituição é importante que o meio ambiente passe a ser entendido como um espaço comum, também dos municípios e seus municípios, constituindo-se em interesse difuso, portanto diferente dos demais. São interesses que não pertencem a nenhuma pessoa individualmente, tão pouco a um grupo de pessoas, “mas a uma série indeterminada ou de difícil determinação de sujeitos que não guardam qualquer laço de união entre si” (MOREIRA, 2004, p.37). Daí a crítica que se faz da exclusão dos Municípios do rol do Art. 24.

Os interesses difusos diferem-se, ainda, dos direitos civis, pela disponibilidade deste e pela indisponibilidade daqueles (MOREIRA, 2004), tal como vem definido na Lei Federal nº 8.078 de 1990, conhecida como Código de Defesa do Consumidor: “Art. 81. Interesses difusos, assim entendidos, para efeitos deste Código, os transindividuais, de natureza indivisível, de que sejam titulares pessoas indeterminadas e ligadas por circunstâncias de fato” (BRASIL, 1990).

Ainda, segundo a mesma autora, a indeterminação do sujeito passivo dos interesses difusos implica “na satisfação dos interesses da coletividade como um todo, da mesma forma que sua lesão se concretiza para todos” (MOREIRA, 2004, p.39). Moreira (2004, p.39) complementa: “Então o uso de tal direito não pertence a nenhum titular, pois disseminado, indistinto e equitativamente entre todos”. Da mesma forma, o meio ambiente “assume um caráter de indisponibilidade e efemeridade” (MOREIRA, 2004, p.39), exigindo uma resposta judicial imediata, e que seja eficaz, haja vista a irreparabilidade da lesão, se ocorrida ou a ocorrer. “Assim, a eficácia da reparação do dano ambiental está diretamente ligada à necessidade da redefinição dos mecanismos tradicionais para resolução dos conflitos” (MOREIRA, 2004, p.39). Deste modo, argumenta-se que todo cidadão residente em determinado município é parte legítima para defender o meio ambiente, na busca da “sadia qualidade de vida”, como preconiza o Art. 225 da Constituição (BRASIL, 1988).

No Artigo 30 da Constituição estão inseridas as competências legislativas exclusivas dos municípios, quando menciona no inciso I: “Legislar sobre assuntos de interesse local; inciso II: suplementar a legislação federal e a estadual no que couber” (BRASIL, 1988). As competências municipais exclusivas do Art. 30, I e II, estão subordinadas a duas condicionantes, sob pena de serem inconstitucionais, ou seja, o município só terá direito a legislar, quando o tema for de interesse local, ou para suplementar norma federal ou

estadual. Na perspectiva de alguns autores, interesse local é

[...] uma expressão de conteúdo indeterminado cuja compreensão é bastante subjetiva, pois todo assunto federal ou estadual é de interesse local. Então raciocinando em sentido contrário, tudo é de interesse local e, portanto, da competência municipal? São dúvidas que nascem do subjetivismo da expressão interesse local. (CANOTILHO et al., 2007, p. 211)

Por não possuir uma definição precisa, a expressão “assunto de interesse local” tem gerado insegurança jurídica. A seguir, analisa-se que a lei nº 1.998, de 18 de junho de 2018, aprovada pelo poder legislativo do município de Laguna, pode ser considerada constitucional por defender o interesse local.

O caso paradigma: lei municipal nº 1.998, de 18 de junho de 2018

No Complexo Lagunar Sul Catarinense, que integra a Bacia do rio Tubarão, mais precisamente, na Lagoa Santo Antônio dos Anjos, na cidade de Laguna, Santa Catarina, há muito se tem notícia da morte de indivíduos da espécie *Tursiops truncatus*, também conhecido por boto-nariz-de-garrafa, boto pescador, boto da tainha, golfinho, ou simplesmente boto, de uma população altamente residente, de crescimento lento, cuidado parental, prole reduzida e longo período de maturidade sexual (SIMÕES-LOPES, 1991, 1998; SIMÕES-LOPES et al., 1999; DAURA-JORGE et al., 2011).

De uma população de aproximadamente 50 a 60 animais, cerca de 25 a 30 auxiliam ou cooperam com os pescadores artesanais, na chamada pesca cooperativa, quando ambos os atores têm como objetivo a captura da tainha. Somente no canal da barra, nos molhes, junto à lagoa Santo Antônio dos Anjos, o boto pescador apresenta esse comportamento, o que torna a pesca com auxílio dos botos uma singularidade, razão pela qual a cidade detém o título de Capital Nacional dos Botos Pescadores, outorgado pela Lei Federal (Lei Fed.) nº 13.318, de 20 de julho de 2016 (BRASIL, 2016).

Embora seja compreensível a morte de animais pelas mais diversas causas, inclusive naturais, nos últimos anos, e de forma excepcional, no ano de 2018, as mortes foram vistas como excessivas, gerando o desequilíbrio e a perspectiva de extinção da espécie, caso algo urgente não fosse feito. Vários setores da sociedade se mobilizaram: pesquisadores, associações de defesa dos animais, imprensa e a população em geral, o que deu origem à iniciativa de um Projeto de Lei votado pela Câmara Municipal de Vereadores e sancionado pelo Prefeito Municipal como Lei Municipal (Lei Mun.) nº 1.998, de 18 de junho de 2018. Esta lei estabelece uma área de exclusão de pesca de bagre com rede de emalhe na Lagoa Santo Antônio dos Anjos e parte do rio Tubarão.

Art. 1º Fica proibida a pesca para captura de bagres através de redes de emalhe de qualquer modalidade, no Rio Tubarão, a partir da divisa com os Municípios de Capivari de Baixo e Tubarão até a foz do Rio Tubarão na boca dos molhes do Canal da Barra de Laguna com o Oceano Atlântico.

Art. 2º Fica proibida a pesca com redes de emalhe, de qualquer modalidade,

a partir da Entrada (sic) da Barra de Laguna, em toda a extensão do seu Canal de Navegação (sic) e a partir de então seguindo pelas águas que costeiam o lado Norte da Lagoa Santo Antônio dos Anjos até os locais denominados Arial e Arrebentão, inclusive. (LAGUNA-SC, 2018)

Tal iniciativa teve por pressuposto o entendimento de que as mortes de botos ocorreram em consequência do emalhamento acidental em rede de pesca. É importante mencionar que pesquisadores consideram que os botos são afetados também por outras ameaças, tais como o tráfico de embarcações, perda de habitat e doenças causadas por exposição a contaminantes (CERES, 2018). Além disso, Peterson et al. (2008) apontam que ações antrópicas podem constituir ameaças ao meio ambiente e são capazes de descharacterizar a cultura da pesca cooperativa, em Laguna, e citam as várias maneiras como as áreas de pesca são utilizadas: maricultura, agricultura, atividades industriais, de lazer, expansão urbana e turística.

Como agravante, pesquisadores passaram a identificar os botos pescadores do Complexo Lagunar e rio Tubarão, em razão de suas peculiaridades, como uma nova subespécie do boto *Tursiops truncatus*, o *Tursiops gephyreus*. Devido ao seu isolamento, estes indivíduos já nascem com o risco da extinção da população, caso não seja enfrentado em definitivo a questão do ecossistema.

Da justificativa do projeto da Lei Municipal, colhem-se importantes informações da singularidade e do valor da pesca cooperativa para Laguna e região. A pesca com botos, em Laguna, apresenta uma importância cultural, como atividade própria de um grupo organizado (sociedade tradicional) com regras e saberes passados de pai para filho; de importância econômica, com a comercialização dos peixes no próprio local; importância ecológica do boto, que além de controlar diversas espécies como topo da cadeia alimentar, ajuda os pescadores sinalizando e encaminhando os peixes para próximo dos mesmos, na conhecida cultura da pesca cooperativa com botos, que contribui significativamente com a visita de turistas, durante todo ano (LAGUNA, 2018).

Menciona-se que a cidade requereu e aguarda, junto ao Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), Autarquia Federal, o reconhecimento da Pesca Cooperativa com Auxílio dos Botos como Patrimônio Imaterial Nacional, nos termos do processo nº 01450.00856/2017-71 (IPHAN, 2019).

A Procuradoria da Câmara Municipal de Vereadores da Laguna emitiu parecer sobre o projeto de lei considerando-o inconstitucional, por infringir o artigo 24, I, da CF. Mesmo assim, o projeto foi aprovado por unanimidade (LAGUNA, 2018, p.1).

Alguns autores do campo jurídico contribuem com o entendimento de que a lei é inconstitucional. Para Silva (1994), a Constituição é rígida, constituindo-se na Lei Fundamental e Suprema da Nação, por isso toda autoridade só alcança fundamento na Constituição Federal. Ainda, segundo o autor, só a Constituição Federal confere poderes e competências governamentais. É, por assim dizer, a lei das leis, por isso nem o governo

federal, nem os governos dos Estados, nem os dos Municípios ou do Distrito Federal são soberanos, “porque todos são limitados, expressa ou implicitamente, pelas mesmas normas positivas daquela Lei Fundamental. Exercem suas atribuições nos termos nela estabelecidos” (SILVA, 1994, p. 261). Silva (1994) diz que todas as normas que integram o sistema jurídico nacional “só serão válidas se conformarem com as normas da Constituição Federal”.

Há aqueles que não veem qualquer restrição no Texto Constitucional, entendendo ter o município competência para legislar sobre meio ambiente, mesmo não integrando o rol do art. 24 da CF, fundamentando o entendimento no Art. 23, VI, que estabelece que o Município deve proteger o meio ambiente, e no Art. 30, I e II, CF, que dá competência ao município para legislar em matéria de interesse local e, para suplementar as normas estaduais e federais. (BRASIL, 1988)

Dentre os que assim pensam, Milaré afirma que “se a Constituição conferiu-lhe poder para proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas (Art. 23, VI – competência administrativa –, é óbvio que, para cumprir tal missão, há que ter poder para legislar sobre a matéria” (MILARÉ, 2009, p. 191).

Segundo o mesmo autor, se o entendimento fosse no sentido de que a não inclusão do município no rol dos entes competentes do Art. 24 da CF estava a retirar competência para legislar sobre meio ambiente, forçosamente teríamos que admitir também que “ele não tem competência para legislar sobre urbanismo, por ser matéria de competência concorrente incluído do Art. 24. É evidente o disparate!” (MILARÉ, 2009, p. 191).

Segundo Leuzinger et al. (2013), com a edição da CF de 1988, compete à União legislar estabelecendo normas gerais, e aos Estados-membros e ao Distrito Federal normas específicas. Ainda segundo os mesmos autores:

A competência dos Estados-Membros, no que diz respeito às matérias cuja competência legislativa é concorrente, caracteriza-se como suplementar, traduzida não apenas com o poder de suprir omissões, mas também de complementar, pormenorizar o disposto nas normas gerais federais, adaptando-as às suas peculiaridades regionais. A possibilidade de legislar plenamente restringe-se aos casos em que não existe lei federal (§ 3º do artigo 24 da CF/1988). (LEUZINGER et al., 2013. p.73)

Importante observar que a expressão “Assunto de interesse local” surgiu na atual Constituição substituindo a expressão “Peculiar interesse”, levando Meirelles (1998, p. 134) a dizer que a atual expressão “ganhou em amplitude e precisão conceitual, permitindo a evolução e adaptação do regime estabelecido, em face da vastidão do território nacional e das peculiaridades de cada localidade” (MEIRELLES, 1998, p. 134).

Por tratar-se de um conceito aberto, parece que a doutrina está longe de encontrar uma definição do que seja assunto de interesse local. Neste sentido, Paulo Affonso Leme Machado ensina “que o interesse local não se caracteriza pela exclusividade do interesse, mas pela sua predominância” (MACHADO, 2009, p.392). Para Meirelles:

Interesse local não é interesse exclusivo do Município, não é interesse privativo da localidade, não é interesse único dos municípios. Se exigisse essa exclusividade, essa privatividade, essa unicidade, bem reduzido ficaria o âmbito da administração local. O interesse local é a predominância do interesse do Município sobre o Estado ou a União. (MEIRRELLES, 1998, p. 109-110)

Assim, a lei municipal estabelecendo uma zona de exclusão para a pesca do bagre no rio Tubarão é de interesse local e, sendo mais restritiva, tem prevalência quando na proteção do meio ambiente, embora o conceito de interesse local, por ser um conceito aberto, esteja longe de uma definição.

Para Leuzinger et al. (2013), na sistemática da CF, o município pode legislar sobre meio ambiente, desde que não ignore que o aspecto suplementar da norma local seja de preservação ambiental, diga respeito exclusivamente ao caráter restritivo da norma, sem deturpar a finalidade da norma federal ou estadual.

De acordo com Moraes (1999), excluídas as tradicionais competências dos municípios, as demais devem ser analisadas caso a caso, para o enquadramento no interesse local, pois podem estar envolvidos interesses de várias entidades federativa,

e neste caso a pessoa política competente para disciplinar a matéria e executar a tarefa administrativa de fiscalização, deverá indicar precisamente a atuação que lhe é pertinente, de maneira que um mesmo fato até possa ser objeto de fiscalização harmônica por todos os entes da Federação, já que em matéria ambiental essa união é de capital importância. (MORAES, 1999, p. 282)

Nesta linha de raciocínio, Martins (2009) descreve as competências comuns da União dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, inseridas no artigo 23 da CF, em “que há igualdade de condições para tratamento da matéria, cabendo à União o estabelecimento de normas gerais” (MARTINS, 2009, p. 175). Segundo a autora,

destacam-se as que cuidam da preservação do patrimônio público (art. 23, I), as relativas à saúde pública (art. 23, II), as previsões legais de proteção dos documentos, obras, monumentos, paisagens e sítios arqueológicos (art. 23, III e IV), aquelas relacionadas e necessárias ao acesso à cultura, educação e ciência, aí compreendidas as informações necessárias à preservação e proteção do meio ambiente, preservação das florestas, fauna e flora (art. 23, V, VI e VII), aquelas leis sobre os programas de construção de moradias com melhoria de condições de saneamento básico, com o combate às causas de pobreza, favorecendo, assim, as melhorias de condições de colaboração individual do munícipe cidadão para a preservação do ambiente saudável (art. 23, IX e X) e, por fim as destinadas ao acompanhamento e fiscalização das condições de direito de pesquisa e exploração dos recursos hídricos e minerais (art. 23, IX). (MARTINS, 2009, p. 175)

A autora menciona, ainda, as competências comuns do artigo 225 da CF [...] notadamente “à qualidade de vida e o meio ambiente, a promoção da educação ambiental e a proteção da fauna, da flora para a preservação da sua função ecológica” (MARTINS,

2009, p.176).

Ainda, segundo Martins (2009), os Municípios são competentes para as matérias elencadas no art. 24 da CF, incisos: “I, VI, VII, VIII, IX e XII, pois os aspectos urbanísticos, tributários, ambientais, educacionais, culturais, econômicos, sociais e sanitários são de notório interesse local” (MARTINS, 2009, p. 176), desde que observadas as condições do art. 30 da CF, isto é, a matéria há de ser de interesse local (30, I) e, a norma deve ser de caráter complementar (Art. 30, II), isto é, tratar de peculiaridade dos municípios, sem contrariar a norma geral da União ou complementar dos Estados (MARTINS, 2009).

Cretella Júnior contribui para a compreensão do papel do Município ao trazer um exemplo:

O Município está situado dentro do Estado, o qual por sua vez está situado dentro do país, que é a união indissolúvel dos Estados-Membros e não há antinomia entre interesses locais e interesses gerais. O traço que torna diferente o interesse local do interesse geral é a predominância, jamais a exclusividade. Assim o hospital, que certo município crie e ponha em funcionamento, é interesse peculiar do Município, mas não é exclusivo, não privativo, porque a saúde interessa não ao Estado-Membro, como a todo país. Se ocorre acidente em uma estrada federal ou estadual local, o atendimento de uma vítima é feito pelo hospital do Município mais próximo. O peculiar interesse ou assunto de interesse local, de modo, é aquele que se refere, primariamente e diretamente, sem dúvida, ao agrupamento humano local, mas que também atende a interesse de todo o Estado e de todo o país. (CRETELLA JÚNIOR, 1990, p. 1889).

Então, segundo Castro (1999), quando ocorre um conflito de ordem socioambiental, de caráter local, Art. 30, I, da CF, surge a competência legislativa municipal para suplementar a legislação federal e estadual, “no que couber”, nos termos do Art. 30, II, da Carta Constitucional (BRASIL, 1988). No entendimento de Santana (1998, p. 134), a expressão “no que couber” não deve ser associada apenas ao preenchimento de lacunas, mas sim ao sentido de pertinência, de cabimento, de algo que se justifica ante a realidade do Município. Ainda, segundo o autor:

De modo que, a nosso ver, não propriamente nos casos de vazios normativos, mas principalmente nas hipóteses em que a normatividade existente não se mostre hábil à concreção dos anseios que se encontram consubstanciados nas particularidades locais, pensamos que possa se dar a suplementação legislativa pelos Municípios (SANTANA, 1998, p. 138)

O entendimento majoritário é no sentido de que a lei municipal, restringindo uma atividade econômica individual em prol de um direito coletivo, é mais restrita que as normas federais, e tem fundamento nos dispositivos constitucionais que assim autorizam, como no caso do Art. 225, *caput*: é dever de todos proteger o meio ambiente, pois defender o meio ambiente é defender a vida, direito que se sobrepõe a qualquer outro; no Art. 23, VI e VII, proteção do meio ambiente; proteção da fauna e flora, respectivamente, bem como no Art. 30, I e II, interesse local e competência complementar, respectivamente (BRASIL, 1988)

Parece não haver dúvida que este entendimento é o que melhor se coaduna ao caso concreto, em que a União ditou normas gerais, princípios e lógicas, para a pesca em lagos e rios, através da Portaria SUDEPE n. 681, de 22 de dezembro de 1967 e Instrução Normativa 32, 26 de julho de 2004.

Por todo o visto, a norma municipal tem caráter restritivo na preservação da população do mamífero *Tursiops truncatus* e da cultura da pesca cooperativa, porquanto é no município que residem as pessoas, e, é justamente no município que surgem os conflitos de ordem socioambiental. A legislação federal e mesmo a estadual não podem prever as peculiaridades de cada comunidade, daí ser válida e constitucional a norma local, como no caso presente em que a legislação federal não trata da matéria e da inexistência de legislação estadual.

Na Lei de Introdução ao Direito Brasileiro, em seu artigo 5º diz que “na aplicação da lei, o juiz atenderá aos fins sociais a que ela se dirige e às exigências do bem comum” (BRASIL, 1942). No Artigo 8º do Código de Processo Civil: “ao aplicar o ordenamento jurídico, o juiz atenderá aos fins sociais e às exigências do bem comum, resguardando e promovendo a dignidade da pessoa humana e observando a proporcionalidade, razoabilidade, a legalidade, a publicidade e a eficiência” (BRASIL, 2015). Segundo Barroso (1996, p.2009):

A doutrina – tanto lusitana quanto brasileira – que se abebera no conhecimento jurídico produzido na Alemanha, reproduz e endossa [uma] tríplice caracterização do princípio da proporcionalidade, como é mais comumente referido pelos alemães. Assim é que dele se extraem os requisitos (a) da adequação, que exige que as medidas adotadas pelo Poder Público se mostrem aptas a atingir os objetivos pretendidos; (b) da necessidade ou exigibilidade, que impõe verificação da inexistência e meio menos gravoso para atingimento dos fins visados; e c) da proporcionalidade em sentido estrito, que é a ponderação entre o ônus imposto e o benefício trazido, para constatar se é justificável a interferência na esfera dos direitos dos cidadãos.

Com base nos argumentos expostos, sustenta-se que a Constituição deva ser interpretada no conjunto dos seus dispositivos, considerando constitucional a Lei municipal de proteção dos botos em Laguna.

CONCLUSÕES

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de discutir as competências ambientais do Município no federalismo brasileiro, tomando um caso real como paradigma. Verificada a ocorrência de questão ambiental inserida na competência administrativa do Artigo 23, inciso VI, bem como as regras de competência legislativa do Artigo 30, incisos I e II, todos da Constituição Federal, é possível reconhecer a competência municipal, partindo de uma interpretação sistemática da Constituição.

Após o estudo realizado, conclui-se que são parcas as competências ambientais

municipais, embora gozem os Municípios, de autonomia e autogestão, vistas como grandes conquistas da Constituição de 1988. As competências ambientais estão concentradas na União, nos Estados e no Distrito Federal.

Argumenta-se que o critério a ser observado para a resolução de problemas de competência entre normas ambientais “é aquele que garanta a prevalência da norma que melhor defenda o direito fundamental tutelado, por se tratar de preceito constitucional que se impõe à norma jurídica central ou regional, nos termos do art. 30, I” (LEUZINGER et al., 2013, p. 194). No mesmo sentido, Graf et al. (1998) defendem a solução deve ser dada a favor da norma que leve em consideração o brocado: “*in dubio pro natura*”, ou seja, sempre será válida a norma mais restritiva na defesa do meio ambiente, como no caso paradigma, em que *há o local predominando* sobre os interesses dos Estados e da União. Ou seja, a preservação da população de botos pescadores em Laguna interessa mais ao município e região do que à União e ao Estado, haja vista, entre outras razões, fazer parte da cultura lagunense.

Por isso, o caso paradigma pode servir de estímulo a outras situações semelhantes para possibilitar que os Municípios atuem na defesa do meio ambiente. Diante dos argumentos aqui expostos, conclui-se que o poder legislativo municipal, com referência à Lei nº 1998, agiu constitucionalmente, pois, ao buscar proteger a pesca cooperativa, visa proteger, dentre outros fatores, o meio ambiente e, por força do Art. 225, protegendo a natureza, protege-se por extensão a vida.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. E. M. **A Responsabilidade Penal do Estado por condutas lesivas ao meio ambiente.** 2005.

BARROSO, L. R. **Interpretação e aplicação da constituição:** Fundamentos de uma dogmática constitucional transformadora. São Paulo: Saraiva, 1996.

BASTOS, C. R. **Curso de Direito Constitucional.** 12 ed, refm de acordo com a Constituição de 1988. São Paulo: Saraiva, 1990.

BRASIL. **Lei nº 13.105, de 16 de março de 2015** (Novo Código de Processo Civil).

BRASIL. **Decreto-Lei nº 4.657, de 4 de setembro de 1942**, com redação dada pela Lei nº 12.776, de 30 de dezembro de 2010. (Lei de Introdução ao Direito Brasileiro)

BRASIL. **Constituição (1988).**

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus Fins e Mecanismos de Formulação e Aplicação, e dá outras providências.

BRASIL. **Lei nº 13.318, de 20 de julho de 2016.** Ementa: Confere o título de Capital Nacional dos Botos (Golfinhos) Pescadores à cidade de Laguna, no Estado de Santa Catarina.

BRASIL. **Lei nº 8.078, 11 de setembro de 1990.** (Código de defesa do consumidor) Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências.

CANOTILHO, J. J. G; LEITE, J. R. M. **Direito Constitucional Ambiental Brasileiro.** São Paulo: Saraiva, 2007

CERES. (Centro de educação Superior). Projeto Boto Pescador– Infoboto. Coordenador Pedro Volkmer de Castilho.

CRETELLA JÚNIOR, J. **Comentários à Constituição de 1988.** Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1990. v. III (art. 18 a 22).

DAURA-JORGE, F. G. et al. Lobomycosis-like disease in wild bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* of Laguna, southern Brasil: monitoring of a progressive case. **Diseases of Aquatic Organisms**, 93: 163-170, 2011.

GRAF A. C. B.; LEUZINGER, M. D. Autonomia Municipal e a repartição constitucional de competências em matéria ambiental. In: FIGUEIREDO G. Purvin de (org). **Temas de Direito Ambiental e Urbanístico.** São Paulo: Max Limonad, 1998.

GIL. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas.** São Paulo: v.35, n.2, abr. 1995.

LAGUNA. **Decreto nº 267, de 11 de março de 1993.** Ementa: Constituí as Lagoas do Município no Santuário ecológico dos botos.

LAGUNA. **Lei n. 521, de 10 de novembro de 1997.** Ementa: Os habitantes de Laguna, na qualidade de cidadãos, declaram os botos (golfinhos) da Lagoa Santo Antônio dos Anjos da Laguna, patrimônio do Município.

LAGUNA. **Lei Mun. nº 1.998, de 18 de junho de 2018.** Ementa: Dispõe sobre a proteção da população de *Tursiops truncatus* (boto pescador) residente do Município de Laguna, através da proibição de tipos de artes de pesca consideradas nocivas à espécie.

LAGUNA. Câmara Municipal de Vereadores de Laguna. **Parecer Prévio nº 063/18.** Projeto de Lei nº 033/2018.

LEUZINGER, M. D.; CUREAU, S. **Direito Ambiental.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

MARCHESAN, A. M. M.; STEIGLEDER, A. M.; CAPPELLI, S. **Direito Ambiental.** Porto Alegre: Verbo Jurídico, 2007.

MARTINHO, H. M. de G.; CONTE, C. P. Princípios constitucionais do Direito Ambiental brasileiro e bens ambientais. **Atas de Saúde Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 64-79, 2015.

MINAYO, M.C.S. (Org.). **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

MELLO, C. M. **Constituição da República Anotada e Interpretada**. 1 ed. Campo Grande: Contemplar, 2013. 2013, p.622).

MOREIRA, L. R. L. **Direito Ambiental**: legitimação e atuação do Ministério Público. Curitiba: Juruá, 2004.

NOGUEIRA, J. F. **Licenciamento Ambiental Municipal**. Um instrumento local de efetivação de direitos fundamentais Brasil 1988. Curitiba: Juruá, 2010.

PETERSON, D.; HANAZAKI, N.; SIMÕES-LOPES, P. C. Natural resource appropriation in cooperative artisanal fishing between fishermen and dolphins (*Tursiops truncatus*) in Laguna, Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 51, p. 469-475, 2008.

PHILIPPI JR, A.; ALVES, A. C. **Questões de Direito Ambiental**. São Paulo: Signus Editora, 2004.

SANTA CATARINA. **Lei nº 17.084, de 12 de janeiro de 2017**. Ementa: Institui o dia Estadual da preservação do boto pescador.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23d. Cortez: São Paulo, 2007.

SIMÕES-LOPES, P. C. Interaction of coastal population so *Tursiops truncatus* (Cetacea, Dolphin) with the mullet artisanal fisheries in Southern Brazil. **Biotemas**, v. 4, n. 2, p. 83-94, 1991.p. 83-94.

SIMÕES-LOPES, P. C.; FABIAN, M. E. Residence patterns and site fidelity in bottlenose dolphins, *Tursiopstruncatus* (Montagu) (Cetacea, Delphinidae) off Southern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, 1999.

SIMÕES-LOPES, P. C. Intraspecific agonistic behavior of *Tursiops truncatus* (Cetaceas Delphinidae) during dolphin-human cooperative fishing in southern Brazil. **Biotemas**,11(2):165-171, 1998.

VITTA, H. G. **Da Divisão de Competência das Pessoas Políticas e Meio Ambiente**. Revista de Direito Ambiental, São Paulo, nº 10, p. 93 – 101, abr. – j un. 1998.

CAPÍTULO 5

O LIVRE EXERCÍCIO DA ATIVIDADE ECONÔMICA NO CONTEXTO DE RESPEITO AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Data de aceite: 27/09/2021

Heverton Lopes Rezende

Daniel Barile da Silveira

FREE EXERCISE OF ECONOMIC ACTIVITY IN THE CONTEXT OF RESPECT FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT

ABSTRACT: The free enterprise expresses the idea of freedom, so that people should be free to choose how they intend to undertake or invest their time and financial resources. The Free Initiative is one of the foundations of the Economic Order, according the Constitution, but it is also a foundation of the Republic, under the terms of art. 1, IV of the constitutional text, which denotes the importance established by the constituent to the theme. The general objective of this work is to establish a relationship between free enterprise and the environment in the economic model currently existing in the Brazil, in order to foster a discussion on the participation of entrepreneurial activity in sustainable development. Through the deductive method, descriptive and bibliographic research, it was found that, it is the entrepreneur's duty to exercise his activity in harmony with the protection of the environment, without compromising the future of the next generations.

KEYWORDS: Free enterprise; Environment; Sustainable development.

1 | INTRODUÇÃO

Como se sabe, a Livre Iniciativa é um dos fundamentos da Ordem Econômica, conforme art. 170, caput, da Constituição, mas é também um fundamento da República, nos termos do art. 1º, IV do texto constitucional, o que denota a importância estabelecida pelo constituinte ao tema.

RESUMO: Livre iniciativa expressa a ideia de liberdade, de forma que as pessoas devem ser livres para escolher como pretendem empreender ou investir seu tempo e recursos financeiros. A Livre Iniciativa é um dos fundamentos da Ordem Econômica, conforme art. 170, caput, da Constituição, mas é também um fundamento da República, nos termos do art. 1º, IV do texto constitucional, o que denota a importância estabelecida pelo constituinte ao tema. O objetivo geral deste trabalho é estabelecer uma relação entre a livre iniciativa e o meio ambiente no modelo econômico atualmente existente no Estado brasileiro, de forma a fomentar uma discussão sobre a participação da atividade empresária no desenvolvimento sustentável. Através do método dedutivo, pesquisa descritiva e bibliográfica, foi constatado que, considerando o alto custo da degradação ambiental, é dever do empreendedor exercer sua atividade de forma harmonizada com a proteção ao meio ambiente, não comprometendo o futuro das próximas gerações.

PALAVRAS-CHAVE: Livre iniciativa; Meio Ambiente; Desenvolvimento Sustentável.

Em que pese sua nomenclatura, num primeiro momento, apresentar uma ideia de liberdade irrestrita, na verdade esse preceito está vinculado ao princípio da legalidade, ou seja, há limites impostos pela lei, os quais devem ser atendidos para o exercício da atividade econômica.

A livre iniciativa certamente contribui para o crescimento econômico, mas esse crescimento nem sempre proporciona um desenvolvimento sustentável, que possibilite a preservação do meio ambiente para as gerações futuras.

Para tanto, o presente artigo está dividido em dois capítulos, onde, através do método dedutivo, pesquisa descritiva e bibliográfica, pretende-se responder ao seguinte questionamento: considerando que a Ordem Econômica na Constituição de 1988 consagra o princípio da livre iniciativa, bem como observa o princípio da Defesa do Meio Ambiente, é possível considerar que há uma relação entre ambos, todavia, é possível conceber que a defesa do meio ambiente pode limitar a livre iniciativa?

O objetivo geral é estabelecer uma relação entre a livre iniciativa e o meio ambiente no modelo econômico atualmente existente no Estado brasileiro, de forma a fomentar uma discussão sobre a participação da atividade empresária no desenvolvimento sustentável.

Como objetivos específicos, propõe-se: a) apresentar aspectos gerais sobre a livre iniciativa e o desenvolvimento sustentável; b) esclarecer sobre a necessidade da atividade empresarial ser exercida em respeito ao meio ambiente e a função solidária da empresa.

Justifica-se a presente pesquisa, em primeiro lugar: porque temas relacionados ao meio ambiente estão cada vez mais relevantes na atualidade, devido ao caráter de finitude dos recursos naturais, bem como a necessidade de sua preservação para as gerações futuras; e em segundo lugar: porque entendemos ser importante uma análise teórica da relação entre os citados princípios dentro da Ordem Econômica, contribuindo, portanto, com uma abordagem jurídica sobre o tema.

2 | A LIVRE INICIATIVA COMO FUNDAMENTO DA ORDEM ECONÔMICA

O Princípio da livre iniciativa expressa a ideia de liberdade, no exato sentido da palavra, de forma que as pessoas devem ser livres para bem escolher como pretendem empreender ou investir seu tempo e recursos, principalmente no campo econômico. Conforme entendimento do Supremo Tribunal Federal no julgamento do Recurso Extraordinário com agravo nº 1.104 (BRASIL, 2018)), trata-se de uma cláusula geral inserida no caput do art. 170 da Constituição, na qual o conteúdo é preenchido pelos incisos do mesmo artigo.

Interessante destacar que devido a sua importância no ordenamento jurídico, são consideradas direitos de primeira dimensão as liberdades de ordem econômica, como a liberdade de iniciativa, a liberdade de atividade econômica, a liberdade de eleição da profissão, a livre disposição sobre a propriedade etc, assim como aqueles surgidos com o Estado Liberal do século XVIII, o que denota a importância do Princípio, alcançado a categoria

das liberdades individuais e políticos (TAVARES, 2012, p. 502).

Veja-se o que afirma a doutrina sobre a norma extraída do art. 1º, IV, da Constituição:

Valores sociais do trabalho e da livre iniciativa: nesse dispositivo, a Constituição de 1988 mostra o quanto é compromissória (nas palavras de Canotilho), ou suave (nas palavras de Zagrebelsky). No mesmo dispositivo manteve a ponderação entre os valores sociais do trabalho (e a necessidade da tutela constitucional dos direitos do empregado), bem como mostrou a importância da livre iniciativa, da iniciativa privada, do capitalismo. Essa mesma dicotomia é apresentada no art. 170 da Constituição Federal: “A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da Justiça social...” (NUNES JÚNIOR, 2019, p. 540-541)

De forma correlata assevera Eros Roberto Grau:

A livre iniciativa não é tomada, enquanto fundamento da República Federativa do Brasil, como expressão individualista, mas sim no quanto expressa de socialmente valioso. Já o art. 170, caput, afirma-se dever estar a ordem econômica fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa. (GRAU, 2010, p. 200)

Destarte, conforme pode ser observado nas citações, a Livre Iniciativa é um dos fundamentos da Ordem Econômica, conforme previsto no art. 170, caput, da Constituição; mas também é um fundamento da República, conforme previsão no art. 1º, IV do texto constitucional.

Observe-se que este último dispositivo trata de tema relacionado a liberdade de profissão (valores sociais do trabalho) e livre iniciativa; mas um não se confunde com o outro, embora existam pontos de contato. Isso porque a liberdade de profissão é um direito fundamental complexo que abarca as dimensões objetivas e subjetivas (SARLET; MARINONI; MITIDIERO, 2017, p. 681) as quais não serão tratadas neste artigo.

A inserção da expressão “livre iniciativa” no caput do art. 170 pode conduzir a uma conclusão restrita no sentido de que toda livre iniciativa se consubstancia na liberdade econômica ou iniciativa econômica, quando na verdade é termo de conceito extremamente amplo, do qual deve expressar um desdobramento da própria liberdade (GRAU, 2010, p. 201). O que esse preceito pretende introduzir no plano constitucional é a sujeição ao princípio da legalidade em termos absolutos (GRAU, 2010, p. 207).

Importante salientar que a análise da livre iniciativa encontra complementação na análise do Princípio da Livre Concorrência, descrito no art. 170, IV da Constituição (GRAU, 2010, p. 201), razão pela qual tecemos algumas considerações sobre esse.

A livre concorrência, inserida no art. 170, IV, da Constituição pressupõe a competição entre as empresas sem a interferência do Estado (ZANLUCHI; BASSOLI, 2006, p. 129). Em que pese os pontos de semelhança com a Livre Iniciativa, não se confundem: àquela, pressupõe essa (BENSOUSSAN; GOUVÉA, 2015, p. 134).

Destarte, livre iniciativa, não se resume a um direito individual e absoluto

(BENSOUSSAN; GOUVÊA, 2015, p. 132), ou seja, não pode ser encarada de uma forma plena.

Veja-se o que afirma Zanoluchi e Bassoli (2006, p. 128):

No Brasil, o livre exercício de uma atividade econômica não deve ser encarado de uma forma plena, pois há autorização constitucional para impor limitações à livre iniciativa, sempre por meio de norma jurídica introduzida por lei. As limitações são intervenções do Estado, para impor aos sujeitos das relações econômicas respeito a outros valores e princípios que integram a ordem jurídico-econômica nacional, entre eles, o de evitar o abuso do poder econômico.

A Constituição prevê ainda que o Estado pode explorar a atividade econômica por meio da descentralização administrativa (DUTRA, 2017, p. 285-286), mas isso só é possível quando necessária aos imperativos da segurança nacional ou a relevante interesse coletivo; ressalvada ainda a previsão no art. 177 que estabelece o monopólio da união para determinadas atividades.

O texto constitucional prevê também a intervenção do Estado no domínio econômico como agente normativo e regulador da atividade econômica, conforme art. 174. Note-se que o referido dispositivo indica que entre as funções do Estado estão a fiscalização, incentivo e planejamento, determinantes para o setor público e indicativo para o setor privado.

Nesse sentido, veja-se o que afirma Moraes (2017, p. 600):

Apesar de o texto constitucional de 1988 ter consagrado uma economia descentralizada, de mercado, autorizou o Estado a intervir no domínio econômico como agente normativo e regulador, com a finalidade de exercer as funções de fiscalização, incentivo e planejamento indicativo ao setor privado, sempre com fiel observância aos princípios constitucionais da ordem econômica

Veja-se a seguinte ementa:

A intervenção estatal na economia, mediante regulamentação e regulação de setores econômicos, faz-se com respeito aos princípios e fundamentos da ordem econômica. CF, art. 170. O princípio da livre iniciativa é fundamento da República e da ordem econômica: CF, art. 1º, IV; art. 170. Fixação de preços em valores abaixo da realidade e em desconformidade com a legislação aplicável ao setor: empecilho ao livre exercício da atividade econômica, com desrespeito ao princípio da livre iniciativa. (...) (BRASIL, 2005)

Essa intervenção decore do fato de que num mercado livre, no contexto do modelo liberal de Estado, podem ocorrer episódios de abusos do poder econômico (ZANLUCHI; BASSOLI, 2006, p. 130); embora o texto constitucional não coíba o exercício legal do poder econômico, seu uso desmensurado e antissocial poderá ensejar a intervenção para coibir excesso. (BULOS, 2014, p. 1518).

Por exemplo citamos a hipótese de concentração de renda em grupos empresariais que pretendam violar a livre concorrência por meio de ações e estratégias que prejudiquem o mercado e a derrocada de pequenas e médias empresas, ou até mesmo a formação de

cartéis para aumento de preços; a intervenção nesses casos serve para tornar a economia mais eficiente.

Salienta-se que em razão da autonomia do indivíduo assegurada pelo Princípio da Livre Iniciativa, a intervenção do Estado na economia somente será legítima nas hipóteses descritas no texto constitucional, pois somente haverá livre iniciativa se a propriedade privada for garantida e não houver maiores obstáculos na sua circulação (SILVA, 2017, p.57).

Para Liberalino e Leite (2017, p. 229), se a intervenção do Poder Público, ainda que objetivando proteção a direito fundamental não é fundamentada constitucionalmente, ferida está a prerrogativa “público-subjetiva”, de modo que se impõe a cessação da violação estatal.

Com efeito, veja-se o que dispõe o art. 1º da Lei nº 12.529/2011:

Esta Lei estrutura o Sistema Brasileiro de Defesa da Concorrência - SBDC e dispõe sobre a prevenção e a repressão às infrações contra a ordem econômica, orientada pelos ditames constitucionais de liberdade de iniciativa, livre concorrência, função social da propriedade, defesa dos consumidores e repressão ao abuso do poder econômico (BRASIL, 2011).

A título de exemplo apresentamos essa lei que cria o SBDC. Trata de um dos instrumentos de intervenção a disposição do Poder Público, o qual é formado pelo Conselho Administrativo de Defesa Econômica (CADE) e pela Secretaria de Acompanhamento Econômico do Ministério da Fazenda, com atuação em todo o território nacional.

Lado outro, ressalta-se que o texto constitucional denota adesão ao regime capitalista, em oposição ao modelo de economia planificada e de apropriação coletiva dos meios de produção; entretanto, esse capitalismo não seria o do liberalismo ou do Estado absenteísta, mas ocupa uma fórmula intermediária, que fomenta o empreendedorismo, não se abstendo da responsabilidade de disciplinar e limitar a iniciativa privada (SOUZA NETO; SARMENTO, 2012, p. 141-142).

Veja-se o que afirma Eros Roberto Grau:

a ordem econômica na Constituição de 1988 define opção por um sistema, o sistema capitalista; — há um modelo econômico definido na ordem econômica na Constituição de 1988, modelo aberto, porém, desenhado na afirmação de pontos de proteção contra modificações extremas, que descrevo como modelo de bem-estar; — a ordem econômica na Constituição de 1988, sendo objeto de interpretação dinâmica, poderá ser adequada às mudanças da realidade social, prestando-se, ademais, a instrumentá-las. (GRAU, 2010, p.353).

Em sentido semelhante afirma Dutra (2017, p. 284) no sentido de que o modelo de Estado Capitalista adotado pela Constituição de 1988 está fundado na economia de mercado, todavia as instituições são dotadas de ferramentas para intervir no domínio econômico, a fim de assegurar a todos uma existência digna. Identifica-se, portanto, alguns traços de um Estado Liberal imerso num modelo de Estado Social Democrático.

Para Moraes (2017, p. 589-599), o art. 170 da Constituição aponta para um modelo denominado de capitalista de produção, o qual também é conhecido como economia de mercado, ou seja, com fulcro na livre iniciativa. Entretanto, para o autor, considerando a ampla possibilidade de intervenção na economia, percebe-se que o texto constitucional consagra uma economia descentralizada, de mercado, com forte atuação estatal de caráter normativo e regulador.

Preferimos denominar o modelo brasileiro como um Capitalismo de Estado. Trata-se de uma mescla entre o Estado Liberal e outro Socializante. No capitalismo de Estado há liberdades dentro dos limites criados pelo próprio estado, de forma que é possível verificar pontos de estrangulamento a atividade empreendedora nesses limites criados.

Para essa definição, é possível apontar as seguintes características permitidas pelo texto constitucional: a) Estado explora atividade econômica, ainda que em caráter excepcional (art. 173); b) Estado prestando serviços públicos (art. 175); c) Estado como agente normativo e regulador da atividade econômica, exercendo funções de fiscalização, incentivo e planejamento (art. 174); d) Intervenção estatal por monopólio de determinadas atividades (arts. 176 e 177); e) Justiça Social (art. 170, caput).

Posições antagônicas à parte, o que importa para nossa análise é responder ao problema proposto nesta pesquisa, apresentando-se a relação entre a livre iniciativa e o meio ambiente no tópico a seguir:

3 I O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Para Japiassú e Guerra (2017, p. 1886), é necessária uma visão holística para compreender o significado de meio ambiente, a fim de perceber suas múltiplas relações, envolvendo aspectos ecológicos, legais, sociais, políticos, econômicos, científicos e outros.

Veja-se ainda o que afirma o autor:

Meio ambiente seguro é um direito fundamental, constitucionalmente assegurado, de titularidade transindividual, isto é, indivisível e pertencente a toda a coletividade. Trata-se de um bem que é indisponível e imprescritível e, por isso, incumbe a todos, cidadãos e Poder Público, unir esforços para a sua proteção (JAPIASSÚ; GUERRA, 2017 p. 1886).

Nesse sentido, para um efetivo desenvolvimento sustentável pressupõe-se a conservação do meio ambiente em paralelo às necessidades humanas, não comprometendo o futuro das próximas gerações.

É certo que o crescimento econômico comumente vem acompanhado de um desequilíbrio ecológico, e nesse contexto os debates sobre a importância de um desenvolvimento de forma sustentável, ou seja, mitigando-se os efeitos negativos ao meio ambiente se intensificaram nas últimas décadas, principalmente com o interesse da sociedade pelo tema.

A definição de desenvolvimento pressupõe a ideia de crescimento, progresso,

adiantamento, atrelando-se frequentemente a definição de desenvolvimento econômico (PESSOA, 2012 p. 212). Mas o verdadeiro desenvolvimento só ocorre quando há um melhoramento nas condições de vida da população e respeito às liberdades fundamentais e aos direitos humanos. Portanto numa abordagem sobre o desenvolvimento, o desenvolvimento humano deve ser considerado um fim, e o crescimento econômico é um meio para atingi-lo, de forma que cada país deve fortalecer essa ligação por meio de uma gestão sustentável (PESSOA, 2012 p. 214). Nesse contexto, todo desenvolvimento, para ser considerado sustentável, deve estar pautado em três vertentes: temática social, econômica e também a ambiental (PESSOA, 2012, p. 216).

Em sentido semelhante afirma Sarlet, Marinoni e Mitidiero (2017, p. 369):

A compreensão integrada e interdependente dos direitos sociais e da proteção do ambiente, mediante a formatação dos direitos fundamentais socioambientais, constitui um dos esteiros da noção de desenvolvimento sustentável no âmbito do Estado Socioambiental de Direito, de tal sorte que o desenvolvimento sustentável (e o correspondente princípio da sustentabilidade) tem assumido a condição de princípio constitucional de caráter geral.

É necessário considerar a existência de uma dimensão social e de uma dimensão ecológica da dignidade da pessoa humana, de forma que somente um projeto que contemple ambas as dimensões normativas seria constitucionalmente adequado. (SARLET; MARINONI; MITIDIERO, 2017, p. 369).

E a fim de fomentar a discussão da questão ambiental no plano internacional, a Organização das Nações Unidas, após o Encontro de Founex de 1971, decidiu realizar a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano; que foi realizada em 1972 na cidade de Estocolmo, Suécia. Trata-se, portanto, da primeira grande reunião que colocou a dimensão do meio ambiente na agenda internacional (SACHS, 2009, p. 49).

Assim afirma o mesmo autor sobre a Convenção:

No encontro de Founex e, mais tarde, na conferência de Estocolmo (minhas palavras a partir daqui) haviam aqueles que previam abundância (the cornucopians) e os catastrofistas (doomsayers), os primeiros achavam que as preocupações com o meio ambiente eram descabidas, e os pessimistas anunciam o apocalipse, caso o crescimento populacional e econômico não fossem imediatamente estagnado (palavras do autor a partir daqui). no encontro de Founex e, mais tarde, na Conferência de Estocolmo, ambas as posições extremas foram descartadas. Uma alternativa média emergiu entre o economismo arrogante e o fundamentalismo ecológico. O crescimento econômico ainda se fazia necessário. Mas ele deveria ser socialmente receptivo e implementado por métodos favoráveis ao meio ambiente, em vez de favorecer a incorporação predatória do capital na natureza ao PIB. (...) (SACHS, 2009, p. 53).

Nesse sentido, Romeiro (2012, p. 68) assevera que a Conferência de 1972 foi palco dessa polarização tendente a gerar impasses; isso ocorreu num momento de forte

crescimento econômico mundial, alavancado pela recuperação do pós-guerra, a ascensão de alguns emergentes como os “Tigres asiáticos” e o Brasil (período do milagre econômico).

Dez anos depois, em 1982, foi realizada a Conferência de Nairobi, onde foi decidida a criação de uma Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a qual foi chefiada por Gro Harlem Brundtland, primeira-ministra da Noruega. Os resultados do trabalho desempenhado pela Comissão foi apresentado em 1987, num documento chamado de “Nosso Futuro Comum” (ROMEIRO, 2012, p. 70).

O referido documento também passou a ser conhecido como “Relatório Brundtland”, em referência a liderança dos trabalhos. É considerado um marco em relação a uma abordagem crítica do atual modelo de desenvolvimento, o qual é pautado no consumismo.

Sobre o tema afirma Japiassú e Guerra (2017, p. 1887):

os Chefes de Estado reunidos discutiram e aprovaram diretrizes comuns para enfrentar os problemas relacionados ao uso dos recursos naturais, concernentes aos impactos causados sobre o meio ambiente originados de processos industriais e relacionados à exploração predatória da natureza.

No relatório aprovado foi apresentada importante definição sobre o que seria o Desenvolvimento Sustentável, a saber: “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades”.

Dessarte, veja-se também o que afirmam Pereira e Rezende (2018, p. 265):

O relatório Brundtland foi referência para os debates internacionais entre as questões ambientais e o desenvolvimento. A ideia do relatório é de que o crescimento econômico sem melhoria de qualidade de vida das pessoas e das sociedades não pode ser considerado desenvolvimento.

O que se extrai como premissa do documento é de que o desenvolvimento pode ser alcançado sem a degradação do meio ambiente ou, ainda, com baixo impacto ambiental.

Desde então diversas conferências sobre meio ambiente e desenvolvimento sustentável foram realizadas, onde a postura do Brasil, frequentemente reticente, ganhou novos ares com a Conferência Rio 92, onde o país adotou postura um pouco mais proativa, principalmente em temas de seu interesse.

Na Conferência de Cúpula de 1992, realizada na cidade do Rio de Janeiro, os países participantes reafirmaram a Declaração adotada em Estocolmo (1972), com perspectivas de novos níveis de cooperação entre os Estados (JAPIASSÚ; GUERRA, p. 1889).

Dentre os Princípios estabelecidos na Declaração firmada na Conferência destaca-se os seguintes: para atingir o desenvolvimento sustentável, a proteção do meio ambiente deve constituir parte integrante do processo de desenvolvimento, não podendo ser considerada de forma isolada, e os Estados devem reduzir e eliminar os sistemas de produção e consumo não-sustentados, bem como fomentar políticas demográficas apropriadas; os Estados devem promulgar leis eficazes sobre o meio ambiente, e para protegê-lo deverão aplicar amplamente o critério de precaução conforme suas capacidades; são interdependentes e

inseparáveis, a paz, o desenvolvimento e a proteção do meio ambiente.

Outra conferência importante foi a “Rio + 20”, sediada novamente no Rio de Janeiro em 2012, denominada dessa forma em razão dos 20 anos que se passaram desde a conferência de 1992.

A conferência tinha como objetivo a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, “por meio da avaliação do progresso e das lacunas na implementação das decisões adotadas pelas principais cúpulas sobre o assunto e do tratamento de temas novos e emergentes”. Nela foram relacionados dois temas principais: A economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza; e A estrutura institucional para o desenvolvimento sustentável (RIO + 20).

A reunião terminou com promessas de avanço para uma “economia verde” que objetive frear a degradação do meio ambiente e combata a pobreza, mas houve muitas críticas pela ausência de metas vinculantes e financiamento (BONILLA, 2012).

No contexto atual, em 2015, a Organização das Nações Unidas adotou formalmente uma nova agenda de Desenvolvimento Sustentável, estabelecendo 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que devem ser implementados por todos os países até 2030. Dentre os 17 objetivos destacamos a conservação e sustentabilidade ambiental, combate a mudanças no clima e seus impactos, assegurar padrões de produção e consumo sustentáveis, promover o crescimento econômico sustentável, tornar as cidades mais sustentáveis etc. (ONU, 2015); tudo isso demonstra a importância dessa temática e a preocupação da organização em relação a questão ambiental.

Esses são exemplos dos principais expedientes internacionais relacionados aos Desenvolvimento Sustentável assinados pela República Federativa do Brasil.

Outrossim, no ordenamento jurídico brasileiro, a Constituição da República de 1988 trata do meio ambiente em diversas ocasiões, seja como Princípio da Ordem Econômica, descrito no art. 170, VI, e também no art. 225, como integrante da Ordem Social descrita no Título VIII.

Esse último dispositivo (art. 225) tem grande importância para a caracterização dos direitos relacionados ao meio ambiente, pois dispõe que a todos é assegurado o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, o qual é um bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, de forma que o Poder Público e a coletividade tem o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Para Japiassú e Guerra (2017, p. 1892), do que foi estabelecido nos artigos 170 e 225 é possível inferir que o desenvolvimento só é alcançado quando os direitos de liberdade são respeitados, os direitos sociais assegurados, o crescimento econômico esteja conjugado à melhoria da qualidade de vida da população.

Nesse sentido afirma o mesmo autor:

O disposto no caput do artigo 225 da Constituição brasileira possibilita traçar a relação entre democracia, defesa do meio ambiente, solidariedade entre as

gerações, desenvolvimento sustentável, participação popular e controle pelo poder público de atividades que geram riscos de danos sérios e irreversíveis para o meio ambiente (JAPIASSÚ; GUERRA, 2017, p. 1893).

Interessante ainda destacar que a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), descrita na Lei nº 6.938/1981, embora anterior a Constituição vigente, com ela corrobora, até mesmo porque é viabilizadora do art. 225 da Constituição. A PNMA objetiva compatibilização entre a atividade econômica com um ambiente ecologicamente equilibrado, cuja qualidade possa propiciar vida saudável às presentes e futuras gerações. (PESSOA, 2012 p. 218).

Veja-se ainda o que afirma o autor:

A política nacional do meio ambiente vem ao cenário nacional como ferramenta de suma importância ao desenvolvimento sustentável. O Brasil, em vanguarda na matéria, constrói uma linha normativa preocupada com as questões ambientais, de modo a permitir a subsistência, o crescimento e a atividade empreendedora, sem descuidar da exclusão social, desigualdade, pobreza extrema, exploração predatória de recursos naturais e degradação de ambientes naturais na construção de ambientes artificiais inviáveis (PESSOA, 2012, p. 221).

Por meio da PNMA, propõe-se uma estruturação ativa, e não apenas um ideal programático que deveria ser alcançado por Políticas Públicas; a fixação de metas são importantes mecanismos para dar efetividade à lei (PESSOA, 2012, p. 221).

O Brasil possui uma legislação ambiental robusta, a qual dispõe sobre as diversas temáticas ambientais, dentre elas as normas que instituem a Política Nacional de Recursos Hídricos, Biodiversidade, Mudança do Clima, Resíduos Sólidos, Recuperação da Vegetação Nativa, dentre diversas outras.

Em que pese as notórias críticas sobre a efetividade da legislação e suas medidas punitivas, para efeito deste estudo não abordaremos esses fatores, mas tão somente indicamos a existência desse arcabouço legal tão importante para a implementação do desenvolvimento de forma sustentável e para a proteção do meio ambiente, assim entendido como um direito fundamental (embora não descrito no art. 5º da Constituição).

3.1 O Desenvolvimento Sustentável e a Livre Iniciativa

Conforme Sarlet, Marinoni e Mitidiero (2017), a Ordem Econômica no texto constitucional expressa a opção pelo Capitalismo Ambiental ou Socioambiental, que é capaz de compatibilizar a livre-iniciativa, a autonomia e a propriedade privada com a proteção ambiental e a justiça social/ambiental, tendo como norte normativo a proteção e promoção de uma vida humana digna e saudável para todos.

A relação entre a livre iniciativa e a defesa do meio ambiente é bem descrita no art. 170 da Constituição; como dito alhures, àquela é um fundamento, enquanto essa é um dos Princípios da Ordem Econômica. E o parágrafo único do mesmo artigo estabelece que é assegurado o livre exercício de atividade econômica a todos, salvo nos casos previstos

em lei. Nesse contexto, percebe-se que esse exercício da atividade empresarial deve ser compatível com práticas sustentáveis, que busquem a preservação e defesa do meio ambiente.

Nesse sentido, veja-se a seguinte jurisprudência:

A atividade econômica não pode ser exercida em desarmonia com os princípios destinados a tornar efetiva a proteção ao meio ambiente. A incolumidade do meio ambiente não pode ser comprometida por interesses empresariais nem ficar dependente de motivações de índole meramente econômica, ainda mais se se tiver presente que a atividade econômica, considerada a disciplina constitucional que a rege, está subordinada, dentre outros princípios gerais, àquele que privilegia a “defesa do meio ambiente” (CF, art. 170, VI), que traduz conceito amplo e abrangente das noções de meio ambiente natural, de meio ambiente cultural, de meio ambiente artificial (espaço urbano) e de meio ambiente laboral. Doutrina. Os instrumentos jurídicos de caráter legal e de natureza constitucional objetivam viabilizar a tutela efetiva do meio ambiente, para que não se alterem as propriedades e os atributos que lhe são inerentes, o que provocaria inaceitável comprometimento da saúde, segurança, cultura, trabalho e bem-estar da população, além de causar graves danos ecológicos ao patrimônio ambiental, considerado este em seu aspecto físico ou natural. (BRASIL, 2005 a)

Certamente atividade econômica deve estar orientada à proteção do meio ambiente (desenvolvimento sustentável). Inclusive o art. 170, VI, estabelece que, na defesa do meio ambiente, existe a possibilidade de ser oferecido pelo Poder Público tratamento diferenciado a empresas (por exemplo: incentivos mediante isenções, benefícios fiscais etc), conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços, e de seus processos de elaboração e prestação, se assim produzirem baixo impacto ambiental; ou seja, as empresas “ecologicamente corretas” (LENZA, 2018, p 1701).

Nessa perspectiva, a Defesa do Meio Ambiente acaba sendo um limite ao exercício da Livre Iniciativa, razão pela qual é elencado como um Princípio da Ordem Econômica. (BULOS, 2014, p.1518)

Ademais, é interessante salientar que a atividade empresária deve ser exercida com respeito a sua função solidária, a qual é uma atuação voluntária da empresa com a intenção de atingir o bem-estar geral, podendo ser induzida pela norma, ou ainda ser fomentada pelo Poder Público (ROCHA; SANTIAGO, 2017, p. 140). Aspectos sociais, proteção ao meio ambiente e respeito aos direitos humanos são o fim a ser atingido pela função solidária.

Por fim, a livre iniciativa, exercida de forma harmônica com a preservação ambiental, é um importante mecanismo para se atingir o desenvolvimento sustentável, o que certamente implicará na redução dos problemas socioambientais no Brasil.

Um bom exemplo de como o conceito de desenvolvimento sustentável contribui para a livre iniciativa são as propostas empreendedoras que utilizam a “economia colaborativa”, a qual tem seu fundamento numa concepção ideológica de solidariedade entre as pessoas, movimentando a economia de forma sustentável, com baixo impacto ambiental.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme demonstrado ao longo deste artigo, o Princípio da Livre Iniciativa denota o ideal de liberdade para que todos os indivíduos possam empreender e investir seu tempo na atividade econômica que julgar mais conveniente. Obviamente esse Princípio tem alguns limites, os quais foram delineados para evitar abusos do poder econômico, bem como ilegalidades.

Após analisar o texto constitucional, o operador do direito pode perceber facilmente que a opção do constituinte foi uma economia de mercado, com aspectos liberais, entretanto há algumas peculiaridades que nos impedem de afirmar que o Brasil é uma economia liberal plena.

Nesse aspecto, o ponto principal observado diz respeito a possibilidade de intervenção do Estado no domínio econômico, não apenas como regulador da atividade econômica, mas também a explorando, em que pese essa hipótese seja possível de forma excepcional, a fim de atender os “imperativos da segurança nacional ou a relevante interesse coletivo”; o que nos impõe asseverar que atualmente existe um Capitalismo de Estado no Brasil.

Outrossim, o modelo econômico baseado tão somente na produtividade e nos lucros, sem considerar a necessidade de um incremento social e ambiental (função solidária da empresa), não é sustentável.

A sociedade deve considerar que a degradação ambiental tem um custo muito elevado; e é dever do empreendedor que sua atividade econômica seja exercida de forma harmonizada com a proteção ao meio ambiente, o que realmente representa um limite àquela; essa concepção de um limite a livre iniciativa deve existir justamente para que abusos sejam coibidos, de forma que haja um comprometimento do futuro das próximas gerações.

Em face de todo o exposto, é de fundamental importância que o Poder Público continue fomentando a livre iniciativa, mas também potencialize a fiscalização do cumprimento de todos os aspectos relativos a preservação ambiental, garantindo-se assim um esforço para atingir o Desenvolvimento Sustentável; inclusive deve sempre se pautar para que as leis atuais e futuras não abrandem os meios de proteção já conquistados, mas sim continuem protegendo esse bem maior de que todos os seres humanos dependem.

REFERÊNCIAS

BENOUSSAN, Fabio Guimarães; GOUVÉA, Marcus de Freitas. **Manual de Direito Econômico**. Salvador: Juspodim, 2015.

BONILLA, Laura. Rio+20 termina sob críticas e com longa lista de promessas. Revista Veja, São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/ciencia/rio20-termina-sob-criticas-e-com-longa-lista-de-promessas/>>. Acesso em: 20 maio de 2020.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 20 maio 2020.

BRASIL, Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm>. Acesso em: 20 maio 2020.

BRASIL, Lei nº 12.529, de 30 de novembro de 2011. Estrutura o Sistema Brasileiro de Defesa da Concorrência. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12529.htm>. Acesso em: 20 maio 2020.

BRASIL, Supremo Tribunal Federal. Recurso Extraordinário nº 422.941, Relator: Min. Carlos Velloso, julgado em 5-12-2005, DJ: 24-3-2006. Disponível em: <<http://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=AC&docID=368446>>. Acesso em 20 maio 2020.

BRASIL. Supremo Tribunal Federal. Agravo Regimental no Recurso Extraordinário com agravo nº 1.104-SP. Relator Ministro Roberto Barroso, julgado em 27-4-2018, DJE: 25-5-2018. Disponível em: <<http://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=TP&docID=14880350>>. Acesso em 20 maio 2020.

BRASIL . Supremo Tribunal Federal. Medida Cautelar em Ação Direta de Inconstitucionalidade nº 3.540/DF – Distrito Federal. Relator: Ministro Celso de Mello, julgado em 1-9-2005a, DJ: 3-2-2006. <<http://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=AC&docID=387260>>. Acesso em: 24 maio 2020.

BULOS, Uacli Lammêgo. **Curso de direito constitucional I**. 8. ed. rev. e atual. de acordo com a Emenda Constitucional n. 76/2013. São Paulo: Saraiva, 2014.

DUTRA, Luciano. **Direito constitucional essencial**. 3. ed. rev., atual. e ampl. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método, 2017.

GRAU, Eros Roberto. **A ordem econômica na constituição de 1988 (Interpretação e crítica)**. 14 ed. rev. atual. São Paulo: Malheiros Editores, 2010.

JAPIASSÚ, Carlos Eduardo; GUERRA, Isabella Franco. 30 anos do relatório Brundtland: nosso futuro comum e o desenvolvimento sustentável como diretriz constitucional brasileira. **Revista de Direito da Cidade**, v. 09, n. 4. pp. 1884-1901, 2017. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/30287>>. Acesso em: 10 maio 2020.

LENZA, Pedro. **Direito constitucional esquematizado**. 22. ed. São Paulo : Saraiva Educação, 2018.

LIBERALINO, Ana Paula da Silva ; LEITE, Marcelo Lauar. Das restrições estatais ao direito fundamental à livre iniciativa. **Revista Videre**, Dourados, MS, v. 9, n.17, p. 220-234, 2017. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/videre/article/view/4847/3776>>. Acesso em: 12 maio 2020.

MORAES, Alexandre de. **Direito constitucional**. 33. ed. rev. e atual. até a EC nº 95, de 15 de dezembro de 2016. São Paulo: Atlas, 2017.

NUNES JÚNIOR, Flávio Martins Alves. **Curso de direito constitucional**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

ONU (Organização das Nações Unidas). **Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/amp/>>. Acesso em: 20 maio de 2020.

PESSOA, Rodrigo. Diálogos de Direito Ambiental Brasileiro. In: AUGUSTIN, Sérgio; CUNHA, Berlinda Pereira da (Orgs.). **A livre-iniciativa e o desenvolvimento sustentável na política nacional do meio ambiente**. Caxias do Sul: Educs, 2012, p. 199-224.

PEREIRA, Vinicios; REZENDE, Greyce Bernardes de Mello. **Mecanismos Jurídicos de Efetivação da Participação Popular rumo à cidade Sustentável no Brasil**. In: REZENDE, Greyce Bernardes de Mello et al. **Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**: abordagem das perspectivas socioambientais na contemporaneidade. Rio de Janeiro: Liberars, 2018, p. 263-292.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica.. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 65-92, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142012000100006&script=sci_abstract&tlang=pt> Acesso em: 12 maio 2020.

SOUZA NETO, Cláudio Pereira de, SARMENTO, Daniel. **Direito constitucional**: teoria, história e métodos de trabalho. Belo Horizonte: Fórum, 2012.

SARLET, Ingo Wolfgang; MARINONI, Luiz Guilherme; MITIDIERO, Daniel. **Curso de direito constitucional**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

SACHS, Ignacy: **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

SANTIAGO, Mariana Ribeiro; BEZERRO, Eduardo Buzetti Eustachio. Relações de consumo na pós-modernidade: o consumo colaborativo como instrumento de sustentabilidade. **Revista de Direito da Cidade**, v. 9, n. 2, p. 463-481, 2017. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/26970/20432>> Acesso em: 10 maio 2020

SILVA ,Diógenes Ivo Fernandes de Sousa. A livre iniciativa e a função social na Constituição Federal. **Revista Espaço Acadêmico**, v. 17, n. 197, p. 56-65, 2017. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/34375>>. Acesso em: 20 maio 2020.

ROCHA, Guilherme Aparecido da; SANTIAGO, Mariana Ribeiro. A publicidade na dinâmica da pósmodernidade e seu impacto na função social e na função solidária da empresa. **Revista do Direito**, Santa Cruz do Sul, v. 1, n. 51, p. 125-144, jan./abr. 2017. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/direito/article/view/8634>>. Acesso em: 25 de mai. 2020.

Rio + 20 (Comitê Nacional de Organização Rio+20 2011). **Sobre a Rio+20**. Disponível em: <http://www.rio20.gov.br/Clientes/rio20/rio20/sobre_a_rio_mais_20/sobre-a-rio-20.html> Acesso em: 20 maio 2020.

TAVARES, André Ramos. **Curso de direito constitucional**.10. ed. rev. e atual. São Paulo: Saraiva, 2012.

ZANLUCHI, César Maurício; BASSOLI, Marlene Kempfer. A tributação diferenciada para pequenas empresas: mecanismo para positivar valores e princípios econômico-constitucionais. **Argumentum - Revista de Direito**, Marília, n. 6, p.119-141, 2006. Disponível em: <<http://ojs.unimar.br/index.php/revistaargumentum/article/view/736/388>> Acesso em: 20 maio 2020.

CAPÍTULO 6

PERCEPÇÕES DOS RESIDENTES DA VILA DE RIBAÚÈ NA PROVÍNCIA DE NAMPULA (MOÇAMBIQUE) EM RELAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO ECONÓMICO LOCAL ATRAVÉS DO PROGRAMA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (PNDS) “UM DISTRITO, UM BANCO” (2016-2021)

Data de aceite: 27/09/2021

Viegas Wirssone Nhenge

Economista e Docente Universitário
Faculdade de Educação e Comunicação
Universidade Católica de Moçambique
Nampula – Moçambique-África

RESUMO: Com o presente artigo pretendemos avaliar percepções dos residentes da Vila de Ribáuè, Província de Nampula (Moçambique) em relação ao desenvolvimento económico local através do Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável (PNDS), concretamente o projecto denominado por *Um Distrito, Um Banco*. *Um Distrito, Um Banco* é um programa de iniciativa presidencial, criado no ano de 2016, com objectivo principal de responder os desafios de subdesenvolvimento nas zonas rurais, onde a maior parte da população dedica-se à actividade agrícola e ao comércio informal. Na sua maioria, o programa *Um Distrito, Um Banco* tem sido implantado nas Sedes distritais, como é o caso da Vila de Ribáuè que é a capital do Distrito com o mesmo nome, localizada na Província nortenha de Nampula, em Moçambique. Em termos metodológicos, para este artigo optamos pelo paradigma misto ou multimétodo que resulta da combinação das abordagens qualitativa e quantitativa. Quanto ao procedimento, trata-se da Pesquisa documental e bibliográfica. Quanto aos objectivos, a presente pesquisa é exploratória e descritiva. No que diz respeito ao método, para este estudo optamos pelo método

indutivo. Como técnica e instrumento de recolha de dados, optamos pela revisão da literatura, análise documental, inquérito por entrevista semi-estruturada e observação. Depois de realizarmos a pesquisa constatamos que há posicionamentos diferentes em torno do programa *Um Distrito, Um Banco*. Um grupo entende que o programa não é abrangente pois, o grupo privilegiado é dos funcionários públicos, aqueles que possuem uma renda mensal que serve de colateral ou garantia no acto da contracção do crédito. Um outro grupo, entende que o programa tem vindo a ajudar a comunidade local pois, os que se beneficiam do produto têm contribuído no desenvolvimento socioeconómico da Vila pois, com o crédito implantam bens e serviços tais como pequenos hotéis, pensões, restaurantes e bares, farmácias, indústrias de micro-processamento agrícola, postos de abastecimento de combustíveis, meios de transporte, entre outros. A população moçambicana encontra-se no limiar da pobreza, pelo que somos de opinião que sejam adoptadas políticas de desenvolvimento económico viradas para as potencialidades, habilidades locais e na capacidade dos clientes potenciais, sendo que urge a necessidade de redefinir o pacote do programa *Um Distrito, Um Banco* com vista a flexibilizar o próprio processo assim como, permitir a inclusão financeira a todos os cidadãos interessados.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento económico; PNDS; Programa *Um Distrito, Um Banco*.

ABSTRACT: With this article we intend to assess the perceptions of residents of Ribáuè city,

Nampula Province (Mozambique) about the local economic development through the National Sustainable Development Program (PNDS), specifically the project called *Um Distrito, Um Banco (One District, One Bank)*. *One District, One Bank* is a presidential initiative program, created in 2016, with the main objective of responding to the challenges of underdevelopment in rural areas, where the majority of the population is engaged in agricultural activity and informal trade. The majority of the *One District, One Bank* program has been implemented in district headquarters, such as Vila de Ribáuè which is the capital of the District with the same name, located in the northern province of Nampula, in Mozambique. In methodological terms, for this article we opted for the mixed or multi-method paradigm that results from the combination of qualitative and quantitative approaches. As for the procedure, it is a documental and bibliographic research. As for the objectives, this research is exploratory and descriptive. With regard to the method, for this study we chose the inductive method. As a technique and instrument for data collection, we chose to review the literature, document analysis, survey by semi-structured interview and observation. After conducting the survey, we found that there are different positions around the *One District, One Bank* program. One group understands that the program is not comprehensive because the privileged group is civil servants, those who have a monthly income that serves as collateral or guarantee in the act of contracting credit. Another group understands that the program has been helping the local community as those who benefit from the product have contributed to the socioeconomic development of the village as, with credit, they deploy goods and services such as small hotels, restaurants and bars, pharmacies, agricultural micro-processing industries, fuel stations, means of transport, among others. The Mozambican population is on the verge of poverty, so we are of the opinion that economic development policies should be adopted aimed at the potential, local skills and capacity of potential clients, and there is an urgent need to redefine the *One District, Onde Bank* program. A Bank with a view to making the process more flexible as well as enabling financial inclusion for all interested citizens.

KEYWORDS: Economic development; PNDS; One District; One Bank.

1 | INTRODUÇÃO

Na perspectiva da origem da sua soberania, Moçambique é um país “jovem”, considerando que conquistou sua independência política e administrativa só a 25 de Junho de 1975. Desde a independência, Moçambique tem vindo a implementar programas que visam o desenvolvimento das comunidades, com particular destaque para as comunidades rurais, onde é epicentro da pobreza. Dentre estes programas, alguns logram sucesso e outros, nem tanto.

Depois de uma leitura aturada, constatamos que as principais causas do insucesso destes programas estão relacionadas com as guerras, corrupção, fraca formação e capacidade técnico-profissional, exiguidade de recursos materiais e financeiros, falta de experiência das pessoas envolvidas no processo, entre outros. Neste artigo, o nosso foco vai para o Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável (PNDS), mais concretamente do Programa *Um Distrito, Um Banco*, que foi implementado no distrito de Ribáuè, Distrito

do mesmo nome, na província de Nampula.

No âmbito do PNDS, em 2016, o governo moçambicano lançou o Programa *Um Distrito, Um Banco*, cujo objectivo principal era alavancar e promover a economia das comunidades rurais e criar condições para o seu desenvolvimento socioeconómico nacional através da bancarização dos Distritos do país, onde julga-se ser o polo de desenvolvimento, uma vez que aqueles territórios são ricos em recursos naturais. Nesta óptica, as comunidades rurais tinham que ter acesso facilitado na concessão dos créditos bancários para financiamento dos seus projectos.

Depois da decisão tomada, assistimos à inauguração massiva de diversas agências bancárias em quase todos os Distritos do país e tudo leva a crer que a iniciativa presidencial é muito boa e provavelmente seria desta vez que as comunidades rurais teriam uma oportunidade de melhoria da qualidade de vida.

Só que há um facto curioso neste programa que julgamos ser um paradoxo. Em nenhum momento assistimos à inauguração de alguma agência bancária do Estado pois, as referidas agências bancárias que integram o tal programa são balcões dos principais bancos da praça, nomeadamente o Banco Comercial de Investimento (BCI), o Standard Bank, Moza Banco e o Banco Internacional de Moçambique (BIM). Pelas razões que invocamos anteriormente, para esta pesquisa levantamos a seguinte questão de partida: ***Quais são as percepções dos habitantes que residem na Vila de Ribáuè em relação ao desenvolvimento económico local através do Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável (PNDS) “Um Distrito, Um Banco”?***

Para respondermos à pergunta de partida que levantamos, intentamos duas hipóteses que respondem ao problema conforme se pode observar mais abaixo:

Hipótese 0 (H_0): *Os habitantes que residem na Vila de Ribáuè entendem que o PNDS Um distrito, Um Banco, contribui no desenvolvimento económico local;*

Hipótese 1 (H_1): *Embora se diga que o PNDS Um Distrito, um Banco tenha o propósito de desenvolver a comunidade local, a sua implementação na Vila de Ribáuè não contribui para o desenvolvimento económico local.*

Lakatos e Marconi (2002) argumentam que, “Toda a pesquisa deve ter um objectivo determinado para saber o que se vai procurar e o que se pretende alcançar” (p. 24). Partindo desses pontos de vista dos autores acima, nesta pesquisa, o objectivo geral é avaliar percepções dos habitantes da Vila de Ribáuè em torno do desenvolvimento económico local resultante do PNDS *Um Distrito, Um Banco* (2016-2020).

Para respondermos o objectivo geral, formulamos três objectivos específicos como descrever o desenvolvimento económico local resultante do PNS em Moçambique; identificar programas ou projectos de desenvolvimento económico adoptados em Moçambique entre 2016-2020 e aferir percepções dos habitantes da Vila de Ribáuè em relação o contributo do PNDS *Um Distrito, Um Banco*.

A opção deste tema foi devido a três razões fundamentais: primeiro, o proponente

é cidadão moçambicano e tem vindo a acompanhar atentamente os problemas ligados à pobreza das comunidades rurais e as acções e estratégias que o governo toma para mitigar esta situação. Segundo, de ordem académica e científica. O autor é economista, sendo assim um dever científico e de cidadania, contribuir no encontro de soluções de problemas económicos do país. Acto contínuo, as dinâmicas económicas e sociais do povo moçambicano e a forma como se tem criado políticas/programas para minimizar externalidades negativas que apoquentam as populações e sobretudo, as comunidades rurais têm deixado muito a desejar na medida em que, alguns programas são implementados e nunca surtem efeitos desejados depois de ter sido despendidos elevados recursos materiais e financeiros. Em terceiro lugar, a escolha do período 2016-2020 deve-se ao facto de ter sido o período em que o governo moçambicano concebeu e introduziu o PNDS *Um Distrito, Um Banco* e ao mesmo tempo, operacionalizou-o com o objectivo de alavancar a economia das zonas rurais em Moçambique através da bancarização.

Escolhemos a Vila de Ribáuè por ter sido um dos locais abrangidos com este programa durante o período de sua vigência e inclusive, no âmbito do PNDS já foi instalado um balcão do Standard Bank, por um lado. Por outro, a Vila de Ribáuè está no lote das chamadas vilas do futuro e a introdução desse programa pode constituir uma rampa de lançamento para o seu desenvolvimento económico.

Por fim, como não tivemos nenhum estudo que tenha avaliado o programa, julgamos este estudo ser pertinente, uma vez que sendo um tema actual, permitirá aos interessados saberem dos reais resultados e eficácia do PNDS em curso em Moçambique, particularmente do programa *Um Distrito, Um Banco*.

Em termos metodológicos, para este artigo optamos pelo paradigma misto ou multimétodo pois, para o tipo de estudo que desenvolvemos julgamos ser mais adequado a combinação das abordagens qualitativa e quantitativa. Como refere Johnson, et al. (2007, p.112) a metodologia de pesquisa mista “está cada vez mais articulada”. As pesquisas do modelo multimétodo (Pedro, 2010), reconhecem que nenhuma das abordagens possui uma verdade absoluta e quando combinadas podem trazer resultados muito mais aprofundados, fáiveis e assertivos. De facto, querendo concordar com o autor acima, esse tipo de modelo possui, na sua essência, características da abordagem pragmática, que defende o uso de técnicas múltiplas para recolher, analisar os dados e entender a realidade.

Quanto ao procedimento trata-se da:

- **Pesquisa documental:** para complementar a revisão bibliográfica, como dados, usamos jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais que retratam do PNDS. A pesquisa documental recorre as fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico ou científico (Fonseca, 2002);
- **Pesquisa bibliográfica:** usamos referências bibliográficas científicas e credíveis como manuais, artigos científicos, revistas e documentos oficiais do governo. A pesquisa bibliográfica consiste na etapa inicial de todo o trabalho científico

ou académico, com o objectivo de reunir informações e dados que servirão de base para a construção da investigação proposta a partir de determinado tema (Fonseca, 2002).

Quanto aos objectivos, a presente pesquisa é exploratória e descritiva. É exploratória porque permitiu-nos obter explicação dos fenómenos que inicialmente não foram pesquisados, mesmo com as evidências apresentadas, além de descobrir novos fenómenos e formular novas ideias e hipóteses. Pesquisa exploratória é aplicada de maneira que o pesquisador tenha uma maior proximidade com o universo do objecto de estudo e que oferece informações e orienta a formulação das hipóteses da pesquisa (Gil, 2019a). De igual modo, a pesquisa é descritiva, pois realizamos um estudo mais detalhado, com levantamento, análise e interpretação de dados a volta do tema através da interação entre o pesquisador e os pesquisados. O pesquisador deve trabalhar como observador, mantendo-se distante do objecto de estudo, para que não influencie nos resultados obtidos (Fonseca, 2002).

No que diz respeito ao método, para este estudo optamos pelo método indutivo, aquele que parte de variáveis particulares para depois fazer inferências partindo das leis particulares para gerais. Nesta ordem de ideias, significa que o que está acontecendo na Vila de Ribáuè poderá estar a ocorrer noutras cidades por onde foi implementado o PNDS *Um Distrito, Um Banco*. Segundo Fonseca (2002), “O método indutivo tem como ponto de partida a observação para, daí, elaborar uma teoria. Sendo assim, ele é muito utilizado nas ciências no qual parte de premissas verdadeiras para chegar em conclusões que podem ou não serem verdadeiras”.

Como técnica e instrumento de recolha de dados, para esta pesquisa, optamos pela revisão da literatura, análise documental, inquérito pela entrevista semi-estruturada e observação. Depois da observação de alguns balcões instalados em algumas zonas rurais dos Distritos e ter conversado com alguns cidadãos em torno do impacto do programa governamental, PNDS *Um Distrito, Um Banco*, de seguida inquirimos alguns cidadãos bem abalizados na matéria de política monetária. Esse inquérito foi dirigido a alguns dirigentes de algumas instituições governamentais da Província de Nampula tais como, Direcção Provincial da Economia e Finanças e Secretaria Provincial do Estado, a gestores de alguns bancos que possuem balcões nas zonas rurais em Moçambique e na província de Nampula em particular, como é caso do BCI, BIM e Standardbank, especialmente, os bancos.

A ideia de inquirir a esses gestores deveu-se pelo facto de alguns não possuírem muito tempo para a conversa com o pesquisador e por outro, como trata-se de uma pesquisa do tipo mista, certamente que algumas respostas requerem um tratamento, análise e interpretação com o recurso aos métodos e técnicas estatísticas. Para tal, elaboramos dois modelos de questionários dirigidos aos gestores de instituições públicas e o outro, aos gestores das agências bancárias da praça. A ideia principal de elaborar dois modelos de questionário foi para compararmos o que pensam os políticos e os economistas e tirar as

nossas ilações conclusivas.

Para além dos gestores governamentais e bancários, participou nesta pesquisa a população residente da vila de Ribáuè-sede nomeadamente, agricultores, comerciantes formais e informais, agentes económicos locais, académicos, funcionários públicos e privados. Para tornar os dados mais representativos, seleccionamos os informantes de forma intencional cuja amostra é constituída por 100 informantes, conforme a tabela abaixo.

Informante	Qtd.	Técnica de colecta de dados
Técnico da Secretaria do Distrito	1	Questionário
Técnico da D. P. Agricultura	1	Questionário
Gerente do balcão do BCI	1	Questionário
Gerente do balcão do BIM	1	Questionário
Gerente do balcão do BSTM	1	Questionário
Funcionários públicos	25	Questionário
Académicos locais	10	Questionário
Agentes económicos locais	20	Questionário
Cidadãos comuns	10	Entrevista
Comerciantes informais	30	Questionário
Total	100	

Tabela 1-Informante e técnicas de colecta de dados.

Fonte: Autoria própria (2021).

Com vista a facilitar a percepção dos factos, os dados que colectamos do campo agrupamos e apresentamo-los sob a forma de tabelas e gráficos. Para sua interpretação recorremos a crítica do autor com ajuda dos posicionamentos de diferentes autores que consultamos para a realização desta pesquisa.

2 | REVISÃO DA LITERATURA

Do ponto de vista conceptual, muitos autores definem o desenvolvimento económico de diversas formas. Segundo Pereira (2008) “O desenvolvimento económico é o processo de sistemática acumulação de capital e de incorporação do progresso técnico ao trabalho e ao capital que leva ao aumento sustentado da produtividade ou da renda por habitante e, em consequência, dos salários e dos padrões de bem-estar de uma determinada sociedade”.

O Desenvolvimento económico resulta da melhoria do bem-estar geral ou da qualidade da vida da população no geral que é avaliado através de indicadores ou variáveis quantitativas, como o Produto Interno Bruto (PIB) ou Produto Nacional Bruto (PNB) e as variáveis qualitativas, tais como, impactos de melhoria do sistema de educação, saúde, transportes e comunicações, energia, entre outros. O desenvolvimento económico agrupa

indicadores ou variáveis quantitativas e qualitativas, que passamos a descrever a baixo:

2.1 Variáveis Quantitativas

São variáveis quantitativas aquelas que correspondem ao crescimento ou decrescimento económico como o Produto Interno Bruto (PIB) ou o Produto Nacional Bruto (PNB).

2.1.1 *Produto Interno Bruto (PIB) e Produto Nacional Bruto (PNB)*

PIB é o valor de todos os bens e serviços finais produzidos dentro de uma cidade, estado, província ou uma nação em um determinado ano, independentemente de quem o produza, seja ele nacional ou estrangeiro. Todos os países calculam o seu PIB nas suas respectivas moedas. Os bens e serviços finais que compõem o PIB são medidos no preço em que chegam ao consumidor. O Produto Interno Bruto é calculado conforme as despesas, ou seja, os gastos praticados no país, sendo operado a partir da seguinte fórmula:

$$\begin{aligned} PIB = & \text{Consumo Familiar (CF)} + \text{Investimento Privado (IP)} \\ & + \text{Gasto do Governo (GG)} + \text{Balança Comercial (BC)} \end{aligned}$$

No contexto moçambicano, segundo o Instituto Nacional de Estatística (INE) no seu boletim de contas nacionais, o Produto Interno Bruto (PIB) moçambicano regrediu 1,28% em 2020, reflectindo o impacto da pandemia de covid-19. O Produto Interno Bruto a preços de mercado apresentou uma variação de -2.37% no quarto trimestre de 2020 comparado ao mesmo período do ano anterior e, em termos acumulados dos quatro trimestres de 2020, situou-se em -1.28%. Só o primeiro trimestre de 2020 registou crescimento relativamente ao mesmo período do ano anterior, uma subida de 1,68%. Nos restantes, a economia retraiu-se, sobretudo devido às restrições à actividade impostas para conter a pandemia, com reflexo no abrandamento económico.

O segundo trimestre registou a pior queda (-3,23%), no terceiro trimestre o PIB voltou a descer, embora de forma menos acentuada (-1,09%), e o quarto trimestre voltou a acentuar o abrandamento económico (-2,37%). “O desempenho negativo da actividade económica no quarto trimestre de 2020, comparado com igual período de 2019, é atribuído, em primeiro lugar, ao sector terciário, que decresceu em 4.06%, com maior destaque para o ramo de hotelaria e restauração”, acrescenta o boletim.

Não obstante “o desempenho positivo dos ramos da agricultura e da pesca”, a queda de 13,1% da actividade mineira coloca o sector primário como o segundo maior responsável pela queda do quarto trimestre.

Produto Nacional Bruto (PNB) é o somatório de todas as riquezas produzidas por empresas e particulares pertencentes a um país, independentemente do local em que elas estejam actuando.

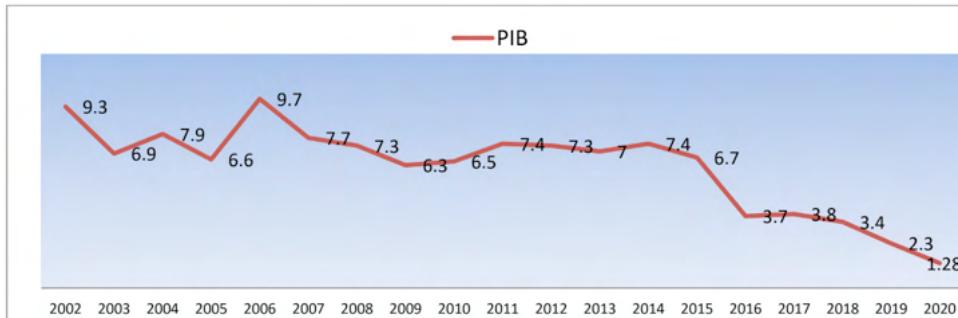


Gráfico 1-PIB em %.

Fonte: (www.countryeconomy.com).

2.2 Variáveis Qualitativas

Variáveis qualitativas são aquelas que correspondem aqueles que contribuem para a melhoria ou não da qualidade de vida dos cidadãos. Referem-se concretamente à saúde, educação, transportes, telecomunicações, energia eléctrica, entre outros.

2.2.1 Saúde (Gastos de saúde)

Refere-se as despesas totais em saúde como uma percentagem do PIB. As despesas de saúde são amplamente definidas como actividades realizadas por instituições ou indivíduos através da aplicação de conhecimento e tecnologia médica, paramédico ou de enfermagem, cujo principal objectivo é promover, restaurar ou manter a saúde (ONU). No contexto moçambicano, a baixo encontramos a situação dos gastos com a saúde.



Gráfico 2-Gastos em Saúde.

Fonte: INE (2020).

De acordo com os dados que nos são apresentados pelo gráfico, constata-se que, houve um decrescimento da percentagem dos gastos em saúde, isto é, no ano 2009 os gastos foram apresentados na percentagem de 5,7%, diferentemente com o ano 2017 que houve uma fraca da demanda dos gastos de saúde, e no ano 2017 observamos também,

que houve um decréscimo de gastos de saúde em percentagem, pois estava estimado em 4,9%. Estes factores podem estar influenciados com a fraca aderência dos serviços de saúde, que pode estar influenciado com a fraca demanda monetária.

2.2.2 Educação (Alfabetização)

Segundo o Instituto Nacional de Estatística de Moçambique, afirma que, não existem definições e padrões universais de alfabetização. Salvo especificação em contrário, todas as taxas são baseadas na definição mais comum - a capacidade de ler e escrever em uma idade especificada. A informação sobre a alfabetização, embora não seja uma medida perfeita dos resultados educacionais, é provavelmente a mais fácil de usar e válida para comparações internacionais. Baixos níveis de alfabetização e educação em geral podem impedir o desenvolvimento económico de um país no actual mundo em rápida mudança de tecnologia.

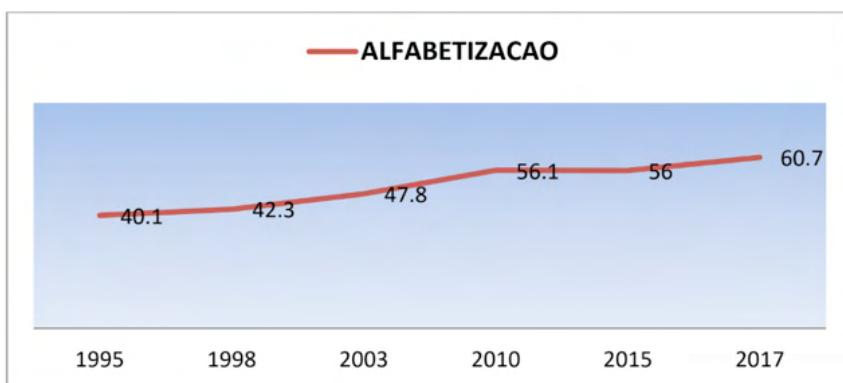


Gráfico 3-Educação (Alfabetização).

Fonte: INE (2020).

Como vemos no gráfico ilustrado, eis a percentagem dos indivíduos alfabetizados, desde o 1995 em que a representatividade foi de 40,1% diferentemente do ano 2010 que foi de 56,1% e no ano 2017 com 60,7%. Segundo o nosso gráfico apresenta uma subida significativa que indica que, dos anos pregressos aos anos actuais nota-se uma enorme diferença, pois há actualmente maior número de indivíduos alfabetizados, isto é, com a capacidade de ler e escrever.

2.2.3 Electricidade

Produção é a electricidade anual gerada expressa em quilowatts/hora. Neste caso a discrepancia entre a quantidade de electricidade gerada ou importada é a quantidade consumida e é exportada é contabilizada como perda de transmissão e distribuição.

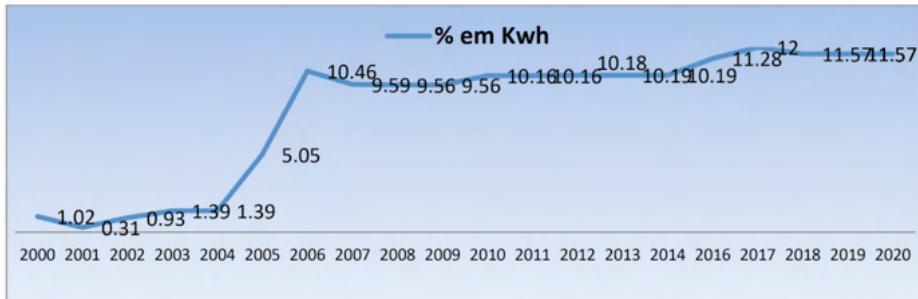


Gráfico 4-Electricidade (Produção em Kwh).

Fonte: (www.indexmundi.com).

O gráfico acima nos mostra os dados de produção de energia em Kwh em Moçambique, apresentados em percentagem, e segundo eles, conseguimos distinguir uma mudança ligeira na produção da mesma, pois existe uma variação das percentagens acima, em 2000 a produção de energia foi estimada em 1,2%, e estes dados foram sofrendo alterações positivas, o que mostra que actualmente há maior produção da mesma. Em 2007 a produção de energia foi de 10,46% e em 2020 foi de 57%, conseguimos observar uma subida significativa de 46,54%, dai que pode-se concluir que actualmente há maior produção de energia relativamente aos anos anteriores.

Consumo - consiste em energia total gerada anualmente mais as importações e menos exportações, expressas em quilowatts/hora. A discrepância entre a quantidade de electricidade gerada e importada é a quantidade consumida ou exportada é contabilizada como perda de transmissão e distribuição (www.indexmundi.com).

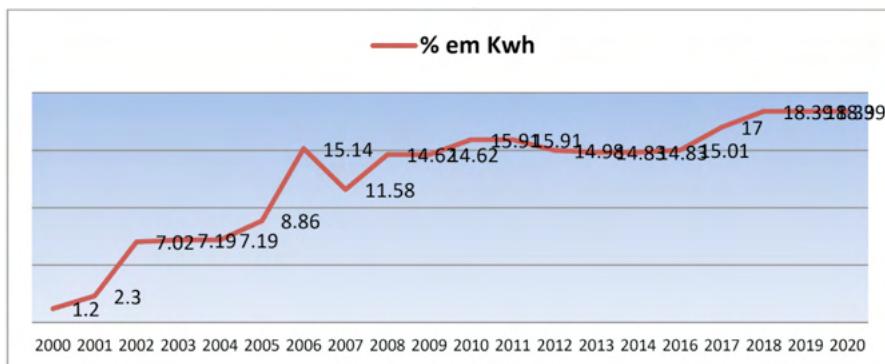


Gráfico 5-Electricidade (Consumo em Kwh).

Fonte: www.indexmundi.com

Em termos de consumo, os dados nos apresentam uma subida da mesma dos anos actuais, diferentemente dos anos anteriores, percebe-se que em 2000 o consumo da

energia foi de 1,2%, e em 2007 o consumo foi de 15,14% e em 2020 o consumo foi de 39%, notamos um acréscimo do consumo de energia, que pode estar associado com as novas indústrias, melhoramento de condições de vida dos habitantes, que proporciona a procura do consumo da mesma.

2.2.4 *Telecomunicações*

Linhos Móveis (celular) é o número *total* de assinantes de telefones celulares móveis, bem como o número de *assinaturas por 100 habitantes*. Note-se que, devido à omnipresença do uso do celular em países desenvolvidos, o número de assinaturas por 100 habitantes pode exceder 100.

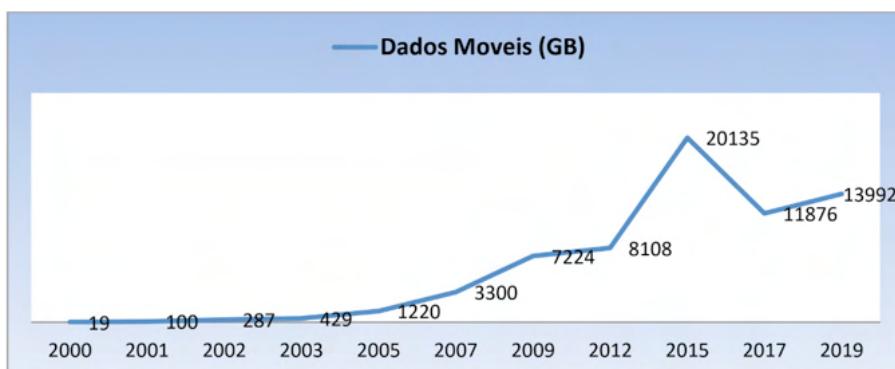


Gráfico 6-Telecomunicação (Redes Móveis).

Fonte: www.indexmundi.com

O uso da rede móvel actualmente tem vindo a melhorar, e de certa forma permite que haja maior procura por parte dos utilizadores, segundo o nosso gráfico, podemos perceber que em 2002 segundo os dados que nos são apresentados de 287, concluímos que, a procura do uso de rede móvel não era de tamanha importância que na era actual. Em 2009 o uso da rede da telefonia móvel foi de 13992, isto é, está associado com a maior procura da mesma e com o número explosivo dos utilizadores da rede móvel.

2.3 Indicadores de medida do desenvolvimento económico

As principais ferramentas usadas para medir o desenvolvimento económico são índice de desenvolvimento humano (IDH) e índice de Gini

2.3.1 *Índice de Desenvolvimento Humano*

É uma medida comparativa usada para classificar os países pelo seu grau de “desenvolvimento humano” e para ajudar a classificar os países como desenvolvidos. Baseia-se nos parâmetros de saúde, educação e renda para avaliar o desenvolvimento de

um país. (PNUD).

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, Moçambique é o pior país de língua portuguesa em África no Relatório de Desenvolvimento Humano 2020.

O país desceu uma posição para 181º lugar, face a 2019, entre 189 países. Cabo Verde mantém-se como o primeiro país de língua oficial portuguesa em África no ranking, na 126ª posição, no mesmo lugar que no ano passado. Seguem-se São Tomé e Príncipe (na 135ª posição, 137ª em 2019), Angola (na 148ª posição, 149ª em 2019) e Guiné-Bissau (em 175º lugar, 178º em 2019).

Em Moçambique, a esperança média de vida à nascença é de 60,9 anos, sendo que a média da escolaridade ronda os 3,5 anos. Registam-se 289 mortes maternas por cada 100.000 nascimentos, sendo que por cada 1.000 nados vivos, 148,6 progenitoras tinham entre os 15 e os 19 anos. No Parlamento, 41,2% dos assentos são ocupados por mulheres. Por cada 10.000 pessoas, existem 0,8 médicos. Por outro lado, somente 8% das populações rurais têm acesso a electricidade. Por último, 62,9% das pessoas vivem abaixo do limiar da pobreza.

O IDH é apresentado pelas Nações Unidas como “um índice composto que mede o desempenho médio em três dimensões básicas do desenvolvimento humano: uma vida longa e saudável, conhecimento e um padrão de vida decente”.

2.3.2 Índice de Pobreza Humano

Refere-se as estimativas nacionais da percentagem da população abaixo da linha de pobreza, que são baseadas em pesquisas de subgrupos, com os resultados ponderados pelo número de pessoas em cada grupo. As definições de pobreza variam consideravelmente entre as nações. Por exemplo, as nações ricas geralmente empregam padrões de pobreza mais generosos do que as nações pobres.

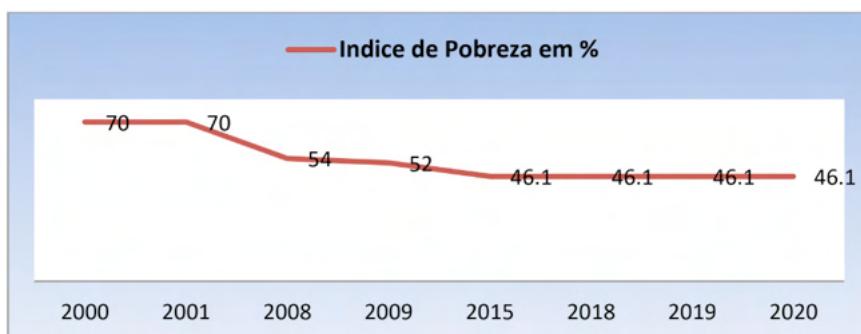


Gráfico 7-índice de Pobreza Humano.

Fonte: [Www.indexmundi.com](http://www.indexmundi.com)

No que diz respeito ao índice de pobreza humana, constata-se que, existe um decrescimento do mesmo dos anos anteriores relativamente aos anos actuais, isto é em 2000 e 2001 notamos que o índice de pobreza era de 70%, enquanto, desde o ano 2008 há um decréscimo da percentagem relativo ao índice de pobreza, no ano 2020 o índice de pobreza foi de 46% diferentemente dos anos anteriores, isto mostra que há uma melhoria no que diz respeito a agricultura e o comércio dentro do nosso país, que facilita na diminuição da pobreza.

2.3.3 Índice de Gini

O índice de Gini mede até que ponto a distribuição de renda (ou, em alguns casos, despesas de consumo) entre indivíduos ou famílias dentro de uma economia se desvia de uma distribuição perfeitamente igual. Uma curva de Lorenz pilota as percentagens cumulativas da renda total recebida em relação ao número cumulativo de beneficiários, começando com o indivíduo ou família mais pobre. O índice de Gini mede a área entre a curva de Lorenz e uma linha hipotética de igualdade absoluta, expressa como uma percentagem da área máxima sob a linha. Assim, um índice de Gini de 0 representa igualdade perfeita, enquanto um índice de 100 implica desigualdade perfeita. A tonalidade do país corresponde à magnitude do indicador. Quanto mais escura for a tonalidade, maior será o valor. O país com maior valor no mundo é a África do Sul, com um valor de 63,00. O país com o menor valor do mundo é a Ucrânia, com o valor de 25,00. (ONU) Vide o mapa em anexo.

2.4 Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável (PNDS) em Moçambique

Segundo o Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural (MITADER, 2015), em Moçambique, as zonas rurais representam 90% do território nacional, e acolhem cerca de 68% da população total do país.

O Programa nacional de desenvolvimento sustentável (PNDS) representa um conjunto de acções desenhadas pelo governo de Moçambique, através do Ministério da Terra, Ambiente e Desenvolvimento Rural (MITADER), com o foco ao desenvolvimento integrado do meio rural moçambicano através da promoção de práticas sustentáveis como o uso racional dos recursos naturais, organização da terra e gestão ambiental.

De acordo com o MITADER (2015), o PNDS pretende fomentar uma economia local de base através da complementaridade da oferta de serviços básicos, capacitação e atracção de investimentos importantes para o desenvolvimento, enquanto explora as capacidades e inova o conhecimento local, e contribui para a resiliência das comunidades aos efeitos das mudanças climáticas.

O objectivo principal do PNDS é assegurar o aumento do rendimento familiar no meio rural de forma sustentável. Para tal, foram identificadas as seguintes prioridades

estratégicas de actuação (MITADER, 2015):

- **Energia:** dotar a economia rural de factores produtivos determinantes para o seu processo de dinamização;
- Água: assegurar os serviços básicos essenciais para o bem-estar das populações e de impacto na produtividade no meio rural;
- **Formação e transferência de tecnologia:** reforçar a capacidade produtiva através da transferência de tecnologia e formação, para os agentes de desenvolvimento rural;
- **Infraestruturas de ligação aos mercados:** assegurar o desenvolvimento de infraestruturas económicas e sociais que permitam aumentar a acessibilidade e mobilidade no meio rural;
- **Banca e Financiamento:** promover uma economia diversificada e geradora de emprego através do estímulo ao investimento nos sectores estratégicos da economia rural.

Para materializar as prioridades supracitadas, de forma integrada, o PNDS identificou cinco áreas de actuação seguintes (MITADER, 2015):

- **Tecnologia rural:** a formação e transferência de tecnologia foi definida como a prioridade estratégica nesta área para o garante de maior eficiência e eficácia nos processos produtivos, por forma a conferir maior competitividade às economias locais. O objectivo é criar mecanismos e estruturas de capacitação e apoio contínuo à produção local, com a finalidade de aumentar a produtividade. Nestas capacitações são contemplados o sector privado, extencionistas e órgãos do governo local. No âmbito deste projecto, está prevista a realização de bolsas do agronegócio, turismo, e energias renováveis com vista a promover a transferência de tecnologia para o meio rural (MITADER, 2015);
- **Energia rural:** a prioridade estratégica nesta área é energia. Esta prioridade tem por objectivo dar suporte a expansão das energias renováveis no campo, construção de pequenas estações hidroelétricas, com componentes de irrigação com vista ao aumento da produtividade e promoção da indústria transformadora. Com efeito, para a materialização deste projecto se propõe desenvolver, em regime de concessão, a produção de plantas de biomassa;
- **Água rural:** a água é um bem vital para a sobrevivência do homem e é factor crítico no processo produtivo, principalmente para a agricultura, por isso foi definida como prioridade estratégica para esta área, cujo objectivo é assegurar o acesso e tratamento de água no meio rural para o consumo doméstico e para as actividades económicas com eficiência. Para a materialização desta prioridade precisa estabelecer sistemas de purificação de água pré-fabricados, associados a equipamentos com as seguintes características (MITADER, 2015);
- **Estrada rural:** para esta área, a infraestruturas de ligação de centros produtivos aos mercados foi definida como prioridade estratégica, através de investi-

timento em estradas terciárias, vicinais para o escoamento da produção para aeroportos, linhas férreas, estradas e portos, respeitando-se critérios de gestão a nível local, objectivos e metas de produção pré-definidos, orçamentos com base no custo por quilómetro (MITADER, 2015);

- **Finanças rurais:** a prioridade estratégica são bancos e financiamento. Os serviços financeiros são de extrema importância para a dinamização da vida social e económica, bem como para o exercício de poupanças, suporte de transacções, comércio e crédito ao investimento. Os Projectos na área das Finanças Rurais, visam essencialmente acelerar o processo de acesso a soluções financeiras nas zonas rurais. Adicionalmente, prevê-se a implementação do Pacote de Estímulo à Economia Rural (PEER), que tem como objectivo estimular o investimento privado em sectores estratégicos para o desenvolvimento, e está alicerçado em áreas prioritárias onde o país ainda apresenta um elevado potencial económico por captar (MITADER, 2015).

As metas do Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável (PNDS) estão alinhadas com a carteira de projectos e foram estabelecidas para um horizonte de 15 anos. Nesse sentido, de 2015 até 2030 esperam-se atingir as seguintes metas (MITADER, 2015):

- Redução da pobreza no meio rural para 45%;
- Conferir acesso a água potável acessível a 15 milhões de habitantes;
- Expandir a geração de Bioenergia para 4000 Mw, implantando sistemas de energias renováveis;
- Construir 1500 Km de estradas terceirias e vicinais;
- Assegurar a cobertura bancária em todos Distritos de Moçambique;
 - Garantir o acesso a terra, através do registo de 5 milhões de ocupações;
- Elevar o efectivo da população de elegantes para 17.500;
- Reduzir a emissão de gases (CO_2) em 72,8 milhões de toneladas po ano.

No âmbito da implementação do PNDS, são concebidos vários projectos que actuam entre uma a cinco áreas em simultâneo, contribuindo sempre para o objectivo comum de desenvolvimento sustentável das áreas rurais de Moçambique, dotando as famílias rurais de meios e competências para prosperar (MITADER, 2015). Destes projectos elencam-se os seguintes:

- I. Projecto de Gestão Integrada de Agricultura e Recursos Naturais (Projecto SUSTENTA);
- II. Projecto um Distrito “um banco”;
- III. Projecto quinta da energia;
- IV. Projecto água-viva;
- V. Projecto de apoio ao desenvolvimento económico local (PRODEL);

- VI. Programa de promoção dos mercados rurais (PROMER);
- VII. Projecto Terra Segura;
- VIII. Projecto mozbio.

2.4.1 Programa Um Distrito, Um Banco

O Projecto “Um Distrito, Um Banco” tem como objectivo acelerar o processo de bancarização das zonas rurais, com vista a garantir total cobertura da rede bancária no País (MITADER, 2015).

Segundo FNDS (2015), o Governo colocou à disposição das instituições financeiras, facilidades para a instalação e estabelecimento de agências, em 72 distritos, dentro de um prazo de 4 anos.

Dados do Projecto Um Distrito, Um Banco	Descrição
Meta	Dotar todos os Distritos do país de pelo menos uma agencia bancária. Sendo meta até 2019 construir 40 agências, das quais 13 em 2016; 11 em 2017; 8 em 2018 e 6 em 2019.
Diracção	Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável (FNDS)
Duração	4 anos (2016-2019)
Fonte de Financiamento	Fundos próprios (FNDS)
Orçamento	480,295,267.00 (quatrocentos e oitenta milhões, duzentos e noventa e cinco mil, duzentos e sessenta e sete meticais).
Implementador	Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável (FNDS)
Cobertura Geográfica	Todo o País

Tabela 2-Projecto *Um Distrito, Um Banco*.

Fonte: (FNDS, 2015), Disponível em: <https://www.fnds.gov.mz/index.php/pt/nossos-projectos/listagem-de-projectos/sustenta>.

A filosofia do governo através do Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural (MITADER) através do Fundo Nacional de Desenvolvimento Sustentável (FNDS) colocara a disposição das instituições financeiras, a facilidade para a instalação e estabelecimento de agências, em 72 distritos, dentro de um prazo de 4 anos. Assim, o executivo propunha-se a fomentar uma política de crédito de apoio ao camponês, que conjugue as diferentes formas de financiamento tais como, linha de crédito especiais, *leasing*, capitais de risco, seguro agrícola, fundos de garantia, e fomento de crédito solidário, entre outros.

Com esta política, estava assegurada a inclusão financeira dos cidadãos desfavorecidos que vivem em zonas mais remotas e que não têm acesso de bens e serviços mas também que enfrentam directamente os efeitos nefastos da pobreza absoluta. É nosso entender que assim já estão lançadas as bases para o processo de desenvolvimento económico das comunidades rurais pois, acreditamos que com esta iniciativa os cidadãos

já podem aceder ao crédito e com o qual podem desenvolver alguns negócios e criar as condições necessárias para a sua sobrevivência.

2.5 Vila de Ribáuè

A Vila de Ribáuè, é um Posto Administrativo do distrito de Ribáuè, localizado na região ocidental da província de Nampula e localiza-se há sensivelmente 130 km da cidade, a sua capital provincial (vide o mapa em anexo).

Com uma população estimada em mais de 80 mil habitantes (INE, 2017), na Vila de Ribáuè habitam populações do grupo etnolinguístico Emakwa, que tradicionalmente praticam a actividade agrícola em sua maioria e a base da pirâmide etária é constituída por jovens e as idades variam de 15 a 40 anos de idade.

Para além da agricultura, a Vila dispõe de alguns serviços como a administração do distrito, da saúde, da educação, Tribunal distrital, procuradoria distrital, Polícia da República de Moçambique (PRM), uma rede bancária constituída por três bancos comerciais, nomeadamente, BIM, BCI e Standard Bank, o que equivale dizer que a Vila de Ribáuè-sede possui características meramente urbanas ou então, está em vias de desenvolvimento.

Devido a sua localização geoestratégica, no período colonial já foi a sede do Governo da Circunscrição dos Macuas de Ribáuè, Lalaua e Mecubúri para servir os interesses da população desses três distritos (MAE, 2005).

A base da economia é essencialmente agrícola e como afirmamos anteriormente, é uma actividade que ocupa maior parte da população local devido a falta de oportunidades de emprego. Devido ao clima predominante, na Vila produzem-se alguns cereais, com destaque para o milho, a mexoeira e a mapira.

Producem-se algumas leguminosas, destacando-se o feijão bóer, manteiga e nhemba assim como a mandioca. Para além desses produtos, a Vila tem potencial na produção de culturas de rendimento (Tabaco) e oleaginosas (amendoim, gergelim, girassol e a castanha de caju em menor escala). A produção é posteriormente consumida e o excedente vendido no mercado local ou circunvizinho.

Possui uma Escola Secundária com uma longa história (antiga Escola Secundária da FRELIMO) que já formou diversos quadros e que ocupam muitos sectores da actividade quer económica, social e política no país. Além desta, possui uma escola técnica (Escola Agrária de Ribáuè) que também contribui para a formação de quadros para o país.

3 | ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Nesta secção apresentamos os dados que colectamos no campo cuja análise e interpretação fizemo-la com base nas críticas da autora com o apoio dos autores que consultamos nas diferentes obras.

3.1 Nível de conhecimento dos habitantes da Vila de Ribáuè sobre o programa

Pergunta 1 (P₁): Já ouviu falar do programa de sustentabilidade económica *Um Distrito, Um Banco* que foi implementado pelo Governo?

Essa questão dirigimo-la aos 90 informantes que inquirimos e com ela pretendíamos saber se os sujeitos da pesquisa conheciam o programa de sustentabilidade económica, *Um Distrito, Um Banco*.

Em relação a esta questão os sujeitos da pesquisa responderam como se pode observar na tabela 3 abaixo e nos apêndices:

Resposta	Ac	Informantes						Fr	%
		Gestores	FP	TDPA	AEL	MG	CI		
Já ouviu	7	3	5	1	5	1	5	27	30
Nunca ouviu	0	0	15	0	10	0	20	45	50
Não respondeu	3	0	5	0	5	0	5	18	20
Total	10	3	25	1	20	1	20	90	100

Tabela 3- Nível de conhecimento dos cidadãos em relação ao programa.

Fonte: Autoria própria (2021).

A mesma questão levantamos aos cidadãos comuns, onde dos 10 informantes entrevistados responderam nos seguintes termos:

Respostas	Fr	%
Nunca ouviu falar do programa <i>Um Distrito, Um Banco</i>	5	50
Já ouviu falar	5	50
Total	10	100

Tabela 4-Respostas dos entrevistados.

Fonte: Autoria própria (2021).

Uma observação dos dados, tanto constantes nas tabelas 3 e 4 acima, e olhando pelo volume dos resultados, tudo nos leva a crer que os cidadãos da Vila de Ribáuè têm pouco conhecimento em relação ao programa de sustentabilidade económica, *Um Distrito, Um Banco* a decorrer na Vila de Ribáuè. Esse fenómeno só pode ser o resultado da falta de divulgação do programa aos cidadãos da Vila de Ribáuè.

Provavelmente, os poucos cidadãos que tiveram conhecimento do programa podem ser pessoas muito influentes ao nível da Vila de Ribáuè ou então, são funcionários públicos que no acto de lançamento dos projectos e programas de desenvolvimento são convidados a participarem aos comícios de apresentação e lançamento.

3.2 Objectivos do programa Um Distrito, Um Banco

P2: Qual é o objectivo do programa de sustentabilidade económica, Um Distrito, Um Banco?

Com esta questão pretendíamos saber se os informantes conheciam o objectivo do programa de sustentabilidade económica *Um Distrito, Um Banco* e em relação a esta questão, os informantes inquiridos responderam nos seguintes termos:

Resposta	Informantes								
	Ac	Gestores	FP	TDPA	AEL	MG	CI	Fr	%
Desenvolvimento rural	6	2	20	1	5	1	5	50	56
Investimento local	3	1	5	0	10	0	4	33	36
Outro	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Não respondeu	1	0	0	0	5	0	1	7	8
Total	10	3	25	1	20	1	20	90	100

Tabela 5-Objectivos do programa de sustentabilidade económica.

Fonte: Autoria própria (2021).

A mesma questão levantou aos cidadãos comuns da vila de Ribáuè-sede cujos depoimentos podem ser observados na tabela abaixo:

Respostas	Fr	%
Desenvolver as comunidades	7	70
Não sabem de nada sobre o programa	3	30
Total	10	100

Tabela 6-Respostas dos entrevistados.

Fonte: Autoria própria (2021).

Uma análise meramente empírica da nossa parte nos remete a ideia de que, embora uma parte significativa dos informantes afirmar que não conheciam o propósito do programa de sustentabilidade económica *Um Distrito, Um Banco*, o objectivo do programa era o de desenvolvimento rural.

3.3 Projectos elegíveis com pelo programa Um Distrito, Um Banco

P3: Conhece os projectos elegíveis pelo programa de sustentabilidade económica Um Distrito, Um Banco?

Com esta questão pretendíamos saber dos informantes se sabiam quais eram os projectos que o programa de sustentabilidade económica *Um Distrito, Um Banco* e os

informantes responderam nos seguintes termos:

Resposta	Informantes							Fr	%
	Ac	Gestores	FP	TDPA	AEL	MG	CI		
Todo tipo de projectos	3	1	5	1	5	1	8	24	26
Comércio formal	2	0	3	0	4	0	5	14	16
Aos funcionários Públicos	1	1	8	0	2	0	7	19	21
Aos agricultores	1	0	4	0	2	0	2	9	10
Aos criadores de gado	1	0	2	0	2	0	2	7	8
Aos comerciantes informais	0	0	1	0	1	0	5	7	8
Bens e serviços	2	1	2	0	4	0	1	10	11
Total	10	3	25	1	20	1	30	90	100

Tabela 7-Projectos elegíveis do programa Um Distrito, Um Banco.

Fonte: Autoria própria (2021).

A mesma questão lançou para os 10 cidadãos comuns. Durante as entrevistas estes responderam nos seguintes termos:

Respostas	Fr	%
Todos os projectos	4	40
Financiamento aos projectos dos funcionários públicos	2	20
Financiar pessoas que possuem bens de garantia	2	20
Seleccioanr alguns projectos	2	20
Total	10	100

Tabela 8-Respostas dos entrevistados.

Fonte: Autoria própria (2021).

Uma observação dos dados dos informantes, tanto inquiridos assim como os entrevistados, notamos a existência de uma congruência. Tanto os primeiros assim como os segundos, a opinião é quase que unânime pois, todos concordam que todos os projectos são elegíveis porque poderão ajudar a comunidade local a desenvolver-se com muita rapidez.

3.4 Grau de aderência ao programa Um Distrito, Um Banco

P4: Qual é o grau de aderência da comunidade local aos produtos do programa de sustentabilidade económica Um Distrito, Um Banco?

Com esta questão pretendíamos saber se os cidadãos da Vila de Ribáuè aderiam

aos produtos que o programa de sustentabilidade económica *Um Distrito, Um Banco* oferece.

Por tratar-se de uma questão meramente técnica direccionámo-la aos gestores da banca local e os quais responderam da seguinte forma: há muita aderência ao crédito por parte dos funcionários públicos. Os restantes cidadãos aparecem muito poucos.

Uma análise breve dos dados dos informantes, tudo nos leva a crer que a aderência ao crédito na Vila de Ribáuè-sede não é muito alta tudo por causa das exigências do próprio programa mas sim da política bancária. Provavelmente, como as pessoas não conhecem o próprio programa têm o receio de aproximar a banca pois, acreditam que quando lá forem não serão aceites.

3.5 Actividades de riscos

P5: Sabe-se que na Vila de Ribáuè maior parte da população vive da agricultura de subsistência e do comércio informal. Essas actividades também são elegíveis?

Com essa questão pretendíamos saber se o programa de sustentabilidade económica *Um Distrito, Um Banco* tinha alguma restrição. E por tratar-se de uma questão meramente técnica direccionámo-la aos gestores (G) da banca e estes responderam nos seguintes termos:

*G1: O programa de sustentabilidade económica *Um Distrito, Um Banco* foi concebido como uma das estratégias do Governo com vista ao desenvolvimento socioeconómico do meio rural. Sucede que, a banca trabalha com uma política monetária focada para o mercado e a política monetária ou financeira do é uma visão meramente política e não técnica. Isso por vezes pode chocar com os interesses de ambas as partes.*

G2: O Banco é uma instituição financeira na qual todo o cidadão pode ir procurar financiamento para incrementar a sua actividade comercial ou adquirir seus bens. Mas, para ter acesso a esse financiamento, a política bancária impõe algumas regras ao consumidor devido ao próprio comportamento deste. Há mutuários que depois de receberem os fundos desaparecem e como o banco irá reaver os seus activos? Evidentemente que ninguém irá assumir o prejuízo. Por isso, em algum momento, o cidadão até pode pensar que a banca está a proibir os empréstimos enquanto não.

G3: A função dos bancos é o desenvolvimento da sociedade mediante a oferta dos seus produtos. Por isso, no exercício da sua actividade a banca desenha pacotes ou linhas de crédito para beneficiar os cidadãos. Aí o cidadão pode escolher a linha ou o pacote de financiamento que deseja. Agora, o sustenta é um programa governamental que veio também para ajudar a desenvolver as comunidades locais só que o mesmo tem suas regras e não podemos transgredi-las. Por essa razão, alguns cidadãos preferem o crédito ao consumo por ser acessível a todos e ao mesmo também flexível.

Uma análise dos três depoimentos nos leva a perceber que embora o programa de sustentabilidade económica *Um Distrito, Um Banco* tenha sido concebido para impulsionar

a economia das comunidades ao nível do meio rural, ele está atado às políticas de financiamento aplicáveis na banca comercial.

Esse processo que se pode equiparar a uma política bancária tem vindo a condicionar o acesso ao programa de sustentabilidade económica em si assim como, o acesso ao crédito na Vila de Ribáuè.

3.6 Valor do programa de sustentabilidade económica Um Distrito, Um Banco

P6: Qual é o valor que o programa de sustentabilidade económica Um Distrito, Um Banco trouxe na vida dos cidadãos da Vila de Ribáuè?

Para esta questão excluímos os gestores bancários e os governantes e direcionámo-la aos outros extractos da sociedade. Com esta questão pretendíamos saber dos informantes se sabiam a importância do programa e ao mesmo tempo da banca. Em relação a esta questão os informantes responderam nos seguintes termos e conforme se pode observar na tabela abaixo:

Resposta	Informantes					
	Ac	Cl	AEL	FP	Fr	%
Financiar projectos	1	7	5	3	16	19
Dinamizador da economia local	6	15	12	9	42	49
Outro	0	1	0	4	5	6
Bem-estar dos cidadãos	3	7	3	9	22	26
Total	10	30	20	25	85	100

Tabela 10-Valor acrescentado do programa.

Fonte: Autoria própria (2021).

Foi feita a mesma questão aos cidadãos comuns da Vila de Ribáuè e dos informantes responderam nos seguintes termos:

Respostas	Fr	%
Não conheço o valor que um banco possui na vida da comunidade	4	40
Conhece o valor do banco para a comunidade	2	20
Já ouviu falar sobre o valor do banco para a comunidade	2	20
Só vê balcões dos bancos a serem abertos na Vila	2	20
Total	10	100

Tabela 11: Respostas dos entrevistados.

Fonte: Autoria própria (2021).

Uma observação dos dados constantes nas duas tabelas nos permite concluir que os cidadãos conhecem a importância e o valor que um banco representa numa comunidade pois, tanto os inquiridos e os entrevistados convergem nas suas respostas.

3.7 Impacto do programa Um Distrito, Um Banco

P7: Qual é o impacto que esse programa trouxe na vida da comunidade da Vila de Ribáuè-sede?

Com essa questão pretendíamos saber dos informantes se conseguem observar alguma mudança nas suas vidas assim como da própria Vila de Ribáuè que seja produto do programa de sustentabilidade económica *Um Distrito, Um Banco*. Nesta questão também excluímos os gestores e os políticos e os resultados apresentamos na tabela 12 abaixo.

Resposta	Informantes				Fr	%
	Ac	CI	AEL	FP		
Desenvolvimento económico do distrito	2	3	4	3	12	14
Crescimento económico do distrito	6	20	9	10	45	53
Não há nenhuma mudança	2	2	6	12	22	26
Não respondeu	0	5	1	0	6	7
<i>Total</i>	<i>10</i>	<i>30</i>	<i>20</i>	<i>25</i>	<i>85</i>	<i>100</i>

Tabela 12-Impacto do programa Um Distrito, Um Banco.

Fonte: Autoria própria (2021).

A mesma questão levantou-se para os 10 informantes entrevistados e dos quais responderam da seguinte forma:

Resposta	Fr	%
Crescimento económico d Vila	3	30
A Vila está a mudar muito	2	20
Está a mudar a vida das populações da Vila	2	20
A Vila está a conhecer uma transformação assinalável	1	10
Sinónimo de desenvolvimento	1	10
É um aspecto positivo	1	10
<i>Total</i>	<i>10</i>	<i>100</i>

Tabela 13-Impacto do programa Um Distrito, Um Banco.

Fonte: Autoria própria (2021).

Uma apreciação dos dados das duas tabelas cima, tudo nos leva a crer que a Vila de Ribáuè-sede está a conhecer algum crescimento socioeconómico. Embora o crescimento

não seja o desenvolvimento económico verdadeiramente dito, mas é um indicador muito importante para o processo de desenvolvimento de uma determinada comunidade devido as valências que o sistema financeiro proporciona não só aos cidadãos assim como, à economia nacional.

3.8 Sugestões dos informantes

P8: Que as sugestões deixam para melhoria do processo sobretudo, as áreas a financiar?

Com esta questão pretendíamos ouvir dos informantes o que julgavam que estava a correr mal e quais seriam as possíveis soluções do problema e consequentemente, a melhoria do programa de sustentabilidade económica *Um Distrito, Um Banco*. E, os informantes responderam nos seguintes termos:

Resposta	Informante						Fr	%
	Ac	Gestores	AEL	FP	CI	MG		
Financiar todo tipo de projectos	3	0	4	5	5	0	17	19
Redefinir o pacote	4	0	10	14	18	1	47	52
Restringir o financiamento	3	3	5	5	2	1	19	21
Não respondeu	0	0	1	1	5	0	7	8
<i>Total</i>	10	3	10	15	30	2	90	100

Tabela 14-Sugestões dos informantes.

Fonte: Autoria própria (2021).

A mesma questão levantou-se aos 10 informantes entrevistados e destes 8 responderam nos seguintes termos:

Resposta	Fr	%
A trabalhar como tem vindo a fazer o programa pode fracassar	1	10
Deve ser inclusivo	3	30
Deve seleccionar os projectos a investir	1	10
Temos que acautelar os riscos	2	20
Financiar pessoas que tenham bens	3	30
Total	0	100

Tabela 12-Sugestões dos informantes entrevistados.

Fonte: Autoria própria (2021).

Os dados acima nos revelam uma disparidade de opiniões. Mas, fazendo um pequeno exercício lógico sobre as diferentes ideias, notamos claramente que os informantes estão cientes do risco que o programa acarreta. Se não vejamos, o sector agrícola, para além de ser o que mais pessoas empregam, constitui o factor de desenvolvimento económico do país (vide Constituição da República, 2004).

Sucede que, embora exista esse desiderato constitucional, a nossa agricultura enfrenta enormes dificuldades e uma delas já foi referenciada pelos informantes que é a dependência exclusiva das chuvas. Imaginemos que numa determinada época não chova e a pessoa já foi concedido o crédito? Naturalmente que, esse cidadão terá sérios problemas com a banca ou a banca terá dificuldades em reaver o seu dinheiro.

4 | CONCLUSÕES

Antes de realizarmos a pesquisa intentamos duas hipóteses. **A primeira hipótese supunha que, os habitantes da Vila de Ribáuè entendem que o PNDS *Um distrito, Um Banco*, contribui no desenvolvimento económico local.**

Esta hipótese tem como indicadores: concessão de empréstimos aos cidadãos para investimentos de pequenos, médios e grandes projectos, surgimento de postos de emprego, redução da pobreza, surgimento de bens e serviços, pequenos hotéis, pensões, farmácias, mercearias, talhos e barracas.

Depois de realizarmos o estudo, os resultados indicam que tanto os informantes inquiridos assim como os entrevistados são unâimes em afirmar que a implementação do programa de sustentabilidade económica *Um Distrito, Um Banco* na Vila de Ribáuè-sede contribui para o crescimento económico do Distrito como se pode observar no gráfico 1 abaixo.

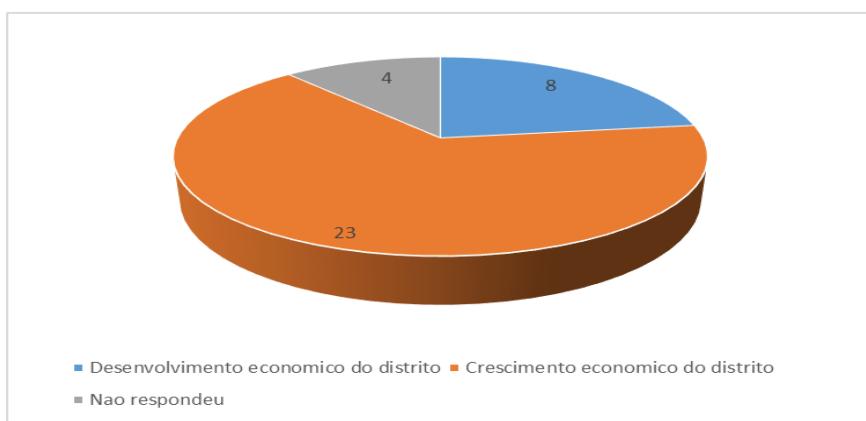


Gráfico 8-Impacto do programa de sustentabilidade económica na Vila de Ribáuè.

Fonte: Autoria própria (2021).

Olhando para os dados contidos no gráfico acima logo a prior nos indicam que a implementação do programa de sustentabilidade económica na Vila de Ribáuè está a contribuir para o desenvolvimento económico da vila.

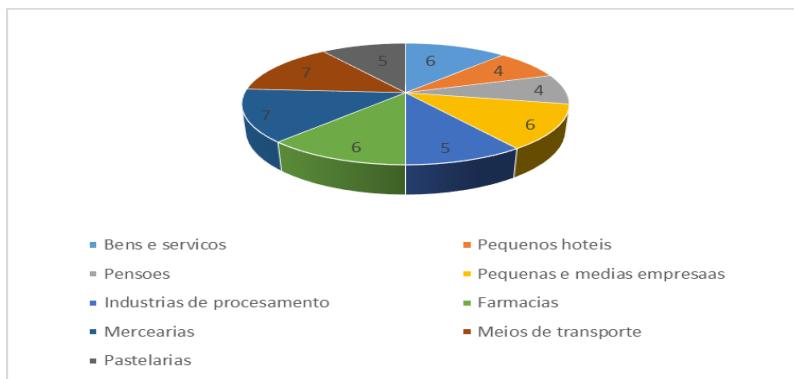


Gráfico 9-Indicadores do crescimento económico na Vila de Ribáuè-sede.

Fonte: Autoria própria (2021).

Os dados do gráfico acima nos indicam que o programa contribui no surgimento de pequenos hotéis, pequenas e médias empresas, surgimento de pequenas indústrias de transformação, meios circulantes, farmácias privadas e outros bens e serviços que contribuem na redução do sofrimento das populações.

Querendo concordar com os posicionamentos dos informantes contidos no gráfico acima, o surgimento destes é fruto de algum incremento financeiro. Eles não surgiram por mero milagre mas sim, de alguma *almofada* financeira que pode ter surgido de algum banco.

Se olharmos para o historial da Vila veremos que antes do surgimento da banca naquela vila a população tinha que deslocar-se aos distritos circunvizinhos ou províncias para adquirir algum bem. Ou, se fossem a fazer tinham que aguardar pela vinda de comboio para os transportar para os locais de preferência e isso era constrangedor pois, não chegavam a tempo e hora.

A segunda hipótese supunha que, embora se diga que o PNDS *Um Distrito, um Banco* tenha o propósito de desenvolver a comunidade local, a sua implementação na Vila de Ribáuè não contribui para o desenvolvimento económico local.

Esta hipótese tem como indicadores: receio de financiamento aos pequenos e médios agricultores, aos comerciantes informais que são a base da economia do distrito de Ribáuè. Em todo caso, os informantes reconhecem que essas áreas são vitais para a economia do distrito, mas também receiam que alguns mutuários não tenham capacidade e condições para reembolsar o montante concedido e isso pode considerar-se com um

grande factor de risco na banca.

Nesta ordem de ideias, olhando para os resultados tanto da primeira assim como da segunda hipótese, podemos concluir que a implantação de um balcão na Vila de Ribáuè-sede está dando sinais positivos a economia local. Nesses termos, podemos afirmar com clareza que o programa de sustentabilidade económica, *Um Distrito, Um Banco* está a trazer sinais de desenvolvimento.

Logo, podemos afirmar categoricamente que, embora se diga que o programa de sustentabilidade económica moçambicano, *Um Distrito, Um Banco* seja alvo de muitas críticas, a sua implementação na Vila de Ribáuè-sede está a contribuir para o crescimento económico da comunidade.

A contradição entre o discurso político e o que se observa nos financiamentos dos cidadãos demonstra que as mudanças técnico-produtivas possuem condicionantes complexos e envolvem aspectos que estão, muitas vezes, acima da capacidade de intervenção das organizações tanto governamentais assim como, as financeiras. Estudando o Sistema Financeiro Cresol, Junqueira (2003, p.99-100) assinala que: "A estrutura de incentivos que possibilite mudanças institucionais necessárias à adopção de novas práticas produtivas deve-se incorporar aos métodos e às decisões dos formuladores de políticas e agentes económicos".

Sob este ponto de vista foge-se, em parte, da governabilidade do sistema. Assim, percebe-se claramente que, que a implantação e a condução de novos sistemas produtivos está directamente vinculada à matriz técnica e política predominante no interior das principais redes de serviços de assistência técnica e extensão rural existentes no país.

Até ao momento, o desenho institucional dos serviços de extensão rural, assistência técnica e educação rural voltados ao sistema de produção não conseguiu suplantar os descompassos relacionados às suas atribuições e competências, e menos ainda com sua tradição tecnicista e de fusionista.

Por essa razão, a produtividade das comunidades rurais ainda continua baixo e os agricultores ainda continuam sendo designados de pequenos e médios agricultores e isso dificulta o acesso a outros bens e serviços como é o caso do crédito bancário.

Por fim, como sabemos que Moçambique a sua população encontra-se no limiar da pobreza, somos de opinião que sejam adoptadas políticas de desenvolvimento económico viradas para as potencialidades locais e na capacidade dos possíveis clientes. Nesses termos, urge a necessidade de redefinir o pacote do programa de sustentabilidade económica *Um Distrito, Um Banco* com vista a flexibilizar o próprio processo assim como, permitir a inclusão financeira a todos os cidadãos.

REFERÊNCIAS

MITADER, Disponível em:<https://www.fnds.gov.mz/index.php/pt/nossos-projectos/listagem-de-projectos/> sustenta.

MITADER. (2015). *PROGRAMA NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (PNDS)*. Maputo: MITADER. Disponível em: file:///C:/Users/User/Desktop/ECONOMIA%20CIRCULAR-ARTIGOS/MITADER_DESENVOLVIMENTO_SUSTENTAVEL.pdf.

Banco de Moçambique (2007). Bancarização da Economia. Extensão dos serviços financeiros às zonas rurais. Documento apresentado no trigésimo primeiro conselho consultivo. Maputo, Moçambique.

Barberi, J.C. (2010). Inovações e sustentabilidade: Novos modelos e proposições. RAE, São Paulo.

Basu, S (1997). Porquê a relutância das instituições de crédito em financiar a terra nas regiões rurais mais pobres. Vol. 5, disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X96001039>. Acedido em Janeiro de 2021.

Bose, P (2013). Formal e informal sector de interacção em mercados de crédito rural. Diferentes estratégias nos mercados.

Branco C. N. C. (2015). Desafio da sustentabilidade do crescimento económico para Moçambique. Maputo.

Branco, C. N. C (2010). Economia extractiva e desafios de industrialização em Moçambique. Maputo, IESE.

Búrigo, F.L. (2006). Finanças e Solidariedade: uma análise do cooperativismo de crédito rural solidário no Brasil. Florianópolis.

Cazella, A (2006). Contribuições metodológicas da sócio-antropologia ao desenvolvimento territorial sustentável. Florianópolis, Eisforia,

Gil, A. C (1991). Métodos e técnicas de Pesquisa social. São Paulo, Atlas.

Hoxha, I. (2013). A estrutura do mercado do banco dependente dos sectores manufactureiros. Lisboa.

Instituto Nacional de Estatística (2017). Censo Geral da População e Habitação. Ministério de Administração Estatal, Maputo.

Junqueira, A R. G. P. (2003). Finanças solidárias e agricultura familiar: o sistema Cresol de cooperativas de crédito rural. São Paulo.

Lakatos, M.A. e Marconi, E. M. (2002). Técnicas de pesquisa: planejamento, execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, analise e interpretação de dados. 5^a ed. São Paulo, Atlas.

Magalhães, R. (2003). A importância das instituições e das redes sociais no desempenho dos mercados financeiros. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Poços de Caldas. Anais... Brasília: Sober.

Malene, S. T. J. P (2014). A expansão da banca para as zonas rurais e seu impacto na economia moçambicana. Dissertação de Mestrado, ISCTE Business School, Departamento de Marketing.

Moçambique, Constituição da República de (2004). Boletim da República, Maputo. Primeira Série.

Moçambique, G. de (2015). Programa Nacional de Desenvolvimento Sustentável. MITADER, Maputo.

Mazarim, R. M. (2010). Economia sustentável. Vila Nova Santana. São Paulo.

Nascimento, F. P (2016). Classificação da pesquisa: Natureza, método ou abordagem metodológica, objectivos e procedimentos. Brasília, Thesaurus.

Ogawa, Kazuo; Suzuki, Kazuyuki (2000). A procura de banco para empréstimo e investimentos. O Painel de estudos japoneses. Vol. 14, disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889158300904428>. Acedido em Janeiro de 2021.

Osbone, T (2006). *Crédito e risco nas economias rurais em desenvolvimento*. São Paulo.

Organizações das Nações Unidas (2020). Disponível em <http://Www.indexmundi.com> Acedido em Março de 2021.

Pereira, A.S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J. e Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da Pesquisa Científica*. 1ª ed., Santa Maria, UFSC.

Pereira, L. C. B (2008). *O processo histórico do desenvolvimento económico*. São Paulo: Companhia Editora Nacional.

Philips, M (1982). O Banco empresta dinheiro? Jornal de Negócios Éticos. São Paulo.

Rauen, F. J (1999). *Introdução ao projecto de pesquisa científica*. Rio do Sul, SC, Nova Era.

Rosen, R (2007). *As condições do mercado bancário e as taxas de depósitos*. Rio de Janeiro.

Sgarbi, A. (2019). Como construir uma hipótese de trabalho e apresentar bem a sua pesquisa. São Paulo.

Sen, A (2010). Desenvolvimento como liberdade. São Paulo, Companhias de Letras.

Yin, R. K (2005). Estudo de caso. Planejamento e métodos. 3ª ed., Porto Alegre, Bookman.

CAPÍTULO 7

O USO DA BICICLETA COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL DE MOBILIDADE POR ESTUDANTES DA ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 06/08/2021

Ulises Osbaldo de la Cruz Guzmán

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Económico

Administrativas

Guadalajara, Jalisco

<http://orcid.org/0000-0002-3898-1698>

Brenda Alejandra Ibarra Molina

Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Económico

Administrativas

Guadalajara, Jalisco

<http://orcid.org/0000-0001-5177-6798>

2,2% dos pesquisados utilizam a bicicleta como meio de transporte, porém, quando questionados se o ambiente melhoraria e seria mais seguro, você optaria por utilizar a bicicleta como meio de transporte a figura sobe para 88,3%. Conclui-se que o corpo discente pesquisado está ciente dos problemas ambientais causados pelo uso do automóvel como meio de transporte e que esse grupo populacional tem potencial para o uso da bicicleta como meio de transporte sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Uso da bicicleta, estudantes universitários, mobilidade, AMG

THE USE OF BICYCLES AS A SUSTAINABLE MOBILITY ALTERNATIVE BY STUDENTS IN THE GUADALAJARA METROPOLITAN AREA

ABSTRACT: Today the issue of sustainability in large urban centers takes special interest for planners, since these urban centers present important challenges, one of them is the mobility of people and it is in this research that seeks to identify how it is perceived the issue of sustainable mobility in university students in the Guadalajara Metropolitan Area. The general objective of the research project focuses on the analysis of the sustainable urban mobility process linked to the use of bicycles as a means of transport by university students during the period from 2018 to 2019. In which statistical techniques of social research, for an analysis at a descriptive level. In the statistical analysis it was obtained that only 2.2% of those surveyed use the bicycle as a means of transport, however, when asked if the environment would improve and be safer, would you choose to use the bicycle as a means of

RESUMO: Hoje a questão da sustentabilidade nos grandes centros urbanos desperta especial interesse para os planejadores, visto que esses centros urbanos apresentam desafios importantes, um deles é a mobilidade das pessoas e é nesta pesquisa que se busca identificar como se percebe a questão da mobilidade sustentável em estudantes universitários na Área Metropolitana de Guadalajara. O objetivo geral do projeto de investigação centra-se na análise do processo de mobilidade urbana sustentável associado à utilização da bicicleta como meio de transporte por estudantes universitários durante o período de 2018 a 2019. Em que técnicas estatísticas de investigação social são usadas, para gerar uma análise em um nível descritivo. Na análise estatística obteve-se que apenas

transport the figure rises to 88.3%. It is concluded that the surveyed student body is aware of the environmental problems caused by the use of cars as a means of transport and that this population group has a potential for the use of bicycles as a sustainable means of transport.

KEYWORDS: Use of the bicycle, University students, mobility, AMG.

INTRODUÇÃO

Atualmente o México vive um crescimento urbano que tem as características de ser acelerado e concentrado, onde atualmente mais de 70% da população vive em ambientes urbanos, o que acarreta problemas de aglomeração e superexploração no meio ambiente, onde as pessoas são influenciadas a buscar melhores empregos oportunidades, educação e condições materiais de vida.

Devido ao surgimento de problemas ambientais nos centros urbanos, como poluição da água por descargas domésticas e industriais, ou degradação do solo por pavimentação de estradas ou geração de gases de efeito estufa que são lançados na atmosfera, diariamente devido à atividade da cidade, é necessário que os atores envolvidos começem a optar por atividades mais ecologicamente corretas, onde as pessoas possam satisfazer suas necessidades sem comprometer a sustentabilidade do meio ambiente.

No AMG um problema que surge com o crescimento da cidade é a questão da mobilidade, uma vez que estão a ser construídos novos conjuntos habitacionais na periferia da cidade e, por outro lado, os centros de trabalho continuam a situar-se nas zonas industriais e no centro da cidade, por isso é necessário que as pessoas se desloquem diariamente do local de residência para o local de trabalho ou de estudo, o que requer meios de transporte para atender a essa necessidade.

No AMG, tanto o uso do transporte motorizado quanto o uso do transporte público são as principais opções à disposição dos moradores da cidade, o que provoca uma contribuição significativa de poluentes para o ar, estima-se que 42,9% das emissões de gases de efeito estufa em Jalisco correspondem ao transporte (IIEG, 2020).

Para mitigar o impacto negativo do uso do transporte motorizado, são necessárias propostas de mobilidade sustentável para enfrentar o problema, e aqui a promoção do uso da bicicleta como meio de transporte, é uma opção para os tomadores de decisão já que na última década o uso dessa modalidade se popularizou para estabelecer a mobilidade sustentável nas cidades do mundo, portanto o AMG não é exceção e deve implementar políticas públicas voltadas à adoção da mobilidade sustentável alternativas.

A bicicleta é um sistema de transporte que tem associados baixos impactos ambientais e benefícios pessoais também estão associados ao seu uso, tal como os ciclistas têm melhor saúde e na esfera econômica incentiva a economia já que sua manutenção não requer custos consideráveis em comparação a os sistemas motorizados que seus custos são constantes e crescentes.

A presente pesquisa teve como objetivo identificar as perspectivas que os alunos da carreira de economia e gestão ambiental da Universidade de Guadalajara têm a respeito da adoção do uso da bicicleta como meio de transporte e os benefícios associados.

FUNDO CONCEPTUAL

Hoje no mundo existe um desafio para as diferentes sociedades diante do surgimento da mudança climática, com isso, questões como o cuidado com o meio ambiente e a equidade social ganham força no debate público. Em fóruns internacionais eles falam sobre a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, já que impactam diretamente na qualidade do ar dos centros urbanos, onde se concentra a maior parte da população, e com isso na qualidade de vida das pessoas.

Em consonância com esta necessidade de redução das emissões atmosféricas, identifica-se que a utilização do transporte motorizado, em especial o transporte privado, é um dos menos eficientes em termos sustentáveis, uma vez que contribui com uma quantidade significativa de gases poluentes ao meio ambiente, o que se estima. a poluição que eles produzem varia entre 60% e 70% (CAMACHO, J. 1975).

A emissão de gases poluentes como monóxido de carbono, benzeno, dióxido de nitrogênio, xileno e tolueno, está diretamente relacionada ao crescimento dos ambientes urbanos, devido à necessidade de haver mais estradas que incentivem o uso de automóveis, somente para o ano de 2019 no México houve um aumento de 9,45% em relação a 2018, passando de 47.815.451 unidades para 50.594.282 unidades em circulação no país, principalmente nas cidades (INEGI 2021).

Como resultado dos diversos acordos internacionais assinados em matéria ambiental, identificou-se que no período de 1990 a 1997 as emissões de dióxido de carbono foram reduzidas em todas as áreas, com exceção da área de transportes, o que evidencia a existência de uma tarefa importante a ser realizada no que diz respeito à mobilidade dentro do espaço urbano, pois a continuidade do uso do transporte automotivo só contribui para continuar a lançar poluentes para o ar. (DEKOSTER, J Y SHOLLAERT, U. 2000).

Com o exposto mostra-se que o uso do carro é uma opção ineficiente quando falamos em sustentabilidade, aliado a comportamentos produto da vida na cidade que levam ao uso indiscriminado do mesmo, leva não só a poluir mais, mas também é caro em termos de limitação de espaço público, consumo de recursos, questões paisagísticas, poluição sonora e luminosa, entre outros (IRURITA, M, 2003).

Por isso, a atenção às propostas de mobilidade mais ecológica tem maior exposição para oferecer um transporte público mais eficiente e a opção do uso da bicicleta como alternativa sustentável. Os seguintes benefícios que o uso da bicicleta pode proporcionar podem ser geralmente identificados:

- Economicamente, há uma maior possibilidade de economia do orçamento dis-

ponível que seria alocado ao uso e manutenção do carro, bem como o tempo que é alocado quando há tráfego nos horários de maior tráfego de veículos automotores, também beneficia em termos de gastos com saúde, uma vez que o uso da bicicleta traz benefícios importantes para o usufruto de uma melhor condição física. Portanto, promover seu uso gera diminuição do tráfego e do transporte público.

- No aspecto social, obtém-se uma maior democratização da mobilidade, bem como maior autonomia..
- Ecologicamente, é possível estabelecer a diferença entre efeitos locais de curto prazo, que conceitualmente correspondem ao meio ambiente, e efeitos não localizados de longo prazo, que se referem ao equilíbrio ecológico.
- Em questões de política, a dependência energética deve ser reduzida (DEKOSTER, JY SHOLLAERT, U. 2000), pois o uso da bicicleta é o único meio de transporte que não consome energia externa ao corpo, ou seja, só consome energia metabólica que é um recurso de energia livre e não esgotável e é acessível a quase todos do ponto de vista energético (IDEA, 2007).
- Ambientalmente, o uso de veículos automotores gera emissões de gases poluentes que afetam negativamente os ecossistemas, enquanto o uso de bicicletas é uma opção plausível, uma vez que seu uso não gera gases poluentes ou ruídos, e seu uso é altamente eficiente em relação a qualquer outro meio de transporte incluindo caminhada.
- Os benefícios para a esfera municipal devido ao uso da bicicleta são dados ao nível da comunidade, especialmente na questão da qualidade de vida e do desenvolvimento sustentável da localidade através da economizar espaço, reduzindo o estacionamento, numa redução do necessário investimentos para manutenção de estradas (DEKOSTER, J Y SHOLLAERT, U. 2000).
- Na esfera empresarial e comercial, consegue-se que os ciclistas em geral gozem de melhor condição física e psicológica, o que favorece a produtividade e a diminuição das faltas ao trabalho. No que se refere às lojas, identificou-se que os ciclistas tendem a ser melhores clientes do que os motoristas, que normalmente compram menos, mas o fazem com maior frequência. Nas lojas em um ambiente urbano, há menos motoristas do que ciclistas. E no consumo nas lojas, em média, 25% dos motoristas saem com duas bolsas contra 17% dos ciclistas (MORALES, I. 2011).

É por isso que o uso da bicicleta como meio de transporte em ambientes urbanos é uma alternativa ao modelo tradicional de transporte motorizado, os benefícios da implantação da bicicleta têm foram analisados em várias disciplinas nos últimos anos. (Jordi M. 2017).

CONTEXTO DE ANÁLISE

No México, o uso da bicicleta ainda apresenta desafios importantes para que a nível social seja escolhida para o seu uso, tanto pessoal como coletivamente, apesar do fato de que em termos monetários o acesso a esse meio de transporte é mais acessível para os estratos socioeconômicos menos favorecidos.

O papel da administração pública local deve ser mais atuante na elaboração de propostas de políticas públicas que promovam o acesso e a utilização da bicicleta como meio de transporte, deve também melhorar o traçado viário das cidades, dotá-las de infraestrutura adequada, tudo isso em favor de gerar uma cultura e um hábito para uma potencial população ciclista (HORTON D, COX P, ROSEN P, 2007).

Nas últimas décadas há um ambiente urbano pensado e desenhado a favor dos veículos automóveis, que no imaginário coletivo gozam de uma aceitação favorável e contínua como a melhor opção de mobilidade, o que constitui uma importante barreira cultural a adoptar. bicicleta como meio de transporte (PUCHER J. y BUEHLER R 2012).

A cidade de Guadalajara é a capital do estado de Jalisco, no oeste do México (ver imagem 1), tem uma área metropolitana composta por dez municípios metropolitanos que juntos compartilham uma conurbação constante, o que a torna a segunda área metropolitana mais populosa do México, com uma população de 5.179.874 habitantes, distribuída por uma área de 2.551,34 km², que tem uma densidade populacional de 2.145 habitantes por km² (INEGI 2020).

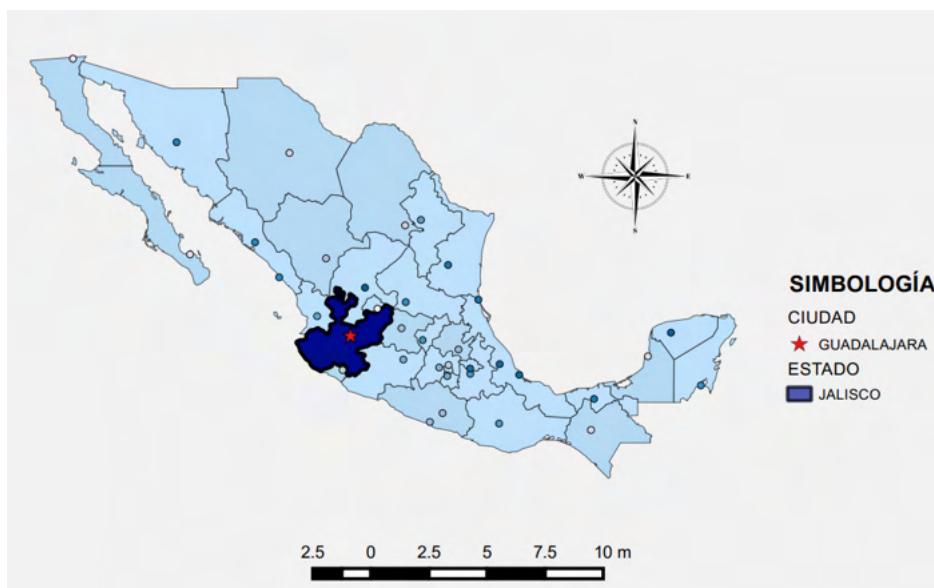


Imagem 1. Localização de AMG.

Fonte: Elaboração própria, no programa QGIS.

Na Área Metropolitana de Guadalajara (AMG), diversos estudos e planos de mobilidade não motorizada têm sido realizados com o objetivo de adequar a infraestrutura rodoviária existente para alternativas de transporte mais sustentáveis. Desde 2007 (ver quadro 1), vários estudos têm sido realizados com o objetivo de construir a base técnica que contribua para a construção de infraestruturas ciclovárias na AMG.

Programa	Ano
Ações para promover a mobilidade sustentável na Área Metropolitana de Guadalajara	2007
Proposta de rede de mobilidade em bicicletas para a Área Metropolitana de Guadalajara	2008
Programa setoriales y Especial 20 “Movilidad”, Estado de Jalisco	2008
Plano mestre de mobilidade não motorizada na Área Metropolitana de Guadalajara	2009
Plano abrangente de mobilidade urbana sustentável para a área metropolitana de Guadalajara	2011
Manual de diretrizes e normas para caminhos de pedestres e bicicletas	2011
Programa de ciclovia. PROVICI	2014

Quadro 1. Estudos e planos de alternativas de mobilidade no AMG.

Fonte: elaboração própria com base em GDLenbici (2017).

Depois de gerar uma série de estudos e planos ao longo de uma década e sua implementação não foi totalmente realizada, a prefeitura decidiu desenvolver o programa de infraestrutura para mobilidade ativa em 2019 (ver imagem 2), onde a mobilidade não motorizada é considerada um eixo-chave e transversal para promover e melhorar a qualidade do ar, incentivar a atividade física por meio de planejamento urbano ordenado e inclusivo (JALISCO, 2019).

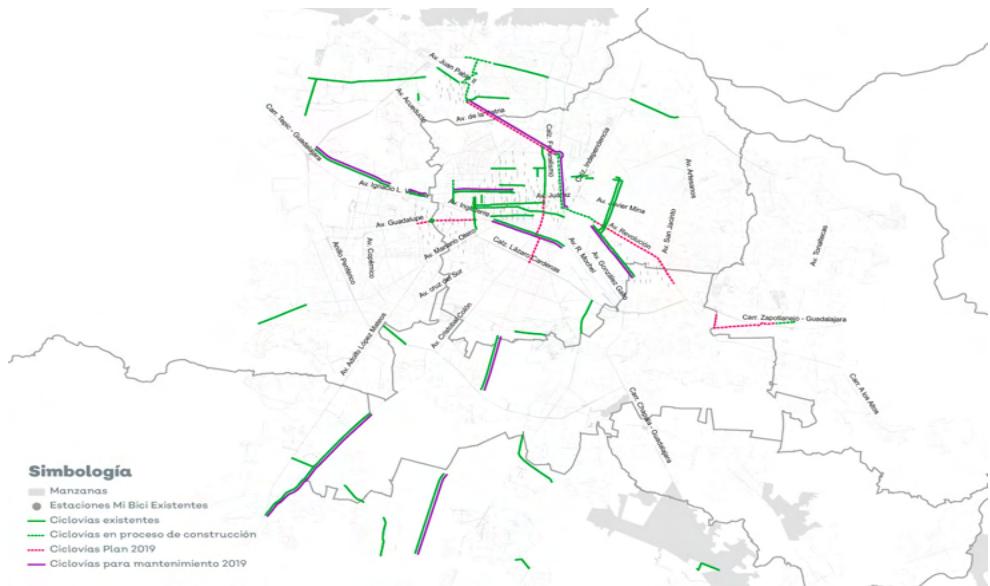


Imagen 2. Programa de infraestrutura de mobilidade ativa AMG.

Fonte: <https://www.jalisco.gob.mx/es/gobierno/comunicados/programa-de-infraestructura-para-la-movilidad-activa-2019>

METODOLOGIA

Esta investigação insere-se no âmbito do projeto de mobilidade sustentável em estudantes universitários do AMG, que se desenvolve ao longo dos anos de 2020 e 2021. O objetivo geral do projeto de investigação centra-se na análise do processo de mobilidade urbana sustentável associado à utilização da bicicleta como meio de transporte por estudantes universitários. Onde são utilizadas técnicas estatísticas de pesquisa social que visam analisar a percepção do transporte não motorizado.

É uma pesquisa quantitativa, de âmbito descritivo, uma vez que busca especificar as propriedades ou perspectivas de um determinado grupo de pessoas ou de qualquer fenômeno que seja objeto de análise (HERNÁNDEZ, S. 2013). Nesse sentido, busca identificar os aspectos decorrentes de uma série de depoimentos que nos permitem apreciar o posicionamento quanto ao uso da bicicleta por universitários de determinada carreira.

POPULAÇÃO E AMOSTRA: A população do estudo são alunos de graduação da carreira de Gestão Ambiental e Economia na Universidade de Guadalajara em sua sede, Centro Universitário de Ciências Econômicas Administrativas, a carreira tem um total de 640 alunos matriculados no período escolar de 2020 onde 60,9 % (390) são mulheres e 39,1% (250) são homens. Por esse motivo, para esta pesquisa, a amostra é constituída por um censo, ou seja, a população total sujeita à pesquisa.

INSTRUMENTO: Foi elaborado um questionário dividido em três seções, uma com quatro questões que coletam os dados gerais dos alunos. Uma segunda seção composta

por dez questões que coletam informações sobre a percepção dos alunos sobre questões de poluição. Uma terceira seção composta por sete questões que visam conhecer a percepção dos alunos sobre seu estado de saúde e, por fim, dois questões que questionam se viajam de carro e quanto custa sua renda mensal.

ANÁLISE E DISCUSSÃO

Na imagem 3 é possível ver a localização do Centro Universitário de Ciências Econômicas Administrativas, na zona norte do AMG, é possível ver as principais artérias rodoviárias que se comunicam com o resto da cidade. Este centro universitário é o segundo com a maior população estudantil dos quinze que compõem a rede da Universidade de Guadalajara, atualmente tem um total de 17.413 alunos matriculados no sistema de ensino superior distribuídos em 14 programas de graduação. Possui 953 alunos cadastrados no sistema de pós-graduação distribuídos em 21 programas, sendo 15 de mestrado e 6 de doutorado. Possui área total de 298.711 m² (CUCEA sf)

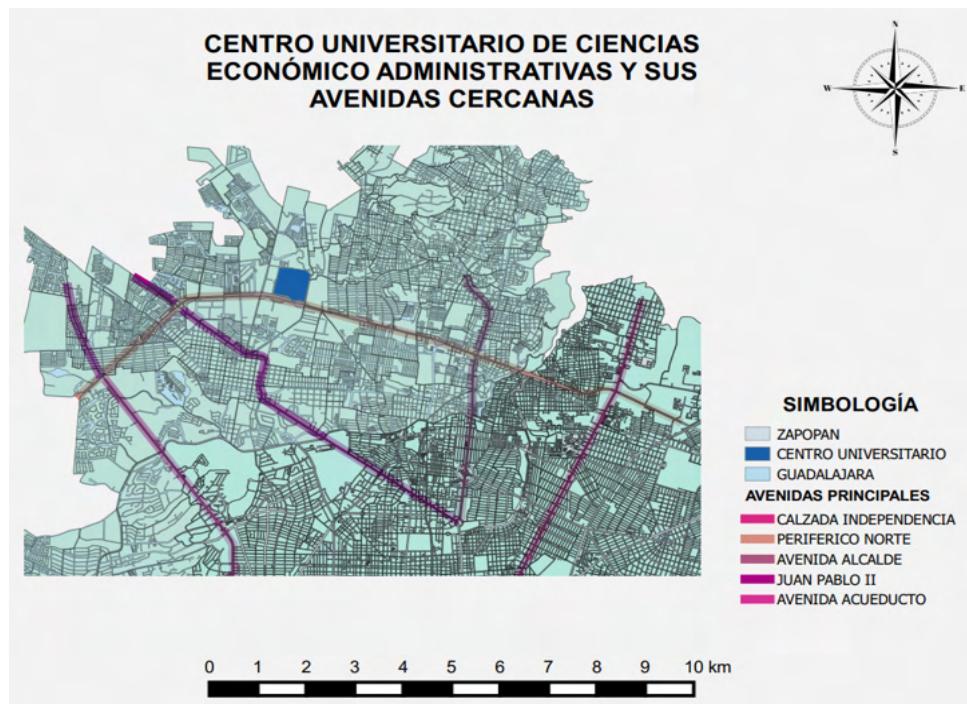


Imagen 3. Centro Universitário de Ciências Econômicas Administrativas.

Fonte: Elaboração própria, no programa QGIS.

Para o primeiro item, foi questionado o sexo de cada participante e obteve-se que 360 são mulheres e 250 são homens, o que indica que a licenciatura em Economia e

Gestão Ambiental é frequentada por mais mulheres, e de acordo com PULEO, A. (2009), as mulheres tendem a ser mais sensíveis às questões ambientais, pelo que a realidade desta pesquisa corresponde à literatura existente.

No segundo item, é solicitada a idade dos alunos e obtida uma faixa que vai de um mínimo de 17 anos a um máximo de 39, onde a média aritmética se situa em 21 anos com 19,5% do total, seguida de O grupo de 20 anos representa 18% e o grupo de 22 anos representa 16,3%, que juntos representam 53,8% do total da população estudada, o que corresponde à idade normal para cursar um curso de graduação (ver gráfico 1).

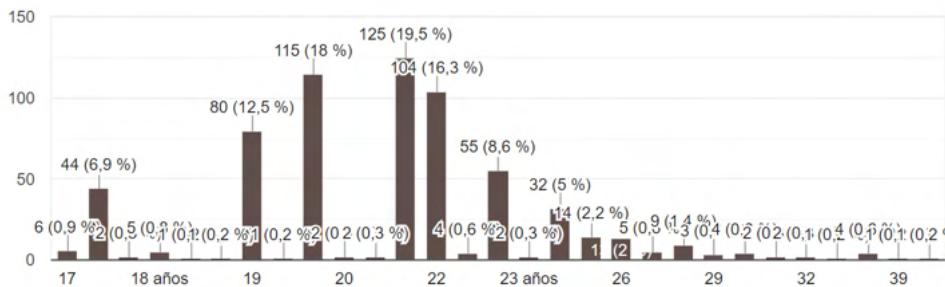


Gráfico 1. Idade dos alunos.

Fonte: Elaboração própria com base na pesquisa realizada.

No terceiro item, os alunos são questionados sobre o grau de progressão que têm feito na carreira, onde se obtém que 24,2% são alunos do primeiro ano e no segundo lugar são alunos do sexto ano com 18,4% (ver gráfico 2)

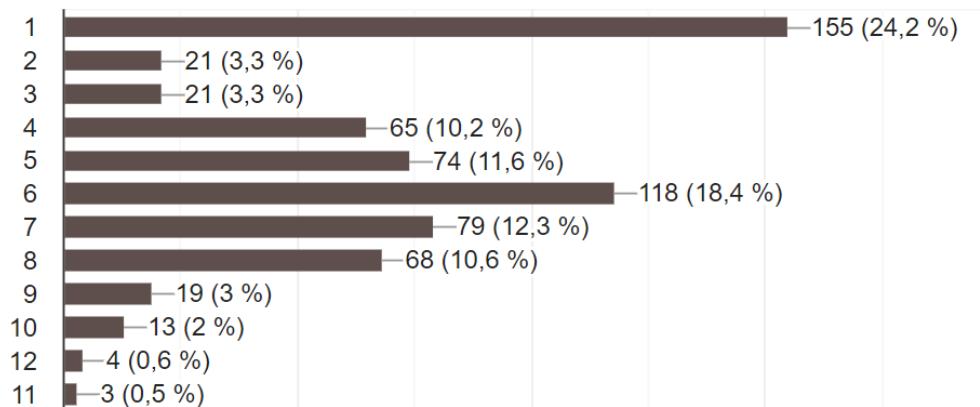


Gráfico 2. Avanço ao longo da carreira.

Fonte: Elaboração própria com base na pesquisa realizada.

Para o terceiro item, questiona-se sobre o estado civil do participante e obtém-se que 95,5% da população participante é solteira e apenas 4,3% é casado em união estável, os 0,2% restantes estão em outra situação.

Num quarto item, aborda-se o tema moradia e obtém-se que a maioria dos alunos, com 82,2%, mora com os pais ou com a família, enquanto 8,9% moram sozinhos e 3,9% moram com o companheiro.

Para a segunda seção do questionário, são abordadas questões que têm a ver com a contaminação no AMG e a percepção que os alunos têm sobre ela. Para o primeiro item desta seção, questiona-se se tem carro, onde 71,7% responderam que não tinha, enquanto 28,6% afirmaram que tinha. Neste ponto, analisando o número de alunos que possuem viatura própria, nota-se que é uma percentagem considerável e ao correlacioná-la com os dados a nível nacional, temos que o Estado de Jalisco é a segunda entidade no país com a maior frota de veículos com um total de 3.910.903 unidades em circulação, que no período de 2000 a 2019 teve um crescimento de 200,1%. Do total da frota de veículos do Estado, o AMG tem 64,3%, com um total de 2.514.679 veículos circulando, o que dá para o ano de 2019 uma taxa de veículos automotores por 100 habitantes para o município de Guadalajara de 63,8 e para o AMG de 43,94 unidades por 100 habitantes (IIEG, 2020), números que trazem consigo uma série de problemas viários e ambientais na área.

Mais tarde, ele se pergunta: qual meio de transporte você usa para se locomover? E obtém-se que o corpo discente o faz por meio do uso de transporte público em 71,7% (459 observações), seguido por 20% (128 observações) que usam o carro e apenas 2,2% usam a bicicleta como meio de transporte (ver gráfico 3).

auto_awesome

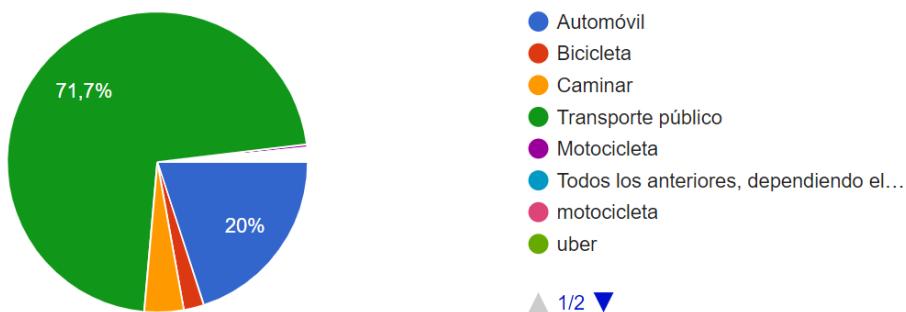


Gráfico 3. Meio de transporte utilizado para se locomover.

Fonte: Elaboração própria com base na pesquisa realizada.

A seguir, pergunta-se ao corpo discente como você considera a qualidade do ar de Guadalajara? Onde se obtém que 45,9% consideram normal. Enquanto 45,3% consideram ruim e 5,8% consideram bom. No que diz respeito à qualidade do ar, no AMG a Direcção de gestão da qualidade do ar está encarregue de monitorizá-la, tendo reportado durante 2019 um total de 64 episódios de má qualidade do ar no AMG e para o ano 2020 um total de 18 (SIMAJ, 2020).

Comparando a qualidade do ar nas cinco zonas em que o AMG divide a DGCA, obteve-se que a zona Poniente teve um total de 17 dias fora do padrão de qualidade do ar, a zona norte teve 13 dias fora da norma, a zona O centro informou 36 dias fora da norma, a zona sudeste 19 dias fora da norma e a zona sul 148 dias fora da norma, esta última zona é onde estão localizadas as principais zonas industriais do AMG, portanto, mais dias fora da norma são relatados (SIMAJ, 2020).

No item seguinte, eles são questionados sobre a qualidade do ar em seu bairro e a resposta normal é a que mais se repete com 354 observações, 55,3%, seguida da opção boa com 168 observações, 26,3%, e ruim 94 observações, 14,7%.

Em seguida, o corpo discente foi questionado sobre quais tipos de doenças você conhece associadas à poluição do ar? Essa era uma questão aberta e sem opções e descobriu-se que a asma é a doença que as pessoas em pesquisas associam à poluição do ar. Seguida por doenças respiratórias em problemas gerais e respiratórios foram outras respostas que mais se repetiram (ver imagem 4).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, a poluição do ar é a causa da morte de sete milhões de pessoas por ano em todo o mundo, indicando que nove em cada dez pessoas respiram ar que ultrapassa os limites das diretrizes estabelecidas pela OMS. Menciona que os efeitos combinados da poluição ambiental interna e externa resultam em aumento da mortalidade por derrames, doenças cardíacas, doença pulmonar obstrutiva crônica, câncer de pulmão e infecções respiratórias agudas (WHO, sf).



Figura 4. Doenças associadas à poluição do ar.

Fonte: Elaboração própria com base na pesquisa realizada, apoiada pelo programa AtlasTI.

No reagente a seguir, os alunos foram questionados sobre qual você acha que é o principal motivo da poluição do ar? E 54,7% responderam que a indústria, seguido por 32,7% que o transporte urbano. Aqui as respostas estão de acordo com os dados do Sistema de Monitoramento Atmosférico de Jalisco que indicam que os principais poluentes são justamente a indústria, seguida da frota de veículos. (SIMAJ, 2020).

Em seguida, os alunos foram questionados se eles se preocupam com os efeitos da poluição na sua saúde? E 36,6% responderam que é um problema muito importante, enquanto 30,9% disseram que estão bastante preocupados. O Centro Respiratório do México indica que a falta de conhecimento sobre as doenças respiratórias é um fator que aumenta a causalidade de morte no país, pois não são tratadas a tempo e vão quando já estão em um grau avançado, daí a urgência da população a ser mais cautelosa em relação ao seu estado de saúde e a conhecer os sintomas das doenças causadas pela poluição do ar (SALUD180, sf).

Neste reagente pergunta-se ao corpo discente se a contaminação influenciou sua saúde ou de um membro de sua família? Onde 56,9% dizem não e 43,1% dizem sim. E no próximo item questionam se consideram que seu estado de saúde atual é ruim em relação ao das outras pessoas e de sua idade, ao qual o corpo discente respondeu que não em

82,3%, e os demais 17,7% disseram que consideram seu saúde precária em comparação com outros.

No próximo item pergunta-se aos alunos se fazem uso de suplementos vitamínicos e 73,6% citam que não, e 26,4% respondem que sim, e na próxima pergunta se fazem algum esporte com regularidade. e 55,2% mencionaram que sim, enquanto 44,8% responderam que não. Nesse sentido, o INEGI informa que no México uma em cada quatro pessoas pratica algum esporte regularmente e neste mesmo local as vantagens de usar a bicicleta como meio de transporte são reconhecidas, pois ajuda as pessoas a se manterem fisicamente ativas. (INFORMADOR, sf).

Para o próximo item, pergunta-se aos alunos se vão ao médico ao primeiro sintoma da doença. Ao qual 66,9% dizem não e 33,1% dizem sim. Você imediatamente se pergunta se acha que tem poucas chances de influenciar sua saúde? Ao qual 80,9% responderam que não e 19,1% disseram que sim. E a questão de saber se um familiar próximo ou amigo foi diagnosticado com asma ou alergia respiratória? 63,9% responderam que sim, enquanto 36,1% disseram que não.

No reagente se, você costuma viajar de carro? 57,3% responderam que não e 42,7% sim, o que mostra um número expressivo de respondentes, pois pode-se verificar que quase metade faz seus traslados de automóvel, portanto o governo do estado reconhece que há deficiências no transporte público, o que é uma causa que na média na entidade são agregados 27 veículos a cada hora e, como se não bastasse, identificou-se que grande parte das unidades de transporte tem mais de 10 anos, o que ocasiona maiores índices de contaminação (GDLENBICI, sf).

Em outro item, pergunta-se se você usa bicicleta? E aqui obteve-se que 58,9% não usam, enquanto 41,1% usam. Quanto a se as condições de uso da bicicleta em Guadalajara melhorassem, você optaria por utilizá-la como meio de transporte? 88,3% responderam que usariam, enquanto 11,7% mencionaram que não. Atualmente, o AMG possui um programa denominado mibici, seu objetivo é promover o uso da bicicleta como meio de transporte sustentável, que de acordo com a capacidade feita pela Agência Metropolitana de Serviços de Infraestrutura de Mobilidade da AMG (AMIM), em um dia típico da semana, São realizadas 28.035 viagens de bicicleta nas principais ciclovias da metrópole, o que significa que a cada 15 minutos são realizadas 438 viagens que não geram emissões poluentes.

Hoje já existe uma rede de ciclovias no AMG (ver imagem 5) e projeta-se que nos próximos anos aumente o número total de km alocados nessas estradas, atualmente são 187 km de infraestrutura cicloviária e 116 km das faixas prioritárias, onde a seleção foi feita de acordo com as ciclovias com maior fluxo de ciclistas (AMIM, sf).



Imagen 5. Rede de ciclovias no AMG.

Fonte: <https://gdlenbici.org/2017/04/17/estudio-y-planes-de-movilidad-no-motorizada-amg-sialaciclovia/>

A partir do AMIM, estão previstos programas de promoção do uso da bicicleta entre a população feminina, visto que, de acordo com o estudo realizado, 90% são homens e 10% são mulheres; Com programas como Mi Pasaje Apoyo a Mujeres, foram alocadas adesões gratuitas ao programa MiBici Pública e elas terão uma oficina escolar de bicicletas para que possam se deslocar com segurança nas ciclovias, já que nas ruas as mulheres são o grupo mais propenso a serem vítimas de acidentes ou uma altercação (AMIM, sf).

CONCLUSÕES

Dado que o AMG é a segunda maior e mais populosa metrópole do México, a necessidade de estabelecer alternativas sustentáveis de mobilidade sustentável que contribua para atender a demanda de transporte gerada pela operação do Centro Universitário de Ciências Econômico-Administrativas e em geral pela comunidade de estudantes universitários.

Na presente investigação identifica-se que os alunos têm consciência dos benefícios gerados pela utilização da bicicleta como meio de transporte, bem como os benefícios associados ao seu uso, como usufruir de uma melhor condição física que não só lhes permite para ser mais saudável, mas para evitar que suas transferências gerem poluentes que são lançados na atmosfera e agravam o estressante quadro de poluição atmosférica vivido pelo AMG.

Evidencia-se também que se as autoridades competentes se comprometerem a criar

um ambiente seguro para a mobilidade não motorizada, os alunos optarão pela utilização destas modalidades alternativas ao transporte motorizado. É necessário não só que o poder público dote a cidade de infraestrutura viária adequada para pedestres e ciclistas, mas também que a sociedade como um todo adote uma cultura de respeito por quem opta por esses meios de transporte sustentáveis..

Na população em estudo, identificou-se que a maioria são mulheres e jovens, portanto é uma oportunidade de saber o que esse segmento da população está demandando, as necessidades que tem e devem ser atendidas, bem como o grau de conscientização do ambiente disponível para este grupo. Tem ideias que devem ser resgatadas pelos responsáveis pela geração de políticas públicas para garantir um melhor desenvolvimento sustentável e inclusivo em um futuro próximo.

O uso da bicicleta como meio de transporte é uma alternativa de alto valor, que deve ser utilizada e promovida pelas autoridades por sua vez, por ser economicamente viável, socialmente responsável e ecologicamente correta. Assim, existe um instrumento para garantir o desenvolvimento sustentável no AMG.

REFERÊNCIAS

AGENCIA METROPOLITANA DE SERVICIOS DE INFRESTRUCTURA PARA LA MOVILIDAD DEL ÁREA METROPOLITANA DE GUADALAJARA (SF). Cómo se mueven los ciclistas en el AMG 2020. Recuperado el 16 de junio de 2021 de https://amim.mx/pdf/AFORO_GTAC.pdf

CAMACHO, J. Estudio para la implantación del transporte en bicicleta. Ministerio de Desarrollo Económico, Bogotá, 1975.

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS.(sf). Numeralia. Recuperado el 30 de marzo de 2021 de <http://cucea.udg.mx/es/acerca-de-cucea/numeralia>

DEKOSTER, J Y SHOLLAERT, U. (2000) En bici, hacia ciudades sin malos humos. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Bélgica, Recuperado el 5 de mayo de 2021, de http://estaticos.soitu.es/documentos/2009/09/Hacia_ciudades_sin_malos_humos.pdf

GDLENBICI (2017). En Jalisco se añaden 27 vehículos cada hora. Recuperado el 15 de mayo de 2021 de <https://gdlenbici.org/2020/09/28/en-jalisco-se-anaden-27-vehiculos-cada-hora/>

GDLENBICI (2017). Estudio y planes de movilidad no motorizada AMG #SíalaCiclovía. Recuperado el 3 de mayo de 2021 de <https://gdlenbici.org/2017/04/17/estudio-y-planes-de-movilidad-no-motorizada-amg-sialaciclovia/>

HERNÁNDEZ, S. Metodología de la Investigación. 2da edición. Mc Graw Hill Interamericana Editores. México; 2013

HORTON D, COX P, ROSEN P, (ed.). Cycling and society. Aldershot: Ashgate; 2007

IDAЕ (2007). Guía metodológica para la implantación de sistemas de bicicletas públicas en España. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. España. Recuperado el 27 de febrero de 2021 de http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Guia_Bicicletas_8367007.pdf

INFORMADOR (sf). Jalisco, el mejor lugar para hacer deporte. Recuperado el 15 de mayo de 2021 de <https://www.informador.mx/Deportes/Jalisco-el-mejor-lugar-para-hacer-deporte-20151230-0218.html>

INSTITUTO DE INFORMACIÓN ESTADÍSTICA Y GEOGRÁFICA DE JALISCO (2000) Crecimiento del parque vehicular en Jalisco y el AMG 2000-2019. Recuperado el 30 de agosto de 2020, de https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2020/08/Ficha-Informativa_Parque-vehicular-2000-2019.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. (s.f.) Parque vehicular. Recuperado el 22 de abril de 2021, de <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/> .

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA. (2000) México en cifras; Guadalajara, Jalisco (14039). Recuperado el 22 de abril de 2021, de <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=14>

IRURITA, M. Ciclo rutas para Cali: Propuesta para un estudio de valoración contingente. Universidad de los Andes. Bogotá. Recuperado el 27 de abril de 2021, de file:///C:/Users/Ulises%20de%20la%20Cruz/Desktop/Bicicleta/Ciclo%20rutas%20para%20Cali.pdf 2003.

JALISCO (2019). Programa de infraestructura para la movilidad activa 2019. Recuperado el 10 de diciembre de 2020 de <https://www.jalisco.gob.mx/es/gobierno/comunicados/programa-de-infraestructura-para-la-movilidad-activa-2019>

Jordi M. Estudio de percepciones sobre la salud en usuarios de la bicicleta como medio de transporte. Salud Colectiva.13(2), 307-320. 2017

MORALES, I. El fomento del uso de la bicicleta en entornos educativos. Wanceulen E.F. digital. España. Recuperado el 16 de febrero de 2021 de <http://rabida.uhu.es/dspace/handle/10272/5313?show=full> 2011.

PUCHER J. y BUEHLER R. Promoting cycling for daily travel: Conclusions and lessons from across the globe. In: Pucher J, Buehler R. City Cycling. Cambridge: MIT Press; 2012.

PULEO, A. Claves del ecologismo social. Ecofeminismo: la perspectiva de género en la conciencia ecologista. 169-172. 2009

SALUD180 (sf). Enfermedades respiratorias, 3a. causa de muerte. Recuperado el 30 de mayo de 2021 de <https://www.salud180.com/salud-dia-dia/enfermedades-respiratorias-3a-causa-de-muerte>

SISTEMA DE MONITOREO ATMOSFERICO DE JALISCO (2020). Comparativo calidad del aire en el AMG. Periodo: 2019 VS 2020. Recuperado el 20 de diciembre de 2020 de <http://sigu.jalisco.gob.mx/aire/reportes/NumeraliaIMECA2020.pdf>

World Health Organization (sf). Air pollution. Recuperado el 22 de marzo de 2021 de https://www.who.int/health-topics/air-pollution#tab=tab_2

CAPÍTULO 8

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA COMO INDICADOR DE ECOEFICIÊNCIA DO HOSPITAL ESCOLA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS

Data de aceite: 27/09/2021

Andrea Colman Gerber

Universidade Federal de Pelotas
Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4045451154735088>

Jocelito Sacco de Sá

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Sul-rio-grandense Campus Pelotas
Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1584664621921256>

Marcos Vinícius Sias da Silveira

Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas
Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0977582827026423>

RESUMO: Considerando os impactos socioambientais gerados pelos serviços prestados nas instituições de saúde, e o consumo diário de recursos naturais, o presente trabalho propõe identificar o consumo de energia elétrica como indicador de ecoeficiência do Hospital Escola da Universidade Federal de Pelotas – EBSERH, localizado na cidade de Pelotas /RS. O diagnóstico por meio de indicador ecoeficiente foi realizado pela análise de faturas de energia e pelo reconhecimento dos locais de trabalho, utilizando como subsídio a aplicação de um questionário e visita in loco. A análise das variações temporais de consumo e da demanda de energia elétrica, permitiu constatar, que são diretamente proporcionais com o aumento da temperatura ambiente, e os possíveis fatores que elevam as contas de energia elétrica

são: o aumento da utilização de aparelhos de ar condicionados, a circulação de pessoas nas dependências do hospital e a falta de consciência por parte dos usuários com relação ao desperdício. De acordo com os resultados obtidos no trabalho, concluiu-se que a análise do indicador de ecoeficiência, consumo de energia elétrica, serve como subsídio para estabelecer metas através da identificação de tendências de consumo, e promover uma gestão direcionada para eficiência energética.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão hospitalar; eficiência energética; sustentabilidade.

ELECTRIC ENERGY CONSUMPTION AS AN ECO-EFFICIENCY INDICATOR OF THE TEACHING HOSPITAL OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF PELOTAS

ABSTRACT: Considering the socio-environmental impacts from the services provided by health institutions and the daily usage of natural resources, the purpose of this work was to identify the electric energy consumption of the Hospital Escola da Universidade Federal de Pelotas – EBSERH, located in Pelotas/RS, as an indicator of eco-efficiency. The diagnostics through eco-efficiency indicator was accomplished by analysing energy bills and identifying work places, subsidized by on site visit and questionnaire. The analysis of temporal consumption variations and electric energy demand made it possible to confirm that they are directly proportional to an increase in environmental temperature, and the possible factors leading to rising energy bills are: the increase of air conditioning apparatus usage, the circulation of people on hospital premises,

and the users' lack of sense regarding wastefulness. According to the results obtained, it was concluded that the eco-efficiency indicator - electric energy consumption - is a fitting subsidy in establishing goals through identifying consumption trends, and promoting energy efficiency oriented management.

KEYWORDS: Hospital management; Energy efficiency; Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

O impacto ambiental gerado por serviços como os da saúde é considerável ao imaginar que, ao desempenhar suas atividades assistenciais, a equipe de trabalho e seus usuários consomem diariamente recursos como água e energia, e por contrapartida, geram resíduos sólidos e líquidos.

Considerando que as instituições de saúde vêm enfrentando períodos de contenção de gastos devido a reiterados cortes de verbas, e da busca por práticas sustentáveis como a utilização racional dos recursos naturais, torna-se relevante, estudos como o de OLIVEIRA (2019), em que ressalta a importância de inserir ações de desenvolvimento sustentável, e que os hospitais podem reduzir custos por meio de práticas de uso racional de recursos naturais, como o gerenciamento de energia através de indicadores e metas.

Tendo em vista que “toda energia convertida ou gerada foi resultado da transformação e utilização de forças naturais, não é possível dissociar energia e meio ambiente” (SANCHES, et al., 2017), e sua utilização deverá ser de modo racional, ao se levar em conta que os recursos naturais estão cada vez mais escassos e que existem restrições orçamentárias e diminuição dos repasses governamentais.

Para minimizar essa situação, estudos vêm sendo realizados sobre o tema, dentre os quais podem ser citados os de Toro (2019), Zanabria et al. (2016), e Moura et al. (2015), onde estes autores sugerem o estudo da ecoeficiência como estratégia de gestão ambiental, utilizando-se da identificação e avaliação de riscos ambientais, assim como estimular a eficiência econômica e energética em suas atividades.

A ecoeficiência é um termo adotado a partir do ano de 1992 pela World Business Council for Sustainable Development - WBCSD (Conselho Mundial de Negócios para o Desenvolvimento Sustentável), por meio da publicação do livro *Changing Course*, e é definido como:

“A entrega de bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida, reduzindo progressivamente impactos ambientais, através de todo o ciclo de vida, em linha com a capacidade estimada da Terra em suportar”. (WBCSD, 1992).

O Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável –CEBDS é o representante brasileiro da WBCSD que promove e articula junto aos governos e a sociedade civil, o desenvolvimento sustentável no setor empresarial, com bases no conceito da ecoeficiência (CEBDS, 2019). O conselho ainda complementa a definição, como sendo

a utilização de recursos naturais de forma sustentável, através do uso racional da água e energia elétrica, assim como a minimização da geração de resíduos.

Como indicadores de ecoeficiência, utiliza-se: o consumo de energia elétrica, o consumo de água e o consumo de materiais indiretamente através da geração de resíduos; setores estes onde pode-se alcançar oportunidades de melhoria ambiental, podendo ser levados em conta no momento de elaborar o planejamento estratégico das instituições (TORO, 2019).

A introdução da ecoeficiência no setor industrial e nas empresas públicas se torna uma estratégia muito importante em relação à sustentabilidade, fazendo essa atitude um diferencial para a prestação de serviços de excelência. Ressalta-se que na maioria das instituições ocorre grande resistência em aderir a programas voltados a questões ambientais, demonstrando que não existe a preocupação com o verdadeiro sentimento de preservação do meio onde se vive, como citado em BRASIL (2015).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo, identificar o consumo de energia elétrica como indicador de ecoeficiência, através de análise de faturas e tendências de consumo, que poderá servir como suporte para estratégias da gestão ambiental e econômica do Hospital Escola da Universidade Federal de Pelotas – EBSERH, localizado na cidade de Pelotas /RS.

Os dados obtidos neste trabalho poderão servir como subsídio para ações de voltadas ao meio ambiente e na tomada de decisão, para minimizar os impactos ambientais e reduzir o consumo de energia elétrica a fim de contribuir com a cultura da racionalidade no uso de recursos energéticos decorrentes das atividades desta instituição.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para realização desse trabalho foi utilizada uma abordagem exploratória envolvendo levantamento bibliográfico através de livros, artigos científicos, e aplicação de entrevista visando maior familiaridade com o foco da pesquisa (GIL, 2019), e quantitativa, pois as informações são configuradas por indicadores numéricos e apresentadas em tabelas e gráficos. (MUSSI, et al., 2019)

2.1 Descrição do local de estudo

Conforme os objetivos do trabalho, o estudo foi realizado nos setores e unidades localizados no prédio principal do no Hospital Escola da Universidade Federal de Pelotas (HE/UFEPEL/EBSERH).

A pesquisa teve como base os princípios éticos legais regidos pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, sendo apreciado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da faculdade de Medicina da Universidade federal de Pelotas, e somente a posteriori da aprovação formal da instituição, foram iniciadas as coletas de dados.

2.2 Levantamento e interpretação de dados

Para o levantamento dos dados referentes ao consumo de energia elétrica, realizou-se o reconhecimento dos locais de trabalho, das atividades desenvolvidas e da distribuição do fluxo de pessoas no hospital escola.

A análise do indicador de ecoeficiência realizou-se através do consumo ao longo do tempo, cujos dados obtiveram-se das faturas de energia elétrica da instituição, podendo ser identificados também o tipo de tarifa e a potência contratada. A partir de então determinou-se padrões de consumo.

Para colaborar com a interpretação dos resultados, realizou-se as entrevistas com os profissionais da saúde e gestores, obtidos através do questionário semiestrurado, onde foram identificados os equipamentos elétricos utilizados, sendo estes aplicados no momento da visita nas unidades, podendo também ser visualizado as tendências de consumo.

Além disso, efetuaram-se anotações sobre os equipamentos elétricos existentes no local, tempo de utilização, ocorrência de vistorias e manutenção, e tipos de iluminação.

Como base de interpretação também foram utilizadas informações obtidas de observações das rotinas realizadas in loco e registros fotográficos.

Os materiais utilizados foram os seguintes: Recibos de consumo de energia elétrica; Base de dados de tarifas de energia elétrica; Informações meteorológicas; Levantamento de práticas de consumo energético; Inventário de equipamentos de consumo energético.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise das contas constatou-se que O HE/UFPEL/EBSERH é tarifado na modalidade **Horo – Sazonal Verde**, por fazer parte do subgrupo A4 (nível de tensão de 2,3 a 25 KV). Compactuado com a concessionária, o valor pretendido de demanda contratada é de **220 kW**.

3.1 Análise dos indicadores de ecoeficiência

A análise dos indicadores de energia deu-se através do histórico das variações de consumo de energia elétrica (Figura 1), sendo possível, a identificação de seu comportamento no período de janeiro de 2017 a agosto de 2020, e também do consumo registrado na ponta e fora de ponta.

São observadas variações do consumo fora de ponta de 50000kWh à 90000kWh, e variações do consumo registrado na ponta variações de até 10000kWh.

Histórico de Consumo

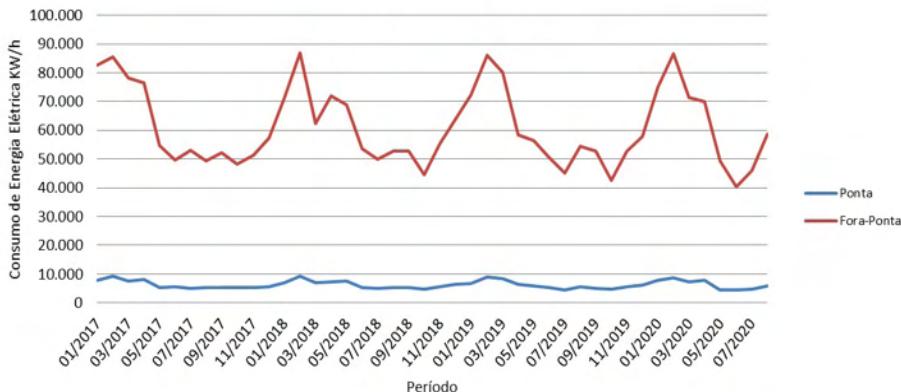


Figura 1-Consumo de energia elétrica registrado nos horários de ponta e fora de ponta no período de janeiro de 2017 a agosto de 2020 no HE/UFPEL/EBSERH.

Fonte: <https://servicos.cee.com.br/AgenciaWeb>.

Observa-se uma tendência crescente da demanda energética do hospital, especialmente a partir de dezembro de 2018, quando observado os maiores períodos de demanda registrada acima da contratada como apresentado na Figura 2.

Histórico de Demanda

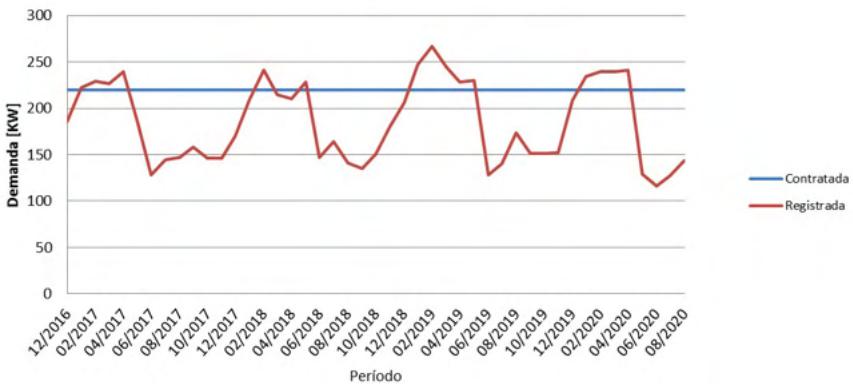


Figura 2- Demanda registrada e contratada de energia elétrica no período de janeiro de 2017 à agosto de 2020 do HE/UFPEL/EBSERH.

Fonte: <https://servicos.cee.com.br/AgenciaWeb>.

Elevações no consumo também ocorreram no mês de abril de 2018, no outono, estação do ano que sucede o verão e antecede o inverno, e que apesar de ser caracterizado por temperaturas mais amenas, apresentou temperatura média mensal de 27,9°C,

chegando a temperaturas de até 34°C.

Temperaturas atípicas voltaram a ocorrer no mês de agosto de 2019, no inverno, chegando a temperaturas de 31,7°C. Oscilações nas temperaturas podem ser observadas na Figura 3.

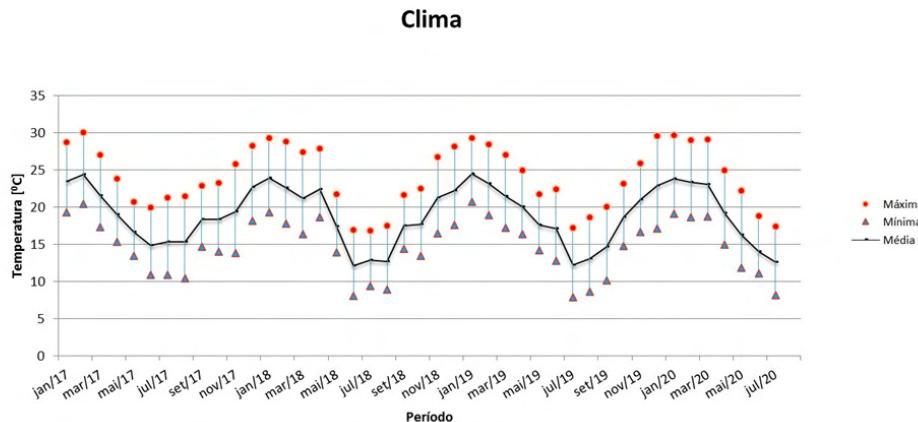


Figura 3 -Médias de temperatura ocorridas durante os meses de janeiro de 2017 à agosto de 2020.

Fonte: Embrapa Clima Temperado – Pelotas/RS.

Quando comparados as Figuras 2 e 3, observa-se um comportamento sazonal e cíclico, com evidências de aumento direto e proporcional entre a demanda e a temperatura. Relação percebida também na curva de consumo do gráfico da Figura 1, onde são registrados picos nos meses de janeiro e fevereiro decorrentes do aumento de temperatura das estações primavera/verão. Ainda verifica-se pelo mesmo motivo exposto, uma diferença positiva entre a demanda registrada e a contratada, resultando o pagamento de **tarifa de ultrapassagem**, ou seja, quando os valores de demanda registrada forem maiores que o valor estabelecido de demanda contratada, que neste caso é de 220 kW, ocorrerá um incremento no valor a ser pago nas contas de energia elétrica.

Elevações nos parâmetros de consumo e demanda de energia elétrica se dão significativamente pela utilização de ar condicionado e permanência de pessoas nas dependências do hospital.

A utilização de condicionamento de ar tem tido um aumento gradual no decorrer dos anos, principalmente a partir do ano de 2019, quando a maioria das dependências do HE passou a ser climatizada, tendo assim, reflexo no aumento do consumo de energia elétrica.

Trabalhos como o de Toro (2019) observam que, entre as estações de inverno/verão, existe uma diferença de 24% a mais no consumo de energia elétrica devido ao aumento na utilização desses equipamentos.

Com o surgimento da pandemia de COVID-19, medidas excepcionais tiveram que

ser aplicadas a fim de minimizar a transmissão entre indivíduos do vírus e conter surtos da doença dentro das dependências do hospital, como suspensão de visitas e retirada de acompanhantes dos pacientes, escalonamento de equipes assistenciais, trabalho remoto, suspensão de atividades acadêmicas, diminuição no número de internações.

A diminuição de circulação de pessoas reflete diretamente no consumo e demanda de energia elétrica, como pode ser constatado nas Figuras 1 e 2, evidenciado no período de março de 2020, chegando ao seu ponto mínimo em junho de 2020.

Após esse período, ocorreu um aumento no consumo devido a retomada gradual de atividades acadêmicas, das residências médicas, da ampliação de leitos e aumento de contratações de pessoal para atuar frente à pandemia de COVID-19, através de Processo Seletivo Simplificado – PSS, onde inclui-se médicos intensivistas, enfermeiros, fisioterapeutas, entre outros.

Apesar do aumento de casos por COVID-19, ocorreu uma diminuição de internações ocasionada provavelmente pelo cancelamento de atividades eletivas e a baixa procura pelo atendimento médico de pacientes, como demonstra o gráfico da Figura 4:

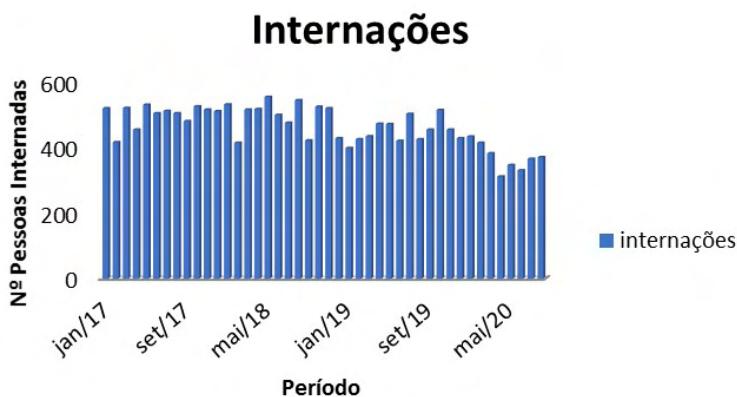


Figura 4 - Número de internações no HE/UFPEL/EBSERH durante o período de jan de 2017 a agosto de 2020.

Fonte: <http://transparencia.heufpel.com.br/projects/relatorio-de-indicadores/documents>.

3.2 Resultados das observações efetuadas in loco e da aplicação do questionário

Foram verificados através de observações nas dependências do hospital escola, com o subsídio de questionário, os equipamentos utilizados, sua operacionalidade, e quais as práticas de desperdício de energia.

As observações foram efetuadas no período de janeiro a março de 2020, pois com a decretação do estado de pandemia, todas as pesquisas realizadas no interior do hospital escola foram canceladas.

Os equipamentos encontrados, são em sua maioria os indispensáveis para a realização das atividades básicas de saúde, com operacionalidade a medida que vão sendo necessários. Para equipamentos em aguardo de paciente ou em reserva que se utilizam de bateria (FIGURA 5), sempre ficam conectados na luz, não enquadrando-se como fontes de desperdício, pois a qualquer momento podem ser utilizados.



Figura 5 - Leito Unidade de Tratamento Intensivo Adulto (UTI), bombas de Infusão e monitor portátil.

3.2.1 *Aparelhos de ar-condicionado*

Utilizam-se, principalmente aparelhos de ar-condicionado do tipo Split. Outros modelos presentes no hospital são do tipo janela e cortina de ar, como pode ser observado na Figura 6, e todos os equipamentos de climatização são identificados com placas de vistoria.



Figura 6 - Tipos de equipamentos de climatização lendo-se da esquerda para direita: ar condicionado tipo split, ar condicionado tipo janela, cortina de ar.

Durante a visita foram encontrados equipamentos com manutenção preventiva com período vencido e sujidade. Toro (2019) em seu trabalho sobre ecoeficiência ressalta a importância da manutenção periódica dos equipamentos e instalações elétricas como forma de prevenção da sobrecarga e perdas de energia, assim como evitar prejuízo à saúde.

A limpeza dos equipamentos é um item a ser considerado para melhor eficiência,

economia de energia e da manutenção da integridade sanitária do ambiente.

3.2.2 Lâmpadas e luminárias

Na maioria dos ambientes visitados a luz utilizada é artificial, mesmo possuindo janelas possibilitando a utilização de iluminação natural. As lâmpadas encontradas foram do tipo fluorescente, e em pequenas quantidades lâmpadas do tipo incandescentes, apesar de terem tido a comercialização proibida desde 2015 (FIGURA 7).

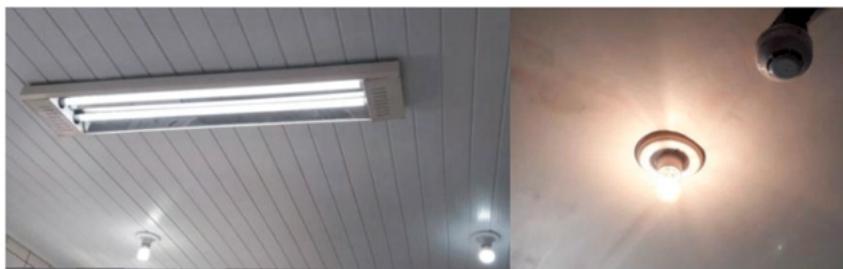


Figura 7 - Focos e luminárias do tipo calha com lâmpadas fluorescentes e lâmpada do tipo incandescente.

Mesmo com a existência de sistema de ar condicionado, foram encontrados nesses ambientes outros tipos de equipamentos, como aquecedores e ventiladores (FIGURA 8).



Figura 8 - Aquecedores e ventiladores em ambientes que possuem ar condicionado.

3.2.3 Outros equipamentos

Encontraram-se nos mais diversos locais do hospital itens considerados não essenciais para a realização das atividades assistenciais, por exemplo, eletrodomésticos como cafeteiras, torradeiras, jarras elétricas, e uma ou mais quantidade dos mesmos

equipamentos desse tipo em um único ambiente como mostra a Figura 9:



Figura 9 - Eletrodomésticos não essenciais às atividades assistenciais.

SANCHES, et al (2017) em seu trabalho sobre Aspectos Ambientais e de Eficiência Energética em Hospital constatou que 38% dos locais pesquisados possuíam algum tipo de eletrodomésticos considerados não essenciais.

Muitas lâmpadas foram encontradas acesas em locais sem circulação de pessoas ou com luz natural suficiente para a iluminação dos ambientes. Segundo Ferreira (2020), o uso racional dos recursos naturais consiste em usar de forma econômica os utensílios elétricos, e a utilização de lâmpadas com maior eficiência energética.

3.2.4 Ambientes

Com as visitas in loco e através de relatos dos profissionais entrevistados, pode-se constatar que os principais pontos de desperdício de energia elétrica são os locais vazios que permanecem com as luzes e equipamentos ligados; ambientes climatizados com as portas e janelas abertas; utilização de iluminação artificial sem necessidade por possuir introdução de luz natural suficiente, como demonstrado na Figura 10.

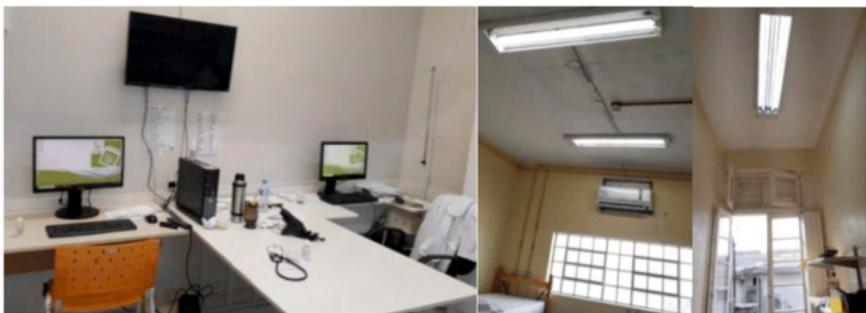


Figura 10 - Desperdício de energia elétrica identificados no Hospital Escola.

Toro (2019) comenta que ao aplicar o questionário sobre as práticas de eficiência energética, 20% dos entrevistados dizem haver notado as luzes acessas em áreas não

ocupadas e 25% não apagam seus computadores após o uso por considerarem que esses tipos de equipamento consomem pouca energia elétrica.

Interessante verificar a percepção dos indivíduos quando se trata de determinar de quem é a responsabilidade de realizar atitudes que promovem o desperdício. Segundo Sanches et al. (2017), existe o discernimento por parte dos indivíduos de quais são as medidas de economia energética, porém muitas vezes não são observados em seus hábitos no cotidiano de trabalho.

Cabe às instituições promoverem ações de melhoria energética, porém, segundo Oliveira (2019), existe uma grande dificuldade em conscientizar as pessoas devido à cultura do desperdício, devendo haver constantes treinamentos para promover um maior uso racional de energia. E no que diz respeito aos profissionais dos serviços de saúde, Moura et al. (2015) comenta que essas capacitações corroboram com uma “visão proativa frente à questão ambiental”, bem como também estabelecem mecanismos de minimização dos impactos ambientais associados às suas atividades.

3.2.5 Quadros elétricos

Encontraram-se nas dependências do hospital quadros elétricos em caixas de madeira ou expostos, como na Figura 11:



Figura 11 - Quadros elétricos encontrados nas dependências do Hospital Escola.

Quando se trata de consumo e demanda de energia, cabe ressaltar a importância da qualidade e segurança das instalações elétricas.

Oliveira (2018) descreve que os quadros elétricos comportam todos os circuitos terminais que atendem à instalação elétrica, e são estes que asseguram a proteção necessária contra sobrecarga, sobretensões e possibilitam o desligamento da energia em casos de manutenções.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise das variações temporais de consumo e demanda de energia elétrica, constatou-se que a temperatura influencia diretamente nessas variações, e os

fatores que elevam as contas de energia elétrica são o aumento da utilização de aparelhos de ar condicionados e a circulação de pessoas nas dependências do hospital, influenciados pelo número de internações, pelas atividades acadêmicas, residências médicas, ampliação de leitos e aumento de contratações de pessoal.

Através do questionário e das visitas in loco, evidenciou-se que o maior problema de desperdício é o comportamento dos usuários, que demonstram falta de consciência em relação ao desperdício de energia elétrica.

Levando em conta os resultados obtidos no trabalho, conclui-se que o consumo de energia elétrica pode ser utilizado como indicador de ecoeficiência, servindo como subsídio para estabelecer metas através da identificação de tendências de consumo, e promover uma gestão direcionada para eficiência energética e ações de conscientização entre os empregados e usuários dos serviços prestados pela instituição.

Sugere-se estabelecer uma cultura de ecoeficiência dentro das instituições, e desenvolver pesquisas com outros indicadores que complementem a eficiência energética, como a destinação correta dos resíduos e a utilização consciente da água.

Trabalhos como este podem levar a que tenhamos políticas públicas direcionadas ao tema, tomando como exemplo a República do Perú, que com vistas a promover economia dos gastos públicos, implementar inovações tecnológicas e estabelecer a cultura de melhorias através de uma gestão voltada à diminuição de impacto ambiental resolveram: mediante o Decreto Supremo N° 009-2009- Ministerio del Medio Ambiente - MINAM aprovar “Medidas de Ecoeficiência para o Setor Público”, pela Resolução Presidencial N° 80-2018- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado - SENARNP construiu o “Comite del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado”, e através da Resolução Ministerial N°361-2018-Ministerio del Medio Ambiente - MINAM aprovar o Plano de Ecoeficiência Institucional do Ministério do Meio Ambiente do Perú.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Agência Nacional de Águas. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. **Contas econômicas ambientais da água no Brasil 2013–2015**. Brasília: ANA, 2018. 79 p.

CEBDS. Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<https://cebds.org/sobre-o-cebds/wbcsd/>> Acesso em: 28 mai. 2019.

FERREIRA, Eberton José da Silva. **Plano de viabilidade para a implantação da energia fotovoltaica na Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi - Facisa/UFRN**. Dissertação de mestrado - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em Gestão de Processos Institucionais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2019.

MOURA, Leonardo de Lima; DA SILVA, Ronaldo Ferreira, PONTES, André Teixeira, DE SOUZA, Ricardo Gabbay. Avaliação de riscos ambientais em hospitais: aplicação ao tratamento quimioterápico. **Revista de Gestão Social e Ambiental - RGSA**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 66-81, jan./abr., 2015.

MUSSI, Ricardo Franklin de Freitas; MUSSI, Leila Maria Prates Teixeira; ASSUNÇÃO, Emerson Tadeu Cotrim; NUNES, Claudio Pinto. Pesquisa Quantitativa e/ou qualitativa: distâncias, aproximações e possibilidades. **Revista Sustinere**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 7, p. 414 - 430, jul./dez., 2019.

OLIVEIRA, Karine Borges de. **Identificação e sistematização de boas práticas e dificuldades no desenvolvimento dos princípios do Green Healthcare em organizações hospitalares**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção na área de Gestão Organizacional. Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá, 2019.

OLIVEIRA, Roberto de. **Norma regulamentadora de segurança em instalações e serviços em eletricidade – NR10: Estudo de conformidade em quadros de distribuição acessíveis a pessoas não qualificadas**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça. 2018.

PERU. **Decreto Supremo nº 009, de 14 de mayo de 2009**. Medidas de ecoeficiencia para el sector público. Disponible em: <<https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/335843-009-2009-minam>>. Acesso em 27/10/2020.

PERU. **Resolución Presidencial nº 80, de 23 de marzo de 2018**. Medidas de ecoeficiencia para el sector público. Disponible em: <http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/baselegal/Resoluciones_Presidenciales/2018/RPN%20080-2018.pdf>. Acesso em 27/10/2020.

PERU. **Resolución Ministerial nº 361, de 17 de octubre de 2018**. Aprobación Del Plan de Ecoeficiencia Institucional de Ministerio Del Medio Ambiente. Disponible em: <http://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/baselegal/Resoluciones_Presidenciales/2018/RPN%20080-2018.pdf>. Acesso em 27/10/2020.

SANCHES, Romualdo Orlandeli; BARBOSA, Andréa Teresa Riccio; PASSARINHO, Raissa Cardozo. Aspectos ambientais e de eficiência energética em hospitais. In: VIII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Campo Grande/MS – 27 a 30/11/2017.

TORO, Pierinna Rodríguez. **Diseño de uno sistema de ecoeficiencia para El colegio de abogados de Lima**. Tesis para optar el Título profesional de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias.Lima/Peru. 2019.

WBCSD. World Business Council For Sustainable Development. Disponible em: <https://cebds.org/sobre-o-cebds/wbcsd/>. Acesso em: 28/05/2019.

ZANABRIA, Enrique Daniel Chiroque; SUCHERO, Martín Mitchell Gamarra; GARCÍA, Gloria María Medrano; ROJA, Pamela Teresa Richetter. **Gestión Ecoeficiente de Tres Hospitales de Categoría III en Lima Metropolitana**. Tesis Magíster em Administración - Estratégica de Empresas. Escuela de Posgrado. Surco. Pontifícia Universidad Católica Del Perú. Pontifícia Universidad Católica Del Perú. Peru. 2016.

CAPÍTULO 9

ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA NO IFBA - CAMPUS SALVADOR: AVALIANDO A EFICIENCIA NO SISTEMA CARPORT

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 18/07/2021

SOLAR PHOTOVOLTAIC ENERGY AT IFBA - CAMPUS SALVADOR: ASSESSING THE EFFICIENCY IN THE CARPORT SYSTEM

Armando Hirohumi Tanimoto

Instituto Federal da Bahia - IFBA, campus SSA
<http://lattes.cnpq.br/4327068923950927>

Breno Villas Boas de Araújo

Instituto Federal da Bahia - IFBA, campus SSA

RESUMO: Este projeto teve como objetivo avaliar a eficiência na geração da energia solar fotovoltaica produzido por um dos sistemas existentes (*carport*) no Instituto Federal da Bahia - IFBA, campus Salvador. Implantado em 2017, este sistema representa 20% da geração total e foi priorizado devido à baixa eficiência identificada e pela existência de outros fatores físicos ambientais. Comparando dados de geração de projeto, simulados e os medidos, foram identificados dois subsistemas com baixa eficiência, o que levou a medidas de podas de árvores entre outras. Tais ações passaram à rotina de manutenção e limpeza, mas em virtude da interrupção das atividades acadêmicas presenciais, não foram consolidadas. Novos acompanhamentos da geração e manutenção serão demandados em busca da melhoria da eficiência desse sistema.

PALAVRAS CHAVE: Energia solar fotovoltaica, carport, IFBA.

ABSTRACT: This project aimed to evaluate the efficiency in the generation of photovoltaic solar energy produced by one of the existing systems (carport) at the Federal Institute of Bahia - IFBA, campus Salvador. Implemented in 2017, this system represents 20% of total generation and it was prioritized due to the low efficiency identified and the existence of other physical environmental factors. Comparing project generation, simulated and measured data, two subsystems with low efficiency were identified, which led to tree pruning measures among others. Such actions were transferred to the maintenance and cleaning routine, but due to the interruption of in-person academic activities, they were not consolidated. New monitoring of generation and maintenance will be required in order to improve its efficiency.

KEYWORDS: Photovoltaic solar energy, carport, IFBA.

1 | INTRODUÇÃO

A utilização de energia, principalmente a energia elétrica se tornou indispensável na vida contemporânea e toda atividade econômica atual pressupõe a utilização de energia elétrica, seja para manter um estabelecimento ativo, seja para troca de dados com a utilização da internet, seja para a fabricação de produtos em meio industrial, entretanto a sua geração traz

imensos impactos ambientais como a emissão de toneladas de gases poluentes como o CO₂, inundação de florestas e cidades com a construção de hidrelétricas, e suas fontes de geração nem sempre são renováveis.

A geração de energia solar fotovoltaica vem como uma proposta sustentável e renovável pois não emite gases poluentes em sua geração e se utiliza de uma fonte de energia considerada infinita, que é o sol. O método de geração se baseia na utilização do efeito fotovoltaico, que consiste na conversão da energia proveniente da radiação solar incidente na superfície de uma placa solar. A sua utilização se faz necessária em meio ao uso desenfreado de fontes de energia não renováveis e poluentes, como o carvão e o petróleo e seus derivados, causadores de problemas ambientais como a destruição da camada de ozônio e o aquecimento global.

O projeto surgiu na necessidade de acompanhar o desempenho dos sistemas fotovoltaicos, instalados como uma das ações sustentáveis de redução de gastos de energia no IFBA. Visou quantificar os valores de geração durante o ano de 2019, determinando o nível de concordância com os referenciais teóricos utilizados para análise dos dados, verificando as possíveis influências ambientais e potenciais problemas que afetam a geração de energia; e também quantificar a redução que essa geração tem nos gastos de energia do IFBA. Além da parte de contabilidade e estatística da geração, pretendeu-se dar uma ampla divulgação ao tema “Energia Solar”, inserindo nos diversos eventos realizados no campus Salvador.

O desenvolvimento do projeto se deu nas coletas diárias de dados, com o auxílio da plataforma da *Growatt* (fabricante dos inversores), que faz o armazenamento dos dados de geração dos painéis (Figura 1) localizados no estacionamento (*carport*).



Figura 1 – Painéis instalados no estacionamento (*carport*).

Foram feitas leituras dos relatórios de bolsistas de projetos passados que se relacionam com a temática da energia solar, assim como leitura de livros e dissertações como o livro “Energia Solar Fotovoltaica no Brasil – Conceitos, aplicações e estudos de caso” (AYRÃO, 2018) e a dissertação “Influência dos fatores climáticos no desempenho de módulos fotovoltaicos em regiões de clima tropical” (CANTOR, 2017) no intuito de aprofundar os conhecimentos relativos à geração de energia solar, aprimorando as análises feitas no decorrer desse relatório.

2 | DESENVOLVIMENTO

O sistema de geração solar fotovoltaica presente no IFBA é compreendido como uma instalação de 165 kWp, distribuídos em 688 painéis, abrangendo uma área total de aproximadamente 1.138 m². Desses 165 kWp, 150 kWp (625 módulos fotovoltaicos) foram instalados em dezembro de 2016 pela empresa Solen Energia e distribuídos em dois grandes agrupamentos: 490 painéis instalados nos telhados dos blocos I e F, que alimentam 12 inversores de 10 kW; e 135 painéis destinados ao “*carport*”, divididos em um grupo de 60 módulos e outro grupo de 75, que alimentam seis inversores de 5 kW cada grupo. Outros 15 kWp foram posteriormente incrementados ao sistema não instalados em outros campi, e compreendem os painéis dispostos no telhado do bloco H, cujos inversores de 10 e 5 kWp foram instalados ao lado dos demais interligados dos módulos dos pavilhões I e F.

A expectativa de geração média mensal de acordo com os dados estimados de projeto é de 18.623 kWh/mês, relativos aos 150 kWp e, utilizando uma relação de proporcionalidade, a expectativa é de 20.486 kWh/mês para os atuais 165 kWp.

As análises seguirão restritas ao agrupamento destinado ao *carport*, contendo poucas menções à totalidade do sistema, devido à falha de registro de dados sobre a geração dos agrupamentos de módulos dos blocos F, H e I.

Para melhor análise, foi desconsiderado o mês de maio devido à insuficiência de dados do período e foi feita a subdivisão do grupo de módulos do *carport* em dois grupos: Grupo 1 para o conjunto de 60 placas solares ao sul e Grupo 2 para o conjunto de 75 placas solares ao norte do estacionamento. Conectados ao Grupo 1 estão os inversores 4FZ2624042, 4FZ2624033 e 4FZ2624012, e conectados ao Grupo 2 estão os inversores 4FZ2624032, 4FZ2624007 e 4FZ2624044. Comparando a geração teórica estipulada utilizando os dados da Solen (2016), do site Portal do Sol e do Atlas Brasileiro de Energia Solar (incidência solar mensal para 2017), com a geração medida dos grupos 1 e 2 de acordo com dados de seus inversores, é possível observar no Grupo 1 uma aproximação entre os valores estipulados e os reais nos meses de abril, junho e julho e um afastamento no resto dos meses do ano. O conjunto de painéis do inversor 4FZ2624042 tem variações entre 20% e 36% de baixa em relação aos valores estimados no período dos meses de

abril, junho e julho, e baixas mais intensas no resto do ano, ultrapassando a marca de 50% de baixa. Os conjuntos de painéis dos inversores 4FZ2624012 e 4FZ2624033 seguem um padrão tendo variações entre 14% abaixo do estimado e 1% acima, nos meses de Abril, Junho e Julho, atingindo baixas de até 30% durante o ano, conforme figura 2.

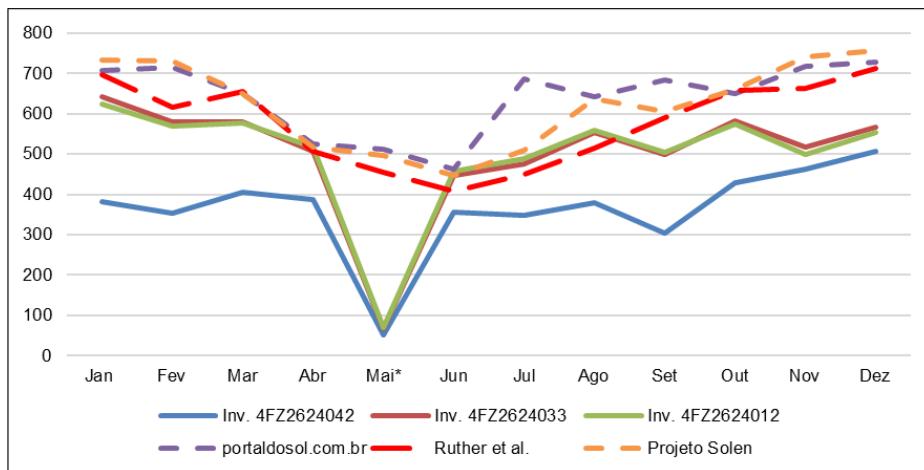


Figura 2 – Acompanhamento da geração de energia solar para 5 kWp.

Fonte: Autores.

O Grupo 2 apresenta uma maior diversidade no comportamento de geração. O conjunto de módulos do inversor 4FZ2624044 apresenta uma variação entre 1% acima do esperado e 20% abaixo, uma variação aceitável dentro das considerações de influência de temperatura do módulo, vida útil, ângulo de azimute etc. O agrupamento do inversor 4FZ2624032 possui variações entre 9% e 28% abaixo da expectativa, com intensificações nos meses de junho, julho, agosto e setembro, com baixas de, respectivamente, 32%, 44%, 38% e 33%. Quanto a geração dos painéis do inversor 4FZ2624007, ela demonstra um cenário preocupante: suas variações estão entre 22% e 63% abaixo do estimado, com agravamentos nos meses de junho, julho e agosto, com baixas de 67%, 73%, 71% respectivamente (ver figura 3).

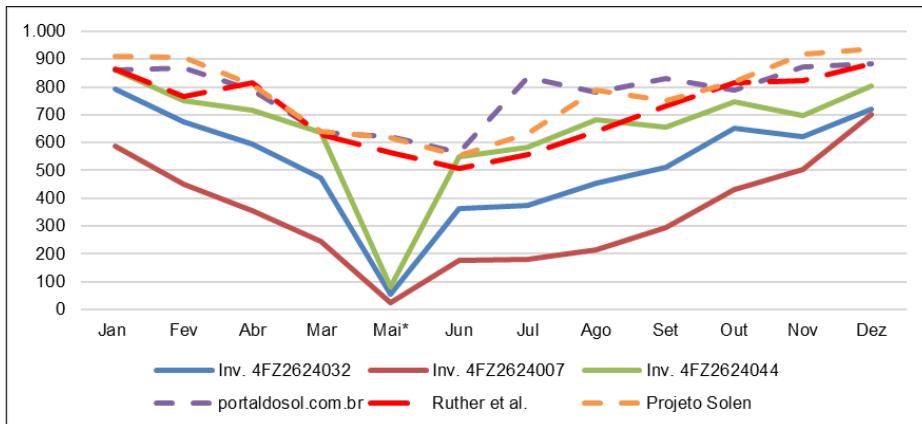


Figura 3 - Acompanhamento da geração de energia solar para 6 kWp.

Fonte: Autores.

Parte dessas baixas podem ser justificadas por influência do ambiente, condições estruturais e efeitos climatológicos. Variações nos índices de irradiação, grandeza que expressa a incidência de radiação por metro quadrado, altera diretamente a potência instantânea, afetando a geração diária. A nebulosidade é um dos fatores que varia a incidência de radiação direta, impedindo consideravelmente a passagem dos raios solares, que são refletidos para fora da atmosfera. Isso afeta diretamente a corrente de saída do módulo. A aumento da umidade também pode ser interpretado como fator que influencia na geração, já que a maior concentração de partículas no ar intensifica a reflexão, refração e difração dos raios de sol, reduzindo a radiação direta que atinge o painel, assim como a nebulosidade e a corrente de saída. Entretanto, é necessário avaliar a velocidade do vento, já que o vento varre as partículas de água permitindo maior incidência de luz solar. A chuva também influencia, mas como ela surge normalmente com um alto nível de nebulosidade, elas são avaliadas juntas, com a chuva sendo desconsiderada nos cálculos de eficiência. O ângulo azimutal, formado entre o norte geográfico e a projeção dos raios solares, é outro fator de influência, pois varia durante o dia, sendo essencial determinar o ângulo dos painéis que permita a maximização da geração diária de energia. Os valores de ângulos para os painéis já são estimados em diversos artigos e sites, determinando os valores para cada latitude. A temperatura de superfície, afeta diretamente a tensão de saída. Foi evidenciado que o aumento da temperatura ambiente reduz a tensão de saída do módulo. Vale pontuar que essa temperatura também depende da corrente gerada no painel.

A presença de edificações, árvores nos arredores dos módulos ou grandes objetos, também podem afetar a geração, causando sombreamento em alguns dos painéis do arranjo, reduzindo a incidência de radiação direta na zona sombreada afetando drasticamente o desempenho do módulo. Pode-se considerar aceitável até 25% de redução do desempenho

estimado nos módulos considerando tais influências, entretanto, de acordo com a geração identificada pelos inversores, os agrupamentos vinculados ao inversor 4FZ2624042 do Grupo 1 e aos inversores 4FZ2624032 e 4FZ2624007 do Grupo 2 apresentam baixas de 11%, 25% e, até mesmo 48% além do aceitável para tais influências.

Para entender a influência da geração de energia solar e a importância das perdas evidenciadas anteriormente nos gastos de energia elétrica do IFBA é preciso definir seu perfil de consumo. O IFBA atualmente tem uma demanda contratada de 450 kW de potência ativa e está classificado no subgrupo A4 das categorias tarifárias da ANEEL, para consumidores em níveis de tensão de 2,3kV até 25kV e tarifa horo sazonal verde. O consumo médio mensal de energia elétrica em 2019 foi de 113.501,49 kWh, com uma média de custo mensal de R\$ 91.348,74, desconsiderando as multas e taxas por atraso de pagamento e ultrapassagem de demanda; e uma média de R\$ 111.838,60 considerando-as (figura 4). Durante 2019, houveram ultrapassagens na demanda ativa em quase todo ano, exceto nos meses de agosto, setembro e outubro de acordo com a planilha de acompanhamento de energia elétrica do campus SSA de 2019 (TANIMOTO, 2020).

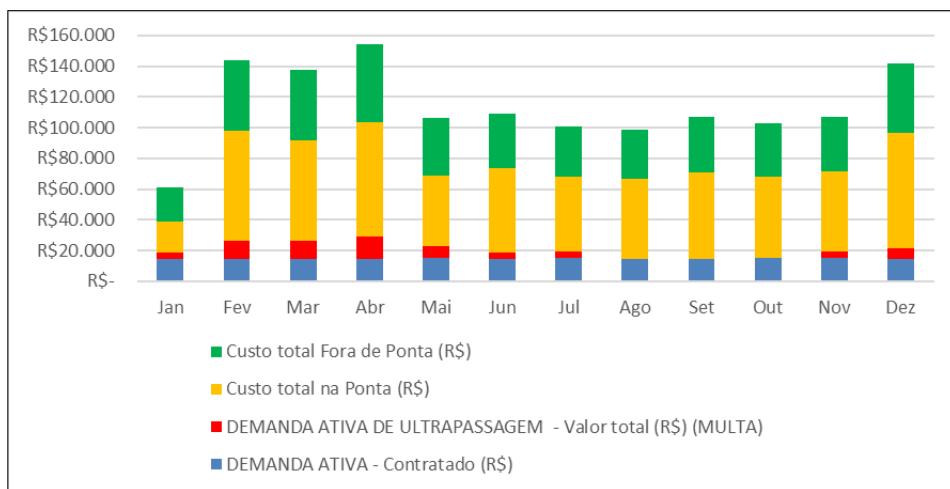


Figura 4 – Custo da energia elétrica paga à COELBA, 2019.

Fonte: Tanimoto, 2020.

A Geração de energia solar pelo conjunto do *carport* foi responsável pela economia de R\$ 13.111,65 no período estudado (2019). Considerando as análises feitas anteriormente, todos os inversores apresentam em algum mês do ano quedas comparando com o esperado de projeto, tendo uma necessidade de atenção maior os inversores identificados pelos números de série 4FZ2624007 e 4FZ2624042, que apresentam baixas de até 73% e 50% respectivamente. Faz-se necessário uma avaliação das condições atuais do sistema de geração do *carport*, aplicando as possíveis medidas de manutenção e correção para se

reduzir essas perdas.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A geração de energia solar no IFBA tem uma influência significante nos gastos de energia, estimada em 8%, e é necessária uma avaliação das condições atuais do sistema de geração do *carport*, aplicando as possíveis medidas de manutenção e correção para se reduzir essas perdas. É de enorme importância a integração do sistema de geração dos blocos F, H e I à rede da *Growatt* para que possam ser feitas análises mais precisas sobre sua geração com os dados que serão armazenados no sistema. Porém, essas informações podem ser acessadas através da leitura do totalizador em cada inversor, ao final do mês, como se faz nas residências.

Devido ao curto período do projeto e das influências da pandemia do COVID-19, não foi possível a continuidade à coleta de dados após o corte de galhos que sombreavam parte de dois sistemas de geração; o registro das manutenções feitas no decorrer do período em estudo, nem a influência da deposição de sujeira na superfície dos painéis, o que dificulta as análises e a identificação de problemas, impedindo a aplicação de medidas corretivas de maneira mais eficaz. Tais medidas serão adotadas tão logo possamos desenvolver ações presenciais no campus.

AGRADECIMENTOS

Ao IFBA, campus Salvador, que através do edital DIREC / DEPAE / Programas Universais 2019 concedeu bolsa de extensão ao discente Breno Villas Boas de Araújo.

REFERÊNCIAS

- AYRÃO, V. **Energia Solar Fotovoltaica no Brasil: Conceitos, aplicações e estudos de caso**. Rio de Janeiro: International Copper Association Brazil, 2018.
- CANTOR, G. A. R. **Influência dos fatores climáticos no desempenho de módulos fotovoltaicos em regiões de clima tropical**. 177 p. Dissertação (Mestrado em Energias Renováveis), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.
- SOLEN, **Projeto para Central Geradora Solar Fotovoltaica – IFBA / campus Salvador**, Rio de Janeiro, 2016.
- TANIMOTO, A. H.; GOMES JÚNIOR, W.; CAD, M. **Relatório da Gestão da Energia Elétrica do campus Salvador**. Grupo da energia / CISA, campus Salvador, 2020.

CAPÍTULO 10

DESIGN URBANO: A INSERÇÃO DAS CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS

Data de aceite: 27/09/2021

Cristiane Silva

Advogada; Doutora e Mestra pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI

Romualdo Theophanes de França Júnior

Engenheiro Civil; Docente da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC; Doutor em Administração e Turismo pela Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI
Itajaí, Santa Catarina, Brasil

Adelcio Machado dos Santos

Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento (UFSC). Docente e Pesquisador da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe (Uniarp)
Capoeiras, Florianópolis (SC) Brasil

RESUMO: Objetiva-se tratar os principais conceitos, características e peculiaridades das cidades sustentáveis, principalmente no que tange a caracterização das construções sustentáveis, como fator destacado, nos recentes processos de planejamento e gestão do espaço urbano. Para tanto abordou-se acerca da paisagem urbana como recurso de desenvolvimento, o desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, as construções verdes ou sustentáveis e a sustentabilidade urbana. Conclui-se que inserir as construções sustentáveis no contexto das cidades é uma ferramenta para o design urbano beneficiando a sociedade e gerando desenvolvimento econômico sem afetar as necessidades das futuras gerações, além de

evidenciar que o desenvolvimento de técnicas construtivas, aliada a aplicação de materiais ecológicos, respeitando a disponibilidade dos recursos naturais da região produz efeito cultural contribuindo para a sustentabilidade urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade Urbana. Cidades. Desenvolvimento sustentável.

URBAN DESIGN: THE INTEGRATION OF SUSTAINABLE BUILDINGS

ABSTRACT: The objective is to deal with the main concepts, characteristics and peculiarities of sustainable cities, especially with regard to the characterization of sustainable buildings, as a prominent factor, in the recent urban planning and management processes. In order to do so, it was approached about the urban landscape as a resource for development, sustainable development and sustainability, green or sustainable constructions and urban sustainability. It is concluded that inserting sustainable constructions in the context of cities is a tool for urban design benefiting society and generating economic development without affecting the needs of future generations, as well as evidence that the development of constructive techniques, combined with the application of ecological materials, Respecting the availability of the natural resources of the region produces cultural effect contributing to the urban sustainability.

KEYWORDS: Urban Sustainability. Cities. Sustainable development.

1 | INTRODUÇÃO

O presente trabalho objetiva tratar os principais conceitos, características e peculiaridades das cidades sustentáveis, principalmente no que tange a caracterização das construções sustentáveis, como fator destacado, nos recentes processos de planejamento e gestão do espaço urbano.

Face aos modelos convencionais da boa forma urbana, o caráter atípico dos novos tecidos, o desenho fragmentado e difuso das novas paisagens urbanas, as rupturas de escala, os efeitos de centrifugação e de (re)polarização, e da nova escala dos territórios urbanizados entre outros temas, produzem um vasto campo de indagação sobre o que realmente interessa para a reflexão e para a reformulação das políticas urbanas vigentes (DOMINGUES, 2006).

Neste contexto, dos vários aspectos que envolvem o design urbano, é que tentamos trazer para a ponta do debate os aspectos referentes às cidades sustentáveis, como, por exemplo, qual a definição fornecida para estas cidades e quais as estratégias aplicadas na sustentabilidade urbana.

2 | A PAISAGEM URBANA COMO RECURSO DE DESENVOLVIMENTO

É cada vez mais comum o processo de investimento para criar, restaurar, reorganizar, ou mesmo revitalizar as paisagens de uma cidade transformando-as em atrativos para o seu desenvolvimento, seja através do turismo ou mesmo para incentivar a instalação de novas empresas.

Este processo de intervenção sobre a paisagem urbana para aumentar a potencialidade competitiva das localidades contribui para alterar a imagem das cidades, principalmente naquelas possuidoras de atrativos culturais expressivos, seja com intervenção no patrimônio, seja pela revitalização de áreas degradadas ou abandonadas, pela gentrificação de grandes áreas da cidade ou mesmo pela inserção de novos artefatos culturais e grandes equipamentos, acabam por influenciar de forma perene a relação homem-espaco (BESSA *et al.*, 2008).

É aqui que propomos a inserção das construções sustentáveis como fator relevante para reorganização do meio urbano, sem perder o foco de seu desenvolvimento. “Cidades como Cingapura, optaram por um planejamento centralizado, privilegiando a melhoria da qualidade ambiental e sanitária da cidade e atraindo empresas de serviços com forte investimento público em educação, saúde e transporte coletivo” (MOURA, 2004, p. 1). Dubai investe em grandes equipamentos de arquitetura espetacular (NEVE, 2005). De resultado as localidades citadas conquistaram considerável aumento do fluxo turístico incrementando suas economias e melhorando o padrão de qualidade de vida de seus habitantes.

Com a busca incessante do desenvolvimento sustentável nas mais diversas áreas

da sociedade, fica implícita a expectativa de novidade, criatividade e inovação no design das construções sustentáveis inseridas como atrativos urbanos. Representa, portanto, uma cultura a ser difundida tanto para os empreendimentos particulares quanto para as edificações públicas.

3 I DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SUSTENTABILIDADE

Ao versar sobre a concepção de sustentabilidade, insta registrar, inicialmente, que esta é considerada uma expressão muito utilizada atualmente e que reflete questões fundamentais e que bastante corroboram com o desenvolvimento do planeta.

O termo “desenvolvimento sustentável” foi utilizado pela primeira vez, durante o debate havido no âmbito das políticas internacionais, pelo *World Conservation Strategy* (SPANGENBERG, 2001).

Para Ferreira e Amado (2009), existem inúmeros debates sobre a concreta existência do desenvolvimento sustentável. Esses debates têm tomado grande vulto e mencionam a dicotomia existente entre as expressões desenvolvimento e sustentabilidade, além, é claro, de apresentarem um histórico de se escolher por uma ou outra realidade.

O *World Wide Fund For Nature* ou Fundo Mundial para a Natureza define o desenvolvimento sustentável como um desenvolvimento capaz de suprir as necessidades presentes na atual geração, sem que se afetem as capacidades de atendimento àquelas necessidades das futuras gerações.

Por esses motivos, conclui-se com base em todos os entendimentos proferidos pelo assunto, que o desenvolvimento sustentável ou a sustentabilidade se constitui de um processo que busca compreender um espaço de possibilidades (COELHO, 2001).

É através desse processo que se deseja conciliar o desenvolvimento econômico e a preservação ambiental, refletida através das construções ecológicas, e sua interface no desenho da paisagem urbana.

4 I CONSTRUÇÕES VERDES OU SUSTENTÁVEIS

Quando se fala de construções verdes ou também chamadas de construções sustentáveis ou ecológicas, há de destacar, primeiramente, que ainda existem muitas discussões sobre a sua concepção e que não é correto afirmar apenas, que uma obra é sustentável ou não, pois a caracterização da sustentabilidade importa a projeção, a execução e somatória de técnicas empregadas com relação ao entorno e ao lugar em que se realiza o empreendimento ou construção (BUSSOLoti, 2007).

Só é possível afirmar se uma obra é sustentável ou não, se for comparada com outro projeto de uma construção mais sustentável. Por isso:

Pensar em um edifício isolado não faz sentido quando tratamos de questões ambientais como a sustentabilidade dos espaços construídos pelo homem.

Por ser sistêmica, a construção para ser sustentável deve ser elaborada em um contexto, o externo é tão importante quanto o que ocorre nas dependências internas. Por isso, a comparação é a melhor forma de avaliar uma construção sustentável, a obra nunca está sozinha (BUSSOLOTI, 2007, p. 1).

Se um edifício cumprir todos os pré-requisitos técnicos, respeitar todas as normas éticas ambientais, apenas usar materiais adequados e mesmo assim se fechar para dentro, não condizendo com as necessidades do entorno, não se relacionando com o lugar na qual está inserida, abstrair as outras construções e pessoas que convivem próximo, não estará sendo sustentável.

Pode parecer complicado, mas, não existe nenhuma obrigatoriedade de se cumprir todos os requisitos técnicos para uma construção ser sustentável. Caso contrário, as casas seriam todas iguais. Na verdade, as diretrizes são uma forma de orientar aqueles que pretendem construir de uma forma ambientalmente mais responsável (BUSSOLOTI, 2007).

Portanto, uma arquitetura sustentável deve observar o espaço em que será implantada, os aspectos naturais, as condições geográficas, bem como as condições meteorológicas e topográficas, aliadas às questões sociais, econômicas e culturais do lugar (BUSSOLOTI, 2007).

No entanto, cabe destacar que as construções verdes ou sustentáveis têm projetos de alto custo econômico no Brasil. Já nos Estados Unidos, existem empresas que conseguem construir sustentavelmente com o mesmo valor que as empreiteiras tradicionais. Na verdade, essa condição só melhorará quando as pessoas estiverem conscientes dos benefícios trazidos pelas construções sustentáveis e, consequentemente, procurarem adquiri-las (NAVARRO, 2007).

Diante desses posicionamentos, afirma-se também que as construções sustentáveis devem seguir algumas diretrizes. Como exemplo, cita-se: (1) o planejamento em longo prazo para a obra; (2) eficiência energética; (3) uso adequado da água; (4) reaproveitamento da água; (5) uso de técnicas passivas das condições e recursos naturais; (6) uso de materiais e técnicas ambientalmente corretas; (7) gestão de resíduos sólidos (reciclagem, reutilização e redução); (8) conforto e qualidade interna dos ambientes; (9) permeabilidade do solo; e, (10) integração de transporte de massa ou alternativo ao contexto do projeto (BUSSOLOTI, 2007).

Além disso, economizar recursos como água e energia e reverter seus resíduos transformando-os em benefícios ou fontes de renda é um conceito inovador e bem vindo em qualquer sociedade que se preocupa com o futuro e que deseja garantir a sua continuidade (REDE DA SUSTENTABILIDADE, 2008).

Frisa-se, portanto, que as construções sustentáveis conduzem a uma significativa melhoria para a sociedade e, consequentemente, para o design urbano das cidades, razão pela qual, examina-se no tópico subsequente exatamente isso, ou seja, quais os benefícios ocasionados pelo desenvolvimento sustentável às cidades e quais cidades já adotam essa

prática, dentre outras informações inerentes a este tema tão apaixonante.

5 | SUSTENTABILIDADE URBANA

Uma cidade é considerada sustentável, na medida em que é capaz de evitar a degradação e manter a saúde de seu sistema ambiental, reduzir a desigualdade social, prover seus habitantes de um ambiente construído saudável, bem como construir pactos políticos e ações de cidadania que o permitam enfrentar desafios presentes e futuros (URBAN WORD FORUM, 2002).

Portanto, a sustentabilidade urbana, além de preservar seus recursos naturais, deve permear a qualidade e a integração do espaço construído com os recursos naturais.

Após conceituar e esclarecer alguns pontos referentes às construções sustentáveis e a sustentabilidade urbana importante se faz observar, no tocante à implantação de cidades sustentáveis, alguns dispositivos que devem ser aplicados no design urbano, quais sejam:

- a. ordenamento territorial do espaço urbano, com a formulação de Planos Diretores Municipais, seguindo a tendência dos estudos de dispersão urbana;
- b. parcelamento e uso do solo em sintonia com o design desenvolvimentista que se quer da paisagem urbana;
- c. adequar a administração pública com a interface do planejamento ambiental, avaliando suas características locais;
- d. desenvolver sistemática que permita a efetiva participação do cidadão, seja individualmente ou através das instituições representativas;
- e. promover o desenvolvimento de técnicas sustentáveis, com destaque a produção e consumo de bens e serviços, visando reduzir desperdícios;
- f. gerar incentivo ao uso de sistemas energéticos e transportes de massa de baixo índice de poluição;
- g. investir na educação e cultura, através de módulos de preservação ambiental e respeitabilidade ao ser humano, especialmente voltado às gerações futuras;
- h. divulgar e produzir metodologias de manutenção e conservação preventiva, com técnicas e produtos renováveis; e,
- i. incentivar o desenvolvimento econômico observando a gestão dos recursos naturais.

Partindo dessas considerações, afirma-se, então, que a sustentabilidade urbana deve compreender uma série de atos e programas de sustentabilidade, para que alcance o seu objetivo, incluídas a cultura das construções verdes ou sustentáveis.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Das considerações estudadas, fica evidente que inserir as construções sustentáveis no contexto das cidades, reflete diretamente em aplicar as ferramentas do design urbano em benefício da sociedade, especialmente no atendimento de suas necessidades presentes, com possibilidade de gerar considerável desenvolvimento econômico, sem que afete as necessidades das futuras gerações.

Evidenciamos, inclusive, que o desenvolvimento de técnicas construtivas, aliada a aplicação de materiais ecológicos, respeitando a disponibilidade dos recursos naturais da região, produzem um positivo efeito cultural que por si só já trazem uma grande contribuição à sustentabilidade urbana.

REFERÊNCIAS

BESSA, Altamiro Mol *et al.* **Políticas urbanas para o turismo e suas consequências nas paisagens e culturas locais**: o caso recente do Rio de Janeiro (RJ). 2008. Disponível em: <http://www.ettern.ippur.ufrj.br/central_download.php?hash...id=47>. Acesso em: 01 maio 2017.

BUSSOLOTTI, Fernando. **Como funcionam as construções sustentáveis**. Disponível em: <<http://ambiente.hsw.uol.com.br/construcoes-ecologicas1.htm>>. Acesso em: 01 maio 2017.

COELHO, Christianne C. de S. R. **Complexidade e sustentabilidade nas organizações**. Florianópolis, 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

DOMINGUES, Alvaro (Coord.). **Cidade e Democracia**: 30 anos de transformação urbana em Portugal. Lisboa: Ed. Argumentum, 2006.

FERREIRA, Danilo Malta; AMADO, Rafael Fernandes. Levantamento e análise de indicadores de sustentabilidade ecológica para propostas urbanísticas. In: CONGRESSO DE MEIO AMBIENTE DA AUGM, 6., 2009, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2009.

MOURA, Rosa. Cidades-modelo e a performance de Cingapura. **Arquitextos**, São Paulo, 2004. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos>>. Acesso em: 01 maio 2017.

NAVARRO, Luciana. **Construções verdes**. 2007. Disponível em: <<http://clipping.planejamento.gov.br/Noticias.asp?NOTCod=386962>>. Acesso em: 01 maio 2017.

REDE DE SUSTENTABILIDADE. **O que é sustentabilidade?** 2008. Disponível em: <<http://www.sustentabilidade.org.br/>>. Acesso em: 01 maio 2017.

SPANGENBERG, J. H. Sustainable Development: from catchwords to benchmarks and operational concepts. In: CHARTER M.; TISCHNER, U. (Ed.). **Sustainable Solutions**. Sheffield: Greenleaf Publishing Limites, 2001.

URBAN WORD FORUM. Reports On Dialogues II: sustainable urbanization. 2002. Disponível em: <<http://www.unchs.org/uf/aii.html>>. Acesso em: 01 maio 2017.

CAPÍTULO 11

FORMAÇÃO EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL DE PROFESSORES INDÍGENAS: PERCEPÇÃO DOS PROBLEMAS AMBIENTAIS DA TERRA INDÍGENA APIAKÁ-KAYABI EM JUARA/MT

Data de aceite: 27/09/2021

Rosalia de Aguiar Araújo

UNEMAT - Faecs
Instituto Ecumam
Juara-MT

<http://lattes.cnpq.br/0662717387421147>

Saulo Augusto de Moraes

UNEMAT - Faecs
Instituto Ecumam
Juara-MT

<http://lattes.cnpq.br/4313786492680454>

José Guilherme de Araújo Filho

Museu do Vale do Arinos- Diretor
Instituto Ecumam
Juara-MT

<http://lattes.cnpq.br/4112768574335783>

Etnoambientais, na perspectiva da reflexão sobre os problemas ambientais que emergem nas comunidades indígenas, bem como das relações que vêm desenvolvendo entre as etnias e com a sociedade do município de Juara/MT. A formação dos professores indígenas, neste contexto, tem potencializado a mobilização de ações de professores e alunos junto às suas comunidades, no sentido de mitigar e/ou prevenir ações de degradação ambiental que estão sendo percebidos nesses espaços.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental; Formação Docente; Terra indígena Apiaká-Kayabi; Instituto Ecumam.

FORMATION IN ENVIRONMENTAL EDUCATION FOR INDIGENOUS TEACHERS: PERCEPTION OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE INDIGENOUS LAND APIAKÁ-KAYABI IN JUARA/MT

RESUMO: O presente trabalho é um recorte do projeto ConTextos Ambientais Juruena-Juara: Formação docente de professores indígenas e da rede pública em Educação Ambiental, proposto pela Universidade do Estado de Mato Grosso em parceria com o Instituto Ecumam e Projeto Poço de Carbono, que objetiva descrever como por meio da formação continuada em Educação Ambiental, os professores da Terra Indígena Apiaká-Kayabi percebem os problemas ambientais no contexto de cada unidade escolar, de modo a relacioná-los com os problemas mundiais e contemporâneos que assolam a humanidade. Embasados na Epistemologia da Prática, organizamos encontros mensais em cada unidade escolar e Encontros Coletivos

ABSTRACT: The present work is an excerpt from the Juruena-Juara Environmental ConTexts project: Teacher training for indigenous and public teachers in Environmental Education, proposed by the State University of Mato Grosso in partnership with the Ecumam Institute and Poço de Carbono Project, which aims to describe how, through continuing education in Environmental Education, teachers from the Apiaká-Kayabi Indigenous Territory perceive environmental problems in the context of each school unit, in order to relate them to global and contemporary problems that plague humanity. Based on the Epistemology of Practice, we organize monthly meetings in each school unit

and Ethno-environmental Collective Meetings, with a view to reflecting on the environmental problems that emerge in indigenous communities, as well as the relationships that have been developing between ethnicities and with society in the municipality of Juara – MT. The training of indigenous teachers, in this context, has potentialized the mobilization of teachers and students actions in their communities, in order to mitigate and/or prevent actions of environmental degradation that are being perceived in these spaces.

KEYWORDS: Environmental Education; Teacher Training; Indigenous Land Apiaká-Kayabi; Ecumam Institute.

INTRODUÇÃO

As pressões econômicas, políticas e sociais para a expansão da fronteira agrícola moderna provocaram a extração e a transformação dos recursos naturais em matéria prima. Fronteira agrícola moderna, segundo Santos (1996a, 1996b) são áreas ocupadas por monoculturas intensivas em capital e tecnologia, em substituição à vegetação original, as áreas de pastagens e as culturas tradicionais e indígenas.

Sociedades tradicionais e indígenas têm manejado os recursos naturais e modificado os ecossistemas, promovendo até mesmo o enriquecimento do fluxo gênico, através de seu cultivo e domesticação, alterando e formando novas paisagens (ANDERSON, 2011 *apud* CRUZ, 2014). Pesquisadores em ciências naturais e conservacionistas começam a reconhecer que grupos, como os indígenas, têm um conhecimento peculiar sobre seu ambiente e um importante papel em estratégias de conservação e manejo de recursos naturais (SHEIL; LAWRENCE, 2004 *apud* CRUZ, 2014).

Esse conjunto de conhecimentos sobre as relações entre as espécies e destas com o ambiente é descrito na literatura como conhecimento ecológico local (CEL), conhecimento ecológico indígena (CEI) ou ainda conhecimento ecológico tradicional (CET). Para melhor compreender estas relações entre os seres humanos e o seu meio, encontramos na etnoecologia um campo fértil para pesquisas, que inclui os fatores abióticos, claramente indicando uma interação entre pessoas e ambiente (PRADO; MURRIETA, 2015). Toledo (1992), sugere que a etnoecologia tem suas raízes na antropologia, mesmo que se apresente como uma área de confluência entre as ciências biológicas e as ciências humanas. Cruz (2014), faz referência ao prefixo “etno” que possui dois significados: primeiro se refere a um grupo étnico em particular e segundo, como referência às percepções do grupo local.

As pesquisas de natureza etnoecológica ou etnobotânica procuram explorar a importância cultural e econômica das espécies para o modo de vida das populações, associando seus saberes e práticas com o manejo dos recursos naturais, investigando o CEL de um povo e como este pode ser útil para a conservação biológica, o empoderamento das comunidades, respeitando, sobretudo, os direitos de propriedade intelectual sobre os conhecimentos dessas populações (HUNN, 2007 *apud* CRUZ, 2014).

No contexto das populações indígenas, o uso do CEL ou do CEI para investigações

sobre as paisagens, caça, pesca, botânica, ou seja, atributos físicos, biológicos e culturais estão se tornando cada vez mais instrumentos de luta e empoderamento das comunidades para a gestão e manejo dos territórios e recursos (BRASIL, 2012). Por outro lado, a manutenção e o resgate de conhecimentos tradicionais e ecológicos podem ser integrados ao conhecimento científico, o que pode assegurar os direitos territoriais dessas populações que estão sob constantes ameaças de perdas de terras e soberania.

A educação não deve e não pode se alienar dessas problemáticas ambientais, considerando que está inserida dentro de um contexto social mais amplo que os conhecimentos cognitivos e culturais que permeiam o currículo escolar. Segundo Guimarães (1995), o conteúdo escolar é a apreensão sistematizada (conhecimento) de uma realidade. Se, em uma aula, o educador restringir-se apenas ao conteúdo pelo conteúdo, não o relacionando com a realidade, estará descontextualizando esse conhecimento, afastando-o da realidade concreta, tirando-lhe o significado e alienando-o.

O trabalho com a educação ambiental na escola também se impõe pelo fato de que, conforme “a humanidade aumenta sua capacidade de intervir na natureza para satisfação de necessidades e desejos crescentes, surgem tensões e conflitos quanto ao uso do espaço e dos recursos naturais, explorados de forma demasiadamente intensa, em função de novas tecnologias” (BRASIL, 1997, p. 04). No entanto, os educadores, de maneira geral, não atribuem ao tema a devida importância, ou sentem-se despreparados para lidar com essas questões. Por conseguinte, a educação ambiental tem sido tratada de forma pontual, restringindo-se às informações dos livros didáticos, às datas comemorativas e, em algumas escolas, ao plantio de hortas e à coleta seletiva do lixo.

A escola, uma das principais instituições responsáveis pela educação e formação do ser humano, deve estar vinculada aos princípios da participação, dignidade, corresponsabilidade, solidariedade e equidade. Professores e funcionários das escolas precisam estar capacitados para interagir no processo de construção de cidadãos que saibam exercer sua cidadania. Preparar os educadores é preparar as novas gerações para agir com responsabilidade e sensibilidade, para recuperar o ambiente saudável no presente e preservá-lo para o futuro.

A formação de professores em Educação Ambiental potencializa a reflexão da sua capacidade de mobilizar alunos e comunidade escolar para a solução de problemas ambientais localizados. Os problemas ambientais que assolam o planeta também podem ser percebidos em micro escala, como é o caso da Terra Indígena Apiaká-Kayabi que se localiza em Juara/MT. A percepção pelos professores indígenas de que problemas ambientais de contexto mundial também podem ser percebidos em suas comunidades, de modo a relacioná-los com os problemas mundiais e contemporâneos que assolam a humanidade foi o objetivo da proposta de formação em Educação Ambiental desenvolvida pela Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, com os professores indígenas das etnias: Munduruku, Kayabi e Apiaká.

METODOLOGIA

Juara dista aproximadamente 720 km da capital de Mato Grosso, se situando a noroeste do estado, latitude 11° 15' 05.56"S e longitude 57° 30' 18.14"O, se constitui como cidade polo da região denominada Vale do Arinos. Os rios Juruena e Arinos são os principais cursos d'água, drenando-a no sentido sul-norte. A cidade de Juara está situada à margem direita do rio Arinos.

A área da cidade de Juara e entorno, conforme mapeados na escala 1:250.000 pelo Projeto Zoneamento Sócio-Econômico-Ecológico do Estado de Mato Grosso (2018), está assentada sobre o domínio de solos do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico, passando a eutrófico mais a região norte do perímetro urbano e periurbano. Os solos Podzólicos Vermelho-Amarelo distróficos apresentam horizonte A moderado pouco profundo e profundo, textura média/argilosa, fases Floresta Equatorial Subperenifólia, relevo forte ondulado.

A vegetação é a Floresta Equatorial Subperenifólia e originam-se de rochas cristalinas do Complexo Xingu (granitos, gnaisses, migmatitos, etc.). (LIMA; MODESTO FILHO; MOURA, 2017). “Encontra-se na unidade de Clima Equatorial Continental Úmido, com estação seca definida da Depressão Sul-Amazônica” (LIMA; MODESTO FILHO; MOURA, 2017, p. 70).

A população de Juara se constitui dos povos indígenas Kayabi, Apiaká, Rikbaktsa e Munduruku, além de imigrantes de várias regiões do país, particularmente de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Criada em meados de 1970, conta com sua economia prioritariamente baseada na agropecuária.

Os povos indígenas de Juara/MT habitam duas Terras Indígenas: Japuíra e Apiaká-Kayabi (SILVA e SATO, 2010). Na Terra Indígena Japuíra residem os Rikbakta e na Apiaká-Kayabi, residem povo Kayabi, ou como se autodenominam “Kawaiweté” (KAYABI, 2016), nas Aldeias Tatuí, Itu, Figueirinha e Vale Verde, o povo Munduruku habitam a aldeia Nova Munduruku e o povo Apiaká na aldeia Mayrob.

A metodologia proposta se aproxima da concepção de formação de professores: a epistemologia da prática, considerando a práxis como referência para os saberes e fazeres docentes, de maneira a permitir uma reflexão não só dos problemas ambientais que emergem de cada realidade, mas também da/na constituição da identidade docente. Esta metodologia permite a capilaridade dos conhecimentos e possibilita a elaboração de um cardápio de temas e estratégias de ensino aprendizagens coerentes com os saberes tradicionais de cada comunidade escolar, principalmente considerando a cosmovisão indígena de natureza e da relação de proximidade que estes possuem com o ambiente do seu entorno e do seu território. Desta feita, os problemas ambientais de cada escola foram socializados nos encontros formativos, permitindo uma aproximação das vivências em contextos diferentes e o entendimento de que as questões ambientais estão inseridas

em um contexto amplo e complexo relacionado à toda a população humana.

Participaram dos encontros formativos os professores das escolas Kixi Barampô (Aldeia Nova Munduruku – povo Munduruku), Juporijup (Aldeia Tatuí – povo Kayabi) e Leonardo Cixi Apiaká (Aldeia Mayrob – povo Apiaká), que se localizam na Terra Indígena Apiaká-Kayabi em Juara/MT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Educação Ambiental (EA) assume um caráter interdisciplinar, portanto perpassa por todas as ciências, disciplinas e ações pedagógicas. Pensar a EA em comunidades indígenas corrobora com o pensamento crítico de EA, uma indicação de que o modelo de EA a ser adotado deve percorrer por uma pedagogia mais crítica, onde alunos e professores possam construir os conhecimentos para a reconstrução e a transformação da realidade cultural e natural. Como diz Sato (2001, p. 22) “[...] as comunidades detêm conhecimentos próprios, entretanto, não utilizam a linguagem acadêmica para legitimar este saber”. A partir desse viés, trabalhamos no primeiro momento com a percepção dos professores de quais eram os problemas ambientais oriundos das comunidades indígenas. Organizados em grupos discutiram e registraram em cartazes esses problemas, socializaram e elegeram, a partir dessa exposição, qual seria o tema mais emergente. Nas Escolas Juporijup (etnia Kayabi) e Leonardo Cixi Apiaká (etnia Apiaká), o tema democraticamente determinado foi “queimada” e na Escola Kixi Barampô (etnia Munduruku) foi “Água”.

Nos próximos encontros presenciais trabalhamos com a percepção dos professores sobre como o próprio povo lida com o tema elencado e a partir de qual momento esse tema passa a ser entendido como um problema. Através da percepção ambiental e a participação das pessoas no ambiente, são estabelecidas as relações de afetividade do indivíduo para com o ambiente (LIMA, 2003). A formação de laços afetivos positivos em relação à natureza e ao meio ambiente pode provocar mudanças dos valores atribuídos pelas pessoas para cada comunidade e seu entorno.

A partir dessas reflexões, os professores desenvolveram em sala de aula trabalhos com os alunos, que culminaram no Encontro Coletivo Etnoambiental Indígena, de maneira que a percepção dos problemas ambientais se tornaram mais abrangentes; uma vez que a transposição do entorno para o todo, ou seja de cada aldeia para a Terra Indígena Apiaká-Kayabi, proporciona visibilidade dos problemas ambientais que afetam toda a terra indígena, pressionada pela sociedade agrícola moderna, que de certo modo contribui para uma mudança de consumo, lenta e continuamente uma mudança cultural na relação ser humano-natureza dos povos indígenas.

Há sabedoria que flui de uma relação que poderia envolver diversas formas de conhecimento, num entrelaçamento inseparável da biodiversidade com a cultura local. E afinal, ninguém pode dar consciência a alguém. Somos seres

historicamente construídos, e capturamos a realidade na medida que somos capazes de concebermo-nos nos nossos próprios mundos (SATO, 2001, p.).

Nesse contexto, a formação em Educação Ambiental para os professores indígenas vem contribuindo para o sair de si mesmo e perceber as modificações que estão ocorrendo nas relações do próprio povo com a terra que habita, como diz Krzyszczak (2016, p. 03) “indivíduo interpreta e apoia suas ações a partir das experiências vividas e do seu conhecimento”. A terra para esses indígenas é percebida como transitória, uma vez que ao se identificarem usam como referência os lugares de origem. Na fala de muitos moradores, principalmente os mais idosos, surgem resquícios de saudades do lugar de onde vieram ampliando a territorialidade indígena para além da TI Apiaká-Kayabi.

Acreditamos, portanto, que a escola ao evidenciar os problemas ambientais de sua comunidade, pode mobilizar nos jovens a sensibilização para o pertencimento, para cuidá-lo e esperançar, no sentido de uma EA que transpareça o agir, a ação e a transformação do local para uma comunidade sustentável, “a educação é ao mesmo tempo o reflexo da dinâmica social e o cadinho das mudanças” (SAUVÉ, 2005 p. 31). Neste sentido, a EA pode propiciar uma visibilidade à cultura indígena, assegurando à posteridade vivenciar os conhecimentos tradicionais, sem, no entanto, desprezar e/ou desconhecer os conhecimentos científicos, de maneira a assegurar o empoderamento da cultura indígena na sociedade, principalmente no município de Juara. Como nos afirma Reigota (1997, p. 10-11), quando se refere a EA, “Trata-se de uma educação que visa não só a utilização racional dos recursos naturais, mas basicamente a participação dos cidadãos nas discussões sobre as questões ambientais”. Perceber-se integrante, dependente e agente transformador do ambiente identificando seus elementos e as interações entre eles, é uma conscientização necessária ao educador. A perspectiva ambiental oferece instrumentos para que professores e alunos possam compreender problemas que afetam suas vidas, a comunidade, a de seu país e a do planeta.

Nesse intuito, a formação em EA, potencializa não apenas a resolução de problemas ambientais locais, antes evoca nas pessoas o pensamento reflexivo necessário para o (re) conhecimento de uma sociedade multicultural, característica das cidades de fronteiras do agronegócio, em que a dominação da forma de produção se sobrepõe às culturas e às pessoas. Portanto, a formação em EA, pode ser considerada um mecanismo de resistência e de conquista de espaços em suas mais diversas conceituações e abrangências, em que a relação ser humano-natureza perpassa pela valorização das diversidades etnoculturais.

Araújo e Oliveira (2016), ao investigar as representações sociais de meio ambiente de professores, alunos e gestores de uma referida escola pública, por meio de desenhos representativos, argumentaram que:

Cabe ao professor e à escola se engajar no desafio de unir a teoria e a prática contextualizadas com a realidade em que o aluno se encontra. E o seu objetivo é abordar o tema com vistas a mobilizar os alunos a se posicionarem de forma

a considerar que as relações sociais são tão importantes quanto a natureza e os recursos indispensáveis à vida, que ela pode nos proporcionar. Em suma, a escola não pode resolver todos os problemas existentes, mas pode contribuir com ferramentas poderosas para ajudar no combate aos danos existentes e na preservação de todas as espécies existentes no planeta Terra. (p. 99).

Os professores indígenas, por já atuarem no contexto da Terra Indígena, com uma comunidade aldeada, podem por consequência desenvolver uma reflexão crítica sobre o modo de vida indígena, sua relação com a natureza e com o meio ambiente, ao mesmo tempo comparando o modo de vida não indígena, os impactos ambientais aos serviços ecossistêmicos e a profunda alteração ecológica, social e ambiental que demandam. Realidade esta que já se aproxima do entorno das Terras Indígenas de Juara por uma agricultura intensiva, em que os insumos que são aplicados na preparação do solo, além de sementes selecionadas que são imunes de pragas e adequadas ao tipo de clima, herbicidas, inseticidas, entre outros (FREITAS, 2021). A mecanização, neste tipo de sistema agrícola são os tratores, colheitadeiras, plantadeiras e implementos e o resultado de tanto impacto no solo, na água e na atmosfera é a exportação, ou seja, não agrega valor à alimentação dos povos indígenas. Ao contrário, contamina rios e córregos, derrubam floresta, altera a composição do solo no efeito de borda e pressiona cada vez mais para que os limites da Terra Indígena sejam retraídos.

Neste contexto, uma EA na escola indígena e na comunidade indígena é uma forma de resistência, de se instrumentalizar tanto teoricamente quanto proceduralmente, na defesa da sua cultura, do seu lugar, das suas tradições e de seu modo de vida. É por meio da percepção de que problema ambiental é macro e planetário, por um modo de produção capitalista e extrativista, em que o lucro e poder está acima das vidas humanas, de outros seres vivos e de todo o tipo de patrimônio cultural. É preciso que percebam as queimadas, derrubadas que fazem em suas aldeias, da acumulação de materiais recicláveis, mas também entender que isso é apenas uma parcela da destruição ambiental que ocorre no mundo e que, na maioria das vezes, as terras ainda preservadas, se encontram em Terras Indígenas.

Desta feita a EA é partícipe do empoderamento de lideranças e jovens das aldeias, é com ela que talvez possam politizar os seus jovens, agregando conhecimento, provocando a angústia pela perda do pouco que ainda tem. É uma forma de o jovem perceber que não são apenas os anciãos que querem um lugar tranquilo para viver até morrer, que aquele lugar pertence a eles há muitas gerações e, que, portanto, está na sua vez ou hora de defender um patrimônio que não é só indígena, é mundial, mesmo que os não indígenas desconheçam essa realidade.

É com este intuito, de contribuir para a formação dos professores indígenas, que realizamos este trabalho, uma vez que se percebem os problemas ambientais locais podem extrapolar para outros lugares e formas de vida, comparando e dialogando com os

seus alunos sobre o porquê daquele desequilíbrio ecológico, ou como acontece à poluição, se tudo que aparece nas mídias e redes sociais são essenciais para a sobrevivência no planeta. Mas com certeza, o bem maior da EA é a ligação com a cosmovisão indígena de mundo, de natureza e de pessoas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A formação em EA dos professores indígenas proposta apresentou situações cotidianas e promoveu reflexões sobre problemas que afetam as relações interpessoais, sociais e com a natureza, questões do dia a dia, de sua vida e de sua comunidade. As questões ambientais são cercadas de muitas variáveis e problemas que por vezes passam despercebidos, daí a importância em tratar a questão ambiental em aspecto amplo, estabelecendo *links* com a teoria e a prática, visando ao entendimento e a consciência crítica que o próprio ser humano que causa danos, pode revertê-los.

Nas escolas indígenas a EA deve ser um processo contínuo pelo qual o educando adquire conhecimento e informações relativas às questões ambientais. Neste cenário, a formação em Educação Ambiental dos professores indígenas, compreende uma continuidade com proposta reflexiva e pró-ativa, em que a comunidade escolar percebe os problemas ambientais emergentes e propõe soluções imediatas ou mediadas pela potencialidade do saber fazer.

Ao utilizar a mesma metodologia utilizada na formação com seus alunos em sala de aula, os professores cursistas já demonstraram um olhar perceptível macro e micro dos problemas ambientais. Infelizmente, o tempo foi muito curto para que mais provocações e desafios fossem lançados. É necessário outras propostas de EA que considere uma criticidade elencada com os problemas mundiais e contemporâneos, mas acreditamos que uma sementinha foi plantada e que cada professor, se conseguir regar, cuidar, transplantar e doar para outras pessoas, o caminho se começa ao caminhar.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Rosalia de Aguiar; OLIVEIRA, Lilian. Representações sociais de meio ambiente de professores e alunos de uma escola pública do município de Juara. **RELVA**, Juara/MT/Brasil, v. 3, n. 1, p. 84-102, jan./Jul. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Meio Ambiente. 1997, Brasília: MEC/SEF.

BRASIL. 2012. Decreto N° 7747, de 13 de junho de 2012, institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGAT e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7747.htm>. Acesso em 22 de dezembro de 2020.

CRUZ, Takumã Machado Scarponi. **Etnoecologia de paisagens na terra indígena Ibirama Laklânô, Santa Catarina, Brasil.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ecologia), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

FREITAS, Eduardo de. Os sistemas Agrícolas. Mundo Educação, 2021. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/os-sistemas-agricolas.htm>. Acesso em 03 de jul. de 2021.

GUIMARÃES, Mauro. **A Dimensão Ambiental na Educação.** Campinas, SP: Papirus, 1995.

KAYABI, Dineva Maria. **Salto Sagrado do Povo Kayabi: uma história de resistência.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso de Graduação Licenciatura em Pedagogia Intercultural, Faculdade Intercultural Indígena, Câmpus de Barra do Bugres, Universidade do Estado de Mato Grosso.

KRZYSZAK, Fabio Roberto. As diferentes concepções de meio ambiente e suas visões. Rei – **Rev. de Educação do Ideau**, vol. 11, nº 23, 2016.

PRADO, Helbert Medeiros; MURRIETA, Rui Sérgio Sereni. A etnoecologia em perspectiva: origens, interfaces e correntes atuais de um campo em ascensão. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. XVIII, n. 4 n p. 139-160, out.-dez. 2015.

REIGOTA, Mauro. **Meio Ambiente e Representação Social.** São Paulo: Cortez, 1997.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** São Paulo: Hucitec, 1996a.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira.** 2^a ed. São Paulo: Ed. Hucitec, 1996b.

SATO, Michèle. Debatendo os desafios da educação ambiental. In: **I Congresso de Educação Ambiental Pró Mar de Dentro.** Rio Grande: Mestrado em Educação Ambiental, FURG e Pró Mar de Dentro, 17-21, 2001.

SILVA, Regina; SATO, Michèle. Territórios e identidades: mapeamento dos grupos sociais do Estado de Mato Grosso – BRASIL. **Ambiente & Sociedade**, Campinas v. XIII, n. 2, p. 261-281, jul.-dez. 2010.

SAUVÉ, L. **Uma cartografia das correntes em Educação Ambiental.** In: SATO, M.; CARVALHO, I. C. M. (Orgs.). Educação Ambiental - pesquisas e desafios. Porto Alegre: Artmed, 2005.

TOLEDO, Victor. **What is Ethnoecology?** Origins, Scope, and Implications of a Rising Discipline. *Etnologica*, v.1, n. 1, p. 5-21, 1992.

CAPÍTULO 12

APLICAÇÃO DAS ROTAS TECNOLÓGICAS COMO MÉTODO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO TECNOLÓGICA NOS INSTITUTOS DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIA FOCADOS EM QUÍMICA E MEIO AMBIENTE DA FEDERAÇÃO DAS INDUSTRIAS DO RIO DE JANEIRO NO BRASIL

Data de aceite: 27/09/2021

Carla Santos de Souza Giordano

Federação das Indústrias do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

Joana da Fonseca Rosa Ribeiro

Federação das Indústrias do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

Andressa Oliveira Costa de Jesus

Federação das Indústrias do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro

direcionadores de mercado selecionados, 8 plataformas tecnológicas e 5 linhas de pesquisas para a atuação dos Institutos. A aplicação do mapeamento das rotas tecnológicas como método de planejamento e gestão permite melhor gerenciamento das escolhas de investimento diante das tendências tecnológicas demandadas no horizonte temporal, já que fornece um nível de priorização relacionado ao planejamento estratégico dos Institutos. O mapeamento desenvolvido neste trabalho poderá servir como exemplo para a aplicação desse modelo em outras empresas e instituições, considerando as adaptações necessárias.

PALAVRAS-CHAVE: 1. mapeamento de rotas tecnológicas, 2. mapa de rotas, 3. Mapeamento, 4. tendências tecnológicas, 5. Planejamento, 6. indústria de química e meio ambiente

RESUMO: O artigo objetiva identificar as tendências tecnológicas que terão mais impacto no horizonte temporal 2021-2025 por meio do mapeamento das rotas tecnológicas como método de planejamento e gestão nos Institutos de Tecnologia e Inovação em Química e Meio Ambiente da Federação das Industrias no Estado do Rio de Janeiro no Brasil. Os dados de entrada foram provenientes de pesquisas relacionadas aos cenários Político, Economico, Social, Tecnológico, Meio ambiente e Legal – PESTEL, no contexto da Química e Meio Ambiente no Brasil e no mundo. A análise foi complementada com 21 horas de debates técnicos utilizando técnicas de design thinking com 83 convidados (profissionais do setor empresarial, acadêmico, governo local e pesquisadores dos Institutos da Firjan SENAI) que avaliaram direcionadores de mercado, produto e tecnologias no período proposto para a pesquisa. Os resultados do estudo indicam 75 perspectivas mapeadas, 24

TECHNOLOGY ROADMAPPING APPLICATION AS A METHOD OF PLANNING AND TECHNOLOGICAL MANAGEMENT IN THE INNOVATION AND TECHNOLOGY INSTITUTES OF CHEMISTRY AND ENVIRONMENT OF INDUSTRY FEDERATION OF RIO DE JANEIRO IN BRAZIL

ABSTRACT: The article aims to identify the technology foresight that will have the most impact between 2021 and 2025 applying technology roadmap as a method of planning and management in the Innovation and Technology Institutes of Chemistry and Environment of the Industry Federation of the State of Rio de Janeiro (Firjan) in Brazil. The input data came from research related to the Political, Economic,

Social, Technological, Environmental and Legal - PESTEL scenarios, in the context of Chemistry and Environment in Brazil and in the world. The analysis was complemented with 21 hours of technical workshop with 83 experts (professionals from the business community, the academy, local government and researchers from the Firjan SENAI Institutes). These workshops evaluated market, product and technology drivers during the period proposed for the research using design thinking methods. The results of the study show 75 forecasts, 24 market drivers, 8 technological platforms and 5 research lines for the Institutes' activities. The application of the technology roadmapping, as a planning and management method, allows better management of investment choices in the context of the technology foresight over the time horizon, prioritizing the strategic planning of the Institutes. The mapping developed in this work can serve as an example for the application of this model in other companies and institutions, considering the necessary adaptations.

KEYWORDS: 1. Technology Roadmapping, 2. Roadmap, 3. Roadmapping. 4. technology foresight, 5. Planning, 6. Chemical industry and environment.

1 | INTRODUÇÃO

O futuro está a chegar mais depressa e a duração das ondas de mudança é cada vez mais curta. Enquanto a era do minicomputador durou cerca de 20 anos, a mobilidade digital mudou tudo em apenas cinco. O progresso da tecnologia segue em ordem exponencial, ou seja, o ritmo das mudanças impulsionadas pela tecnologia está acelerado (WEFORUM, 2021).

Neste cenário, o planejamento tecnológico tornou-se essencial para identificar questões do macro ambiente externo e respectivas implicações internas à organização, a fim de traduzi-las em diretrizes que possam fundamentar o dimensionamento de recursos, investimentos, escolhas e tomadas de decisões para a Tecnologia. Diante disto, o método *technology roadmap* se demonstra efetivo para o alcance de tais objetivos.

1.1 O Objeto de Estudo

A Federação das Indústrias do Rio de Janeiro – Firjan, localizada no Estado do Rio de Janeiro - Brasil, trabalha para o desenvolvimento das indústrias do Estado. Uma de suas instituições é o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). A firjan-SENAI possui três Institutos de Tecnologia e três Institutos de Inovação que estão em constante atualização para oferecer às empresas soluções tecnológicas, amparados em equipes técnicas qualificadas e infraestruturas tecnológicas atualizadas.

O objeto de estudo concentra-se em dois destes seis institutos: o Instituto SENAI de Inovação (ISI) Química Verde que tem o objetivo de promover o crescimento sustentável da indústria brasileira, em médio e longo prazo por meio de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), e o Instituto SENAI de Tecnologia (IST) em meio ambiente, que auxilia a indústria na melhoria da condição ambiental por intermédio da prestação de consultoria, serviços de metrologia, análises e infraestrutura laboratorial.

1.2 O Objetivo do Estudo

O artigo objetiva identificar as tendências tecnológicas que terão mais impacto no horizonte temporal 2021-2025 por meio do mapeamento das rotas tecnológicas aplicado como método de planejamento e gestão nos Institutos de Tecnologia e Inovação em Química e Meio Ambiente da Federação das Indústrias no Estado do Rio de Janeiro no Brasil.

2 | METODOLOGIA

2.1 O método *Technology Roadmap*

O *technology roadmapping* (TRM) é uma técnica de planejamento e gerenciamento corporativo utilizada para alinhar objetivos organizacionais e recursos tecnológicos em empresas de manufaturas e de serviços (WEELS et al., 2004; PHAAL et al., 2005 apud FLEURY, 2007). É um processo consultivo cujo objetivo principal é auxiliar na identificação e priorização das tecnologias necessárias para apoiar P&D estratégico, marketing e a tomada de decisão de investimentos (Nimmo, 2013).

Além disso, o TRM considera a visão sistêmica dos problemas, oportunidades e novas ideias, alinhando as perspectivas tecnológicas e de mercado. Somado a isso, promove a integração com a dimensão tempo, proporcionando uma oportunidade para compartilhar informações e expectativas com os stakeholders (Giordano, 2011).

Ademais, o roadmapping pode ser um processo estruturado através de seminários que gerem um ambiente de reflexão e resolução de problemas envolvendo uma equipe multidisciplinar auxiliada por um facilitador externo. O processo utilizado como referência foi desenvolvido por Phaal et al. (2001), e é particularmente adequado para o planejamento de produtos pois permite separá-los das tecnologias de forma modular.

2.2 A Metodologia desenvolvida para o Objeto de Estudo

A aplicabilidade do método em diferentes situações, geralmente, determina que adaptações sejam feitas para atender às particularidades de cada organização. Farrukh, Routley and Phaal (2018) destacam uma série de aspectos a serem considerados na implementação e incorporação do roadmapping de acordo com a literatura, como a facilitação da comunicação entre grupos dispare, a dinâmica de implementação, a importância do timing, sua atualização e renovação, a necessidade de flexibilidade e as ferramentas utilizadas.

A metodologia de roadmapping aplicada aos Institutos Firjan SENAI foi construída por meio de embasamento teórico e da experiência do líder do projeto, responsável pelo desenvolvimento dos primeiros ciclos de roadmap na empresa. O mapeamento das tendências tecnológicas foi realizado em 5 etapas: planejamento, pesquisa, mercado, produto e tecnologia. E contou com a aplicação de abordagens típicas do Design Thinking

ao longo de todo o processo como o recurso do duplo diamante e o uso de ferramentas de visual thinking durante os encontros.

As etapas iniciais: planejamento e pesquisa são realizadas majoritariamente pela equipe facilitadora e consistem na definição do escopo da pesquisa, da metodologia, pesquisa inicial objetivando a definição dos grandes temas para o workshop de mercado e realização da reunião de kickoff. Os dados de entrada foram provenientes de pesquisas que utiliza a metodologia PESTEL, no qual avalia os cenários Político, Econômico, Social, Tecnológico, Meio ambiente e Legal no contexto da Química e Meio Ambiente no Brasil e no mundo. Esta etapa é fundamental para que a equipe facilitadora se familiarize com as temáticas que serão trabalhadas durante todo projeto, assim como palavras chave e direcionadores globais.

As etapas seguintes estão representadas na tabela 1, que consolida o escopo d'ecada etapa por meio de workshops, perfil e a quantidade de participantes em cada etapa e a respectiva duração de cada encontro. Ressalta-se que após cada etapa é realizada uma validação dos resultados com a equipe técnica. No que tange aos participantes, buscou-se obter representantes de todas as esferas da *Triple Helix*¹ durante as etapas que demandam participação de profissionais externos, como forma de atingir resultados holíticos.

Etapa	Escopo do Workshop	Participantes	Duração do WS (horas)
Mercado Externo	<i>Debater e identificar os direcionadores de mercado² que influenciarão as tecnologias nos próximos anos.</i>	<i>26 Convidados externos 38 profissionais internos fundamentais</i>	<i>6</i>
Mercado Interno	<i>Priorizar os direcionadores de mercado identificados anteriormente de acordo com os direcionadores de negócio da organização.</i>	<i>15 profissionais internos fundamentais</i>	<i>4</i>
Produto	<i>Identificar as plataformas tecnológicas³ e linhas de pesquisas que atendem a cada direcionador priorizado e possíveis melhorias.</i>	<i>12 profissionais internos fundamentais</i>	<i>6</i>
Tecnologia	<i>Mapear as tecnologias que podem tangibilizar o atendimento aos direcionadores de mercado e plataformas tecnológicas priorizados nas etapas anteriores.</i>	<i>11 especialistas externos e 20 profissionais internos fundamentais</i>	<i>5</i>

Tabela 1 - Descrição dos encontros realizados no roadmapping da Firjan SENAI.

3 | ANÁLISE DA METODOLOGIA DESENVOLVIDA

Para melhor análise da eficácia da metodologia desenvolvida, foram estudadas

1 A Triple Helix considera a interação entre organizações das três hélices: Governo, empresas e universidades.

2 Os direcionadores de mercado são eventos, acontecimentos ou ações que movimentam o mercado e orientam a dinâmica do seu comportamento.

3 O conceito de plataformas tecnológicas foi criado para alinhar competências que combinam capital estrutural, intelectual e relacional para o desenvolvimento de produtos e posicionamento de mercado.

as tipologias de apuração mais adequada ao objeto de estudo. Desta forma, optou-se pela exploração participante, que se caracteriza pelo envolvimento dos pesquisadores e dos pesquisados no processo e possibilita a obtenção de resultados socialmente mais relevantes conforme sugerido por Gil (2008).

Para a obtenção dos dados, foram adotados procedimentos como solicitação de informações a um grupo de pessoas por meio dos questionários entitulado Autoanálise, que foi respondido por 10 profissionais da empresa, de nível tático e operacional, que participaram do processo de construção do *roadmap*. Ressalta-se que a equipe facilitadora do projeto não respondeu ao questionário para evitar opiniões tendenciosas.

3.1 Aplicação da Autoanálise

A aplicação da autoanálise surgiu em função da busca por melhorias nos workshops. Autores como Kerr, Phaal and Probert (2012) ressaltam a importância de avaliações psicosociais do processo de *roadmapping*, como a análise da interação dos participantes com o *roadmap*, com este tipo de consulta é possível obter um conjunto de diretrizes para guiar as ações dos facilitadores (pessoas responsáveis pela gestão do *technology roadmap*).

Desta forma, a autoanálise consistiu no preenchimento de um formulário de forma simultânea com utilização da escala de verificação tipo likert. A escala de Likert consiste em desenvolver um conjunto de afirmações relacionadas à sua definição, para as quais os respondentes emitirão seu grau de concordância (Silva Junior e Costa, 2014). Assim, a graduação da escala pode variar de acordo com os objetivos e características da avaliação. Para a presente análise foi definida a escala de 0 a 10 pontos, em que 'zero' representa nenhuma contribuição e 'dez' representa máxima contribuição. De acordo com Cummins e Gullone(2000) este formato permite uma classificação adequada a experiência comum e produz maior sensibilidade à avaliação.

O questionário buscou avaliar as 3 etapas marcos do projeto: Etapa de Mercado, etapa de Produto e etapa de Tecnologia. A avaliação e comparação das etapas foi realizada considerando os critérios padronizados (dimensões e afirmativas) representados na tabela 2.

Dimensão: Compartilhamento do conhecimento	
Afirmativa 1	Acredito que o compartilhamento de conhecimento com especialistas externos foi a maior contribuição da etapa.
Afirmativa 2	Acredito que o compartilhamento de conhecimento com especialistas internos foi a maior contribuição da etapa.
Afirmativa 3	Acredito que o nível do capital intelectual exigido (especialistas) para compartilhamento do conhecimento foi a maior contribuição da etapa.
Dimensão: Conteúdo apresentado	
Afirmativa 4	Acredito que os temas sugeridos para debate foi a maior contribuição da etapa.
Afirmativa 5	Acredito que a profundidade dos temas debatidos foi a maior contribuição da etapa.
Afirmativa 6	Acredito que a transversalidade dos temas debatidos foi a maior contribuição da etapa.
Dimensão: Consenso e tomada de decisão	
Afirmativa 7	Acredito que a possibilidade de realizar escolhas foi a maior contribuição da etapa.
Afirmativa 8	Acredito que a identificação de novas oportunidades foi a maior contribuição da etapa.
Afirmativa 9	Acredito que a agilidade na consolidação dos temas debatidos (material de apoio) foi a maior contribuição da etapa.
Dimensão: Participação e dinâmica	
Afirmativa 10	Acredito que a facilidade de participação e contribuição foi a maior contribuição da etapa.
Afirmativa 11	Acredito que a união dos dois Institutos e áreas correlatas para debate com conjunto foi a maior contribuição da etapa.
Afirmativa 12	Acredito que a eficiência das ferramentas auxiliares utilizadas nas dinâmicas foi a maior contribuição da etapa.
Dimensão: Aplicação ao planejamento tecnológico	
Afirmativa 13	Acredito que a associação da metodologia TRM ao planejamento estratégico da Firjan SENAI foi a maior contribuição da etapa.
Afirmativa 14	Acredito que a colaboração para a gestão tecnológica dos Institutos foi a maior contribuição da etapa.
Afirmativa 15	Acredito que a colaboração para Gestão de Portfolio foi a maior contribuição da etapa.

Tabela 2 -Critérios padrão utilizados na Autoanálise.

4 | RESULTADOS ALCANÇADOS

4.1 O Resultado do *Technology Roadmapping*

O resultado da aplicação das Rotas Tecnológicas como método de planejamento e gestão nos Institutos de Inovação e Tecnologia focados em Química e Meio Ambiente consiste em ganhos nas três principais etapas do processo, Mercado, Produto e Tecnologia.

Na etapa de Mercado Externo foram identificados 9 grandes temas: Agronegócio, Consumo, Energia, Fomento, Modelos de negócios, Pessoas, Resíduos, Saneamento e Transformação digital, que contribuiu para a identificação e mapeamento de 75 perspectivas. Além disso, a etapa de Mercado Interno contribuiu para priorização de 24 direcionadores

de mercado alinhados aos objetivos e atuação dos Intitutos por meio da realização do workshop e aplicação de ferramentas com critérios para seleção, alinhados ao contexto da empresa.

Na etapa de Produto foram obtidos dois tipos de saída devido às diferentes atuações dos Institutos. O IST em Química e Meio Ambiente identificou 8 plataformas tecnológicas para sua atuação e desenvolvimento tecnológico nos próximos 5 anos: Saneamento Ambiental, Energia e Sustentabilidade, Gestão ambiental industrial e offshore, Controle de emissões atmosféricas, Gestão de áreas contaminadas, Controle analítico e qualidade industrial, Biomonitoramento e Química Ambiental. Por outro lado, o ISI em Química Verde, identificou 5 linhas de pesquisas compondo o Mapa de Rotas: Extração de matéria prima a partir de fontes renováveis, Tratamento de Solos, Efluentes e reuso de água, Petroquímica, Química analítica verde e Química e Sustentabilidade.

Por fim, a etapa de Tecnologia resultou no mapeamento 73 direcionadores de tecnologias. Optou-se pelo mapeamento de tecnologias com uma denominação mais ampla, visto que, diante do cenário atual de mudanças rápidas e disruptivas no que tange ao desenvolvimento tecnológico, a realização de um detalhamento profundo quanto às tecnologias a serem utilizadas em um horizonte temporal de 5 anos pode tornar o mapeamento obsoleto precocemente, antes da finalização de seu ciclo. Com a aplicação do conceito de direcionadores de tecnologia, o mapa indica o curso que deve ser seguido, e no momento da internalização, a equipe deve identificar a tecnologia mais adequada disponível no momento, bem como a respectiva forma de internalização na empresa.

Nesse sentido, buscou-se unificar por meio de representação gráfica as escolhas realizadas no roadmapping: Direcionadores de Mercado, Plataformas Tecnológicas, Linhas de Pesquisa e Direcionadores de Tecnologia, conforme representado na figura 1 e figura 2 que apresentam o consolidado para 2021 para o IST Química e Meio Ambiente e ISI Química Verde respectivamente. Ressalta-se que a prospecção foi realizada até o ano de 2025, entretanto o tamanho do artigo não possibilita a exposição completa do horizonte temporal. O mesmo encontra-se disponível através do link: http://bit.ly/MapadeRotas_QMA

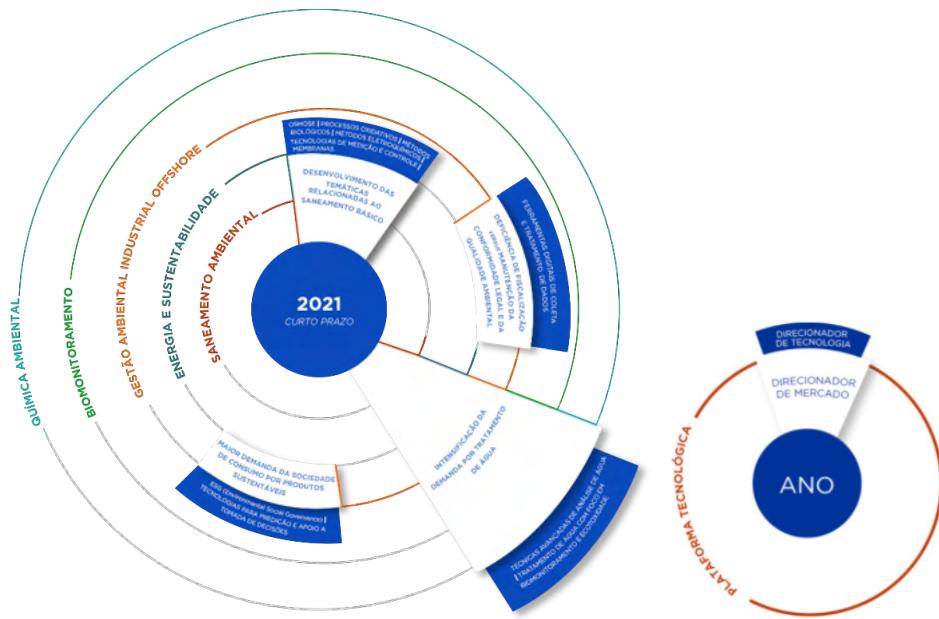


Figura 1 - Roadmap de curto prazo do IST Química e Meio Ambiente.

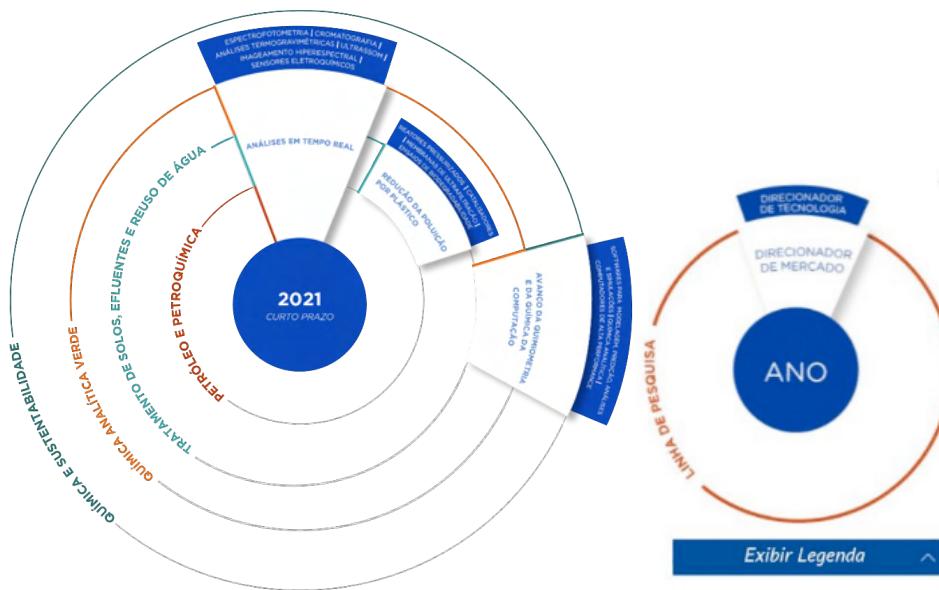


Figura 2 - Roadmap de curto prazo do ISI Química Verde.

4.2 O Resultado da autoanálise

O resultado da aplicação da autoanálise no processo construtivo de Rotas Tecnológicas identificou os fatores de maior contribuição em cada etapa e aquele com

possibilidade de melhorias.

Sendo assim, a figura 3 representa os resultados obtidos na etapa de Mercado, no qual foi possível identificar uma oportunidade de melhoria nos critérios 5, 7 e 8 visto que eles apresentaram valores inferiores aos demais. Por outro lado, o critério 10 foi o melhor avaliado. Quanto a etapa de Produto, observa-se na figura 4, a necessidade de ajustes nos critérios 5, 8 e 14. Enquanto os critérios 2 e 10 foram os de melhor avaliação.

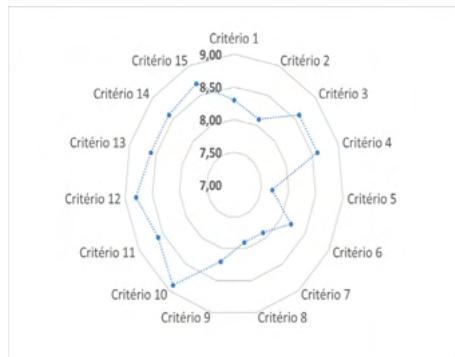


Figura 3 – Avaliação consolidada da etapa de Mercado.

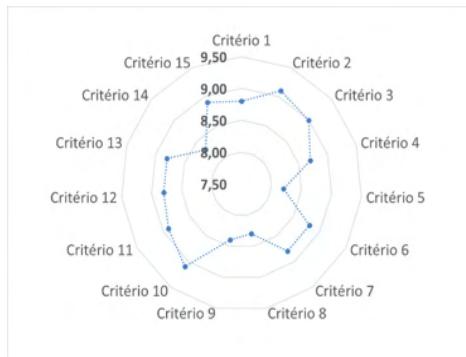


Figura 4 - Avaliação consolidada da etapa de Produto.

Ademais, nos resultados da etapa de Tecnologia, representados na figura 5, observa-se a necessidade de ajustes nos critérios 7 e 8, contra o critério 2, de melhor avaliação.



Figura 5 - Avaliação consolidada da etapa de Tecnologia.

Por fim, ao avaliar as três etapas em conjunto, a oportunidade de melhoria concentra-se nas dimensões: '*Conteúdo apresentado*' e '*Consenso e tomada de decisão*'. Por outro lado, de acordo com a autoanálise compreendeu-se que os participantes consideraram com maior ganho no processo, a dimensão: '*Participação e dinâmica*'.

5 | CONCLUSÃO

Os resultados do mapeamento e da autoanálise da metodologia de Rotas Tecnológicas adaptada e aplicada aos Institutos da Firjan SENAI mostrou-se com resultados satisfatórios como método de planejamento e gestão tecnológica para o horizonte temporal 2021-2025, ademais apresentou-se adequada como ferramenta de comunicação com as empresas, trazendo transparência às apostas e ações, com o intuito de transmitir confiança.

Desta forma, o *technology roadmapping*, resguardado as oportunidades de melhorias de cada dimensão identificadas na autoanálise, poderá ser aplicado aos demais Institutos SENAI de Inovação e Tecnologia da Federação das Indústrias do Rio de Janeiro. Além do conhecimento obtido neste trabalho poder servir como exemplo para a aplicação deste modelo em outras empresas e instituições, considerando as adaptações necessárias.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte técnico do Instituto SENAI de Tecnologia Química e Meio Ambiente e Instituto SENAI de Inovação em Química Verde da Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro no Brasil, pelo período de intensa dedicação e constantes transformações diante dos reflexos causados pela pandemia.

REFERÊNCIAS

- CUMMINS, R.A.; GULLONE, E. **Why we should not use 5 points Likert scales: The case for subjective quality of life measurement.** In: International conference on quality of life in cities, 2, 2000, Singapura. Proceedings... Singapore: National University of Singapore, 2000, p.74- 93.
- FARRUKH, C.; ROUTLEY, M.; PHAAL, R. **Roadmapping across business segments – implementation of roadmapping at Grundfos to support technology planning.** In: International Conference on Management of Technology. 27, 2018. Birmingham. Proceedings... 2018, p. 783-803.
- FARRUKH, C. J. P.; PHAAL, R.; PROBERT, R. **Technology management - integrating technology into business planning: Manufacturing Systems Design – MS2.** In: Annual Conference of the Production and Operations Management Society, 11, 2010, Texas. Proceedings... 2010.
- FLEURY, A. L. **Alinhando objetivos estratégicos e processo de desenvolvimento em empresas de software.** 2007. 217 p. Tese (Doutorado em engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas. 2008. 200 p.
- GIORDANO, C.S.S. **Technology Roadmapping (TRM) como método de planejamento e gestão: o caso do centro de tecnologia senai ambiental.** 2011. 170 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

KERR, C., PHAAL, R. and PROBERT, D. **Cogitate, articulate, communicate: the psychosocial reality of technology roadmapping and roadmaps.** R&D Management, v. 42, n. 1, p. 1-13, 2012.

NIMMO, G. **Technology Roadmapping on the Industry Level: Experiences from Canada.** Technology Roadmapping for Strategy and Innovation. p. 47-65. 2013. https://doi.org/10.1007/978-3-642-33923-3_4

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D. **Developing a technology roadmapping system.** In: Portland International Conference on Management of Engineering and Technology, 2005, Portland. Proceedings...Portland, 2005. p. 99-111.

PHAAL, R.; FARRUKH, C. J. P.; PROBERT, D., **T-Plan: fast start to technology roadmapping - planning your route to success.** 1. ed. UK: Cambridge University - Institute of Manufacturing, 2001. 124p.

SILVA JUNIOR, S. D.; COSTA, F. J. **Measurement and Verification Scales: a Comparative Analysis between the Likert and Phrase Completion Scales.** Revista brasileira de pesquisas de marketing, opinião e mídia, São Paulo, v. 15, p. 1-15, out. 2014.

WEELS, R.; PHAAL, R.; FARRUKH, C.; PROBERT, D. **Technology roadmapping for a service organization.** Research Technology Management, v. 47, n. 2, p.46-51, 2004.

WEFORUM 2021. World Economic Forum in collaboration with Deloitte. **Technology Futures: Projecting the Possible, Navigating What's Next.** Insight Report. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Technology_Futures_GTGS_2021.pdf [17 Acesso em Maio de 2021.

CAPÍTULO 13

REGIME PLUVIOMÉTRICO NO SERTÃO DO ARARIPE – PE

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 06/07/2021

Juliana Melo da Silva

Engenheira Agrônoma, Diaconia
Recife/PE

<http://lattes.cnpq.br/5271108622932745>

Fábio dos Santos Santiago

Doutor em Engenharia Agrícola, Diaconia
Recife/PE
<http://lattes.cnpq.br/8936925556381385>

Ricardo Menezes Blackburn

Especialista em Desenvolvimento Rural
Sustentável, Diaconia
Recife/PE

<http://lattes.cnpq.br/5651283775756164>

Maria Clara Correia Dias

Mestre em Extensão Rural/ UFRPE, Diaconia
Recife/PE
<http://lattes.cnpq.br/7132727000089497>

Dayane das Neves Maurício

Engenheira Agrônoma, Diaconia
Recife/PE
<http://lattes.cnpq.br/4733494055564300>

RESUMO: O Semiárido nordestino apresenta elevada variabilidade de precipitação no tempo e no espaço. A precipitação é uma das variáveis climáticas mais importantes para o desenvolvimento de culturas de sequeiro. Analisar a variabilidade das chuvas no semiárido é indispensável para nortear a seleção de culturas,

época de plantio e planejamento das unidades de produção, de modo a reduzir os riscos de perda que caracterizam a região. Neste contexto, o Projeto Algodão em Consórcios Agroecológicos, coordenado pela Diaconia, com apoio do Instituto C&A e em parceria com Embrapa Algodão, Universidade Federal de Sergipe e organizações da sociedade civil vem assessorando famílias agricultoras no aprimoramento e expansão de sistemas de produção de base agroecológica. O objetivo do trabalho é avaliar a variabilidade de precipitação em municípios no Sertão do Araripe/PE. Utilizaram-se a distribuição de frequência, agrupamento de dados, análise probabilística, teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e a curva de permanência de dados pluviométricos. Em Ouricuri/PE, 84,29% da precipitação média anual corresponde a cinco meses (dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril), sendo março o mês mais chuvoso; em Parnamirim/PE, 83,49% nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril, sendo fevereiro o mês mais chuvoso. As séries hidrológicas em estudo apresentaram elevada variabilidade temporal e espacial, indicando a necessidade de selecionar culturas que se adaptem às condições do semiárido do Nordeste brasileiro e época de plantio nos meses de maior concentração de chuvas.

PALAVRAS-CHAVE: Semiárido, precipitação, agroecologia.

PLUVIOMETRIC REGIME IN THE SERTÃO OF ARARIPE - PE

ABSTRACT: The northeastern semi-arid region presents high variability of rainfall in time and

space. Rainfall is one of the most important climatic variables for the development of rainfed crops. Analyzing rainfall variability in the semi-arid region is indispensable to guide crop selection, planting season and production unit planning, in order to reduce the risk of loss that characterizes the region. In this context, the Project called Cotton in Agroecological Consortiums, coordinated by Diaconia, with the support of the C & A Institute and in partnership with Embrapa Algodão, Federal University of Sergipe and civil society organizations, has been assisting farming families in the improvement and expansion of agroecological-based production systems. The objective of this work is to evaluate the variability of rainfall in municipalities in Sertão do Araripe/PE. Frequency distribution, data grouping, probabilistic analysis, Kolmogorov-Smirnov normality test and the pluviometric data permanence curve. In Ouricuri/PE, 84.29% of the annual rainfall average corresponds to five months (December, January, February, March and April), with the rainy month being March; in Parnamirim/PE, 83.49% in the months of December, January, February, March and April, being February the rainy month. The hydrological series under study presented high temporal and spatial variability, indicating the need to select crops that is adapted to the Brazilian Northeast semi-arid conditions and planting season in the months of higher rainfall concentration.

KEYWORDS: Semi-arid, precipitation, agroecology.

INTRODUÇÃO

A região semiárida brasileira está entre as mais chuvosas do planeta, com precipitação anual variando de 200 a 800 mm. As chuvas são irregulares no tempo e no espaço e elevadas taxas de evapotranspiração. Compreender a variabilidade das chuvas no semiárido é fundamental para nortear o planejamento de consórcios agroecológicos com algodão e culturas alimentares (SANTIAGO et al., 2013).

O conhecimento da variabilidade espacial e temporal da precipitação é fundamental, sobretudo para regiões que apresentam elevado índice de seca, como o Nordeste Brasileiro, que apresenta grande vulnerabilidade às alterações climáticas (SANTOS et al., 2010).

De acordo com Righetto (1998), qualquer variável hidrológica, quando analisada experimentalmente, assume valores dependentes do local e do tempo e sujeita às leis probabilísticas. Assis Neto et al. (1996) disseram que ferramentas estatísticas a dados meteorológicos ajudam a compactar e organizar em tabelas, capaz de sumarizar as informações e facilitar a avaliação e planejamento. A distribuição por frequência é uma das maneiras de apresentação dos dados de precipitação (Landim, 1998).

O Semiárido do Nordeste do Brasil tem como critérios para a inclusão de municípios: a) a precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm; b) um índice de aridez de até 0,5 no período de 1962 e 1990, calculado pelo balanço hídrico que relaciona precipitação e a evapotranspiração potencial; c) e o risco de seca maior que 60% no período de 1970 e 1990 (BRASIL, 2005).

Neste contexto, o Projeto Algodão em Consórcios Agroecológicos vem desenvolvendo o aprimoramento e expansão dos consórcios agroecológicos por famílias

agricultoras em sete territórios do Semiárido brasileiro (seis estados), para produção de alimentos, fibra direcionada à indústria da moda na geração de renda, desenvolvimento dos Organismos Participativos de Avaliação da Conformidade Orgânica (OPACS), conservação de recursos naturais e aproximação ao comércio justo e mercado orgânico. É coordenado pela Diaconia, com apoio do Instituto C&A e em parceria com Embrapa Algodão, Universidade Federal de Sergipe e organizações da sociedade civil nos territórios de atuação. Este trabalho tem como objetivo avaliar a variabilidade de precipitação nos municípios de atuação do Projeto, visando orientar a seleção de culturas e época de plantio para famílias agricultoras.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em dois municípios do Sertão do Araripe/PE: Parnamirim/PE ($08^{\circ} 05' 26''$ S e $39^{\circ} 34' 42''$ W) e Ouricuri/PE ($07^{\circ} 52' 57''$ S e $40^{\circ} 04' 54''$ W). Tais áreas foram referências de captação e registro de precipitação. Os dados pluviométricos foram cedidos pela APAC (Agência Pernambucana de Águas e Climas), através da plataforma principal, sendo captados por 3 postos diferentes, sendo o posto 172 em Parnamirim/PE, e postos 175 e 337 em Ouricuri/PE. O registro da precipitação foi diário. Em Parnamirim/PE, os dados foram de 19 anos (1999 a 2018, exceto 2003), e em Ouricuri/PE de 14 anos (2003 a 2018, com exceção 2011 e 2016). Para efeito da análise estatística dos dados de precipitação, consideraram-se os mensais e anuais para a formação de séries hidrológicas de cada município. Na ocorrência de dados agrupados, na composição da distribuição de frequência, deve-se inicialmente estabelecer o número e o intervalo de classes. Para a definição do intervalo de classes de precipitação foi empregada a expressão empírica proposta por Sturges (1962), a partir da seguinte expressão:

$$I = 1 + 3,3(\log n) \quad (1)$$

Onde:

I = número de intervalo de classes;

n = número de eventos observados;

$\log n$ = logaritmo de base 10.

A amplitude foi mensurada pela diferença entre os valores máximos e mínimos de precipitação:

$$A = P_{\max} - P_{\min} \quad (2)$$

Em que:

A = amplitude;

P_{máx} = maior valor de precipitação no período;

P_{mín} = menor valor de precipitação no período.

Dividindo a amplitude pelo número de intervalo de classes é exequível obter a diferença entre os limites superior e inferior:

$$H = \frac{A}{I} \quad (3)$$

Assim:

H= diferença entre os limites superior e inferior;

A= amplitude;

I = número de intervalo de classes.

Subsequentemente, foi determinada a probabilidade de ocorrência de precipitação, valendo-se da equação de Kimball:

$$P(x) = \frac{m}{(n+1)} \quad (4)$$

Onde:

P(x) = probabilidade de acontecer o evento;

m = número do termo da série;

n = número de eventos da série.

O tempo de recorrência (T) do evento é o intervalo de tempo, em anos, onde um combinado evento deve ser igualado ou excedido pelo menos uma vez, através da expressão abaixo:

$$T = \frac{n+1}{m} \quad (5)$$

No qual:

T = período de retorno;

n = número de eventos da série;

m = número do termo da série.

A probabilidade de não acontecer, é denominado também como Índice de Risco:

$$P' = 1 - P \quad (6)$$

Sendo:

P' = Índice de Risco;

P = Probabilidade de acontecer o evento.

Na elaboração do teste de normalidade empregou-se o Teste Kolmogorov-Smirnov, que mede a distância máxima entre os resultados de uma distribuição e os valores

associados à distribuição hipoteticamente verdadeira (SILVA et al., 2012):

$$D = \max |F(x) - F(a)| \quad (7)$$

Assim:

D = diferença máxima entre as funções acumuladas de probabilidade teórica e empírica;

$F(x)$ = função teórica;

$F(a)$ = função experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As séries hidrológicas representadas pelos totais anuais elucidam a alta variabilidade pluviométrica em Parnamirim/PE, com inclinação acentuada, e em Ouricuri/PE com picos de inflexão e suavidade. A amplitude entre a maior e menor precipitação anual, em Parnamirim/PE, é de 484 mm, e em Ouricuri/PE se eleva para 898 mm (**Figura 1**).

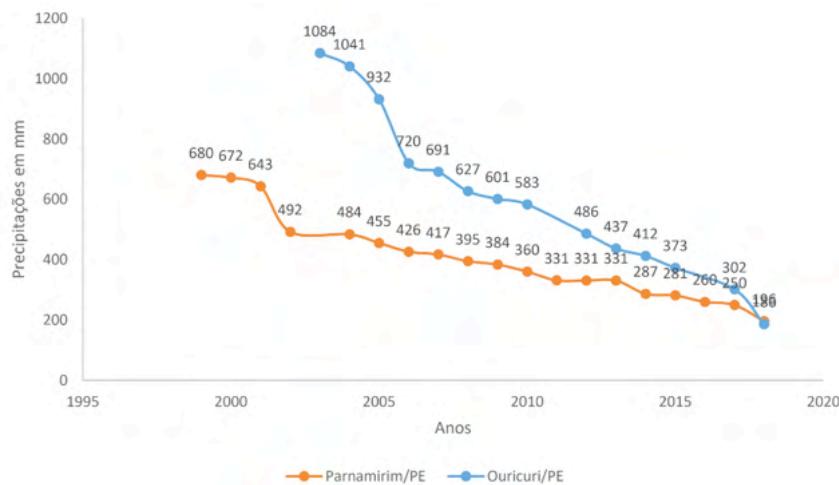


Figura 1: Totais das precipitações anuais (mm).

A **Figura 2** evidencia as curvas de permanência das séries hidrológicas anuais. É possível observar que apenas 20% dos totais anuais apresentaram precipitações acima de 450 mm em Parnamirim/PE, e 700 mm em Ouricuri/PE.

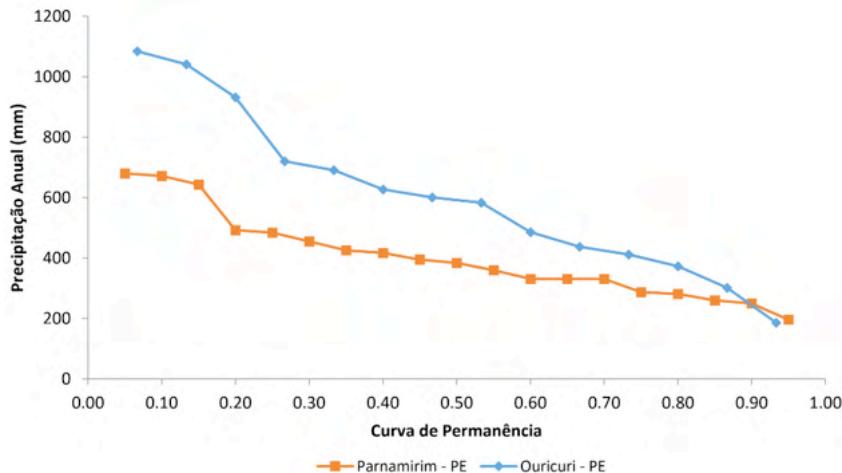


Figura 2: Curva de probabilidade da série hidrológica, com as precipitações anuais, em Parnamirim/PE e Ouricuri/PE.

A **Figura 3** representa as médias das precipitações mensais nas séries hidrológicas. Em Ouricuri/PE, 84,29% da precipitação média anual corresponde a cinco meses (dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril), sendo março o mês mais chuvoso. Em Parnamirim/PE, 83,49% nos meses de dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril, sendo fevereiro o mês mais chuvoso.

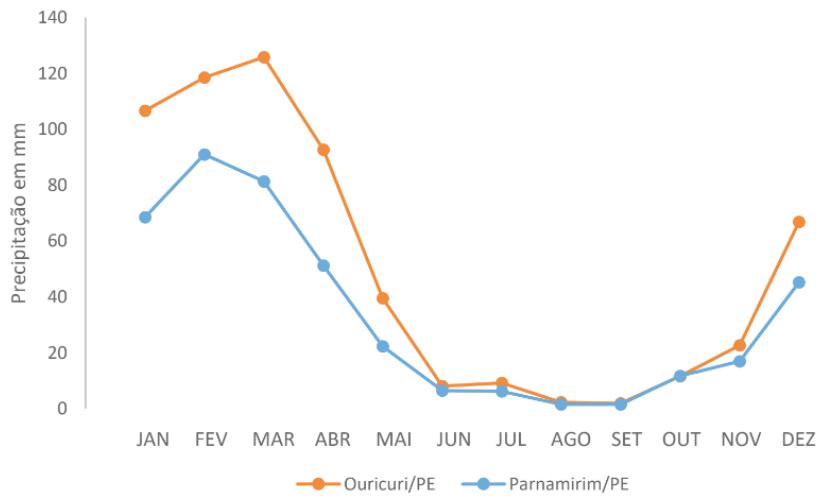


Figura 3: Séries hidrológicas, médias das precipitações mensais em Parnamirim/PE e Ouricuri/PE.

Em Ouricuri/PE é possível verificar que 78,56% das precipitações anuais são inferiores a 636mm; e não houve precipitações anuais entre 726 mm e 906 mm (**Figura 4**).

Em Parnamirim/PE, 78,90% são inferiores a 438,50 mm e 52,60% a 341 mm (**Figura 5**).

Cirilo (2010) constatou que o clima da região Semiárida é caracterizado por regime de chuvas fortemente concentrado em quatro meses (fevereiro-maio) e grande variabilidade interanual. As fortes estiagens que afetam a região sempre moldaram o comportamento das populações e foram preponderantes para a formulação de políticas públicas (SANTIAGO et al., 2013).

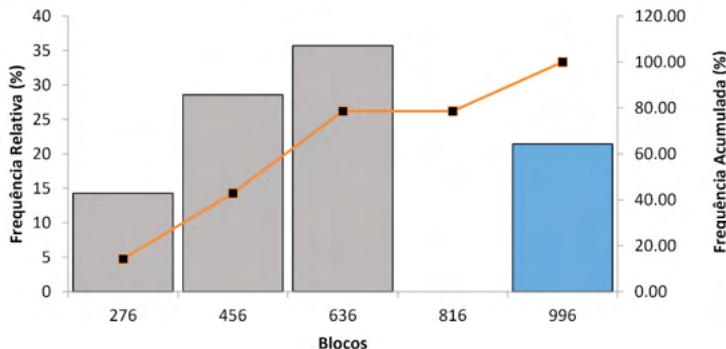


Figura 4. Histograma das precipitações anuais em Ouricuri/PE.

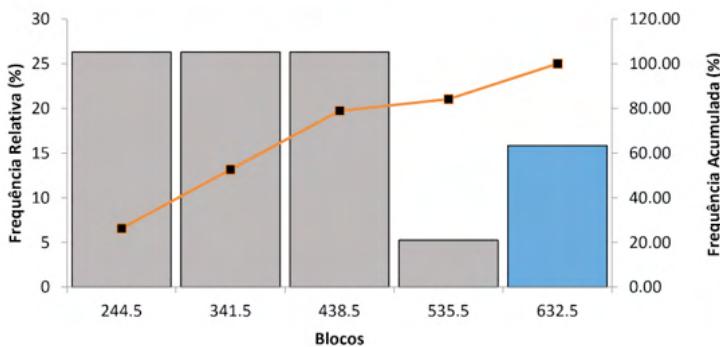


Figura 5. Histograma das precipitações anuais (mm) em Parnamirim/PE.

Nas **Tabelas 1 e 2** demonstram a variabilidade da precipitação anual com tratamento probabilístico. A probabilidade de ocorrer precipitação anual de 680 mm em Parnamirim/PE e 1.084 mm em Ouricuri/PE é de 5% e 7%, respectivamente. As precipitações anuais entre 250 mm e 196 mm, em Parnamirim/PE, observam-se as probabilidades dos eventos se repetirem em 90% e 95%, respectivamente. Em Ouricuri/PE, entre 302 mm e 186 mm há probabilidades de ocorrência de 87% e 93%, respectivamente.

m	Precipitação (mm)	Probabilidade (P) ou frequência acumulada	Tempo de Retorno (T)	Índice de Risco (J)
1	680	0,05	20,00	0,95
2	672	0,10	10,00	0,90
3	643	0,15	6,67	0,85
4	492	0,20	5,00	0,80
5	484	0,25	4,00	0,75
6	455	0,30	3,33	0,70
7	426	0,35	2,86	0,65
8	417	0,40	2,50	0,60
9	395	0,45	2,22	0,55
10	384	0,50	2,00	0,50
11	360	0,55	1,82	0,45
12	331	0,60	1,67	0,40
13	331	0,65	1,54	0,35
14	331	0,70	1,43	0,30
15	287	0,75	1,33	0,25
16	281	0,80	1,25	0,20
17	260	0,85	1,18	0,15
18	250	0,90	1,11	0,10
19	196	0,95	1,05	0,05

Tabela 1. Análise probabilística da série hidrológica de precipitação anual em Parnamirim/PE.

m	Precipitação (mm)	Probabilidade (P) ou frequência acumulada	Tempo de Retorno (T)	Índice de Risco (J)
1	1084	0,07	15,00	0,93
2	1041	0,13	7,50	0,87
3	932	0,20	5,00	0,80
4	720	0,27	3,75	0,73
5	691	0,33	3,00	0,67
6	627	0,40	2,50	0,60
7	601	0,47	2,14	0,53
8	583	0,53	1,88	0,47
9	486	0,60	1,67	0,40
10	437	0,67	1,50	0,33
11	412	0,73	1,36	0,27
12	373	0,80	1,25	0,20
13	302	0,87	1,15	0,13
14	186	0,93	1,07	0,07

Tabela 2. Análise probabilística da série hidrológica de precipitação anual em Ouricuri/PE.

Os dados das séries hidrológicas foram testados e apresentam distribuição normal pelo Teste Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância.

CONCLUSÕES

As séries hidrológicas das precipitações apresentaram elevada variabilidade nos meses e anos, e com baixos índices pluviométricos. A seleção de culturas para a composição dos consórcios agroecológicos deve apresentar ciclos curtos, baixas taxas

de requerimento hídrico e adaptações as condições do semiárido. A quadra climática de precipitação entre dezembro a abril indica a maior concentração de chuvas necessárias para o planejamento dos plantios.

REFERÊNCIAS

- ASSIS NETO, F. et al. Aplicações de Estatística à Climatologia: teoria e prática. Pelotas: editora universitária - UFPel, 1996.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *Portaria 89*, de 16 de março de 2005. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/RE_89_16_03_2004.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2019.
- CIRILO, J. A; MONTENEGRO, S. M.G.L.; CAMPOS, J. N. B. A questão da água no semiárido brasileiro. São Paulo. 2010.
- LANDIM, P. M. B. (1998) *Análise estatística de dados geológicos*. São Paulo: Editora da UNESP.
- RIGHETTO, A. M. Hidrologia e Recurso Hídricos. São Carlos: EESC/USP, 1998.
- SANTIAGO, Fábio dos Santos et al. *Variabilidade pluviométrica em agricultura de sequeiro no sertão do Pajeú-Pernambuco*. In: 7º ENCONTRO INTERNACIONAL DAS ÁGUAS, 05., 2013. Anais. Universidade Católica do Recife: UNICAP, 2013, p. 1 - 8.
- SANTOS, D. N; Silva, V. P. R.; Sousa, F. A. S.; Silva, R. A. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.492-500, 2010.
- SILVA, B. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, F. B. da; ARAÚJO FILHO, P. F. de. (2012). *Chuvas Intensas em Localidades do Estado de Pernambuco*. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 17. n. 3, pp. 135-147.
- STURGES, H. A. (1962). *The Choice of a Class Interval*. *Journal of the American Statistical Association*. v. 21, p. 65-66.

CAPÍTULO 14

SITUAÇÃO AMBIENTAL DO IGARAPÉ FADELINHA: UMA ANÁLISE SOBRE DESPEJO IRREGULAR DE RESÍDUOS NO MUNICÍPIO DE CAPITÃO POÇO – PA

Data de aceite: 27/09/2021

Patrícia de Cassia Moraes de Oliveira

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/1382417161779641>

Pedro Júlio Albuquerque Neto

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/4538610809154987>

Maria Joseane Marques de Lima

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/1121882753093022>

Iago Almeida Ribeiro

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/4360820004120446>

Lídia da Silva Amaral

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/3107269208514259>

Washington Duarte Silva da Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/3438507972297914>

Edianel Moraes de Oliveira

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/6654793938042613>

Beatriz Caxias Pinheiro

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/9129554083573847>

Marcos Douglas de Sousa Silva

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/2808165182783818>

Maria Ciarry Moreira Pereira

Universidade Federal Rural da Amazônia
<http://lattes.cnpq.br/4993615034252029>

RESUMO: Objetivou-se analisar a percepção ambiental de moradores do Bairro Vila Kenedy, localizado na Zona Urbana do Município de Capitão Poço - PA, através da identificação de problemas relacionados ao despejo irregular de lixo no igarapé que passa na comunidade, suas consequências e a realizações de mutirões de limpeza do igarapé e proximidades, além da identificação de locais corretos para os descartes de lixos, utilizando-se dos procedimentos de pesquisa quantitativa e qualitativa visando realização de uma análise ambiental sobre o recurso hídrico do Igarapé Favelinha, onde foi feito convite aos entrevistados e comunidade em geral para auxiliar nos mutirões, tendo esse o objetivo de realizar limpezas no igarapé e arredores, além de uma inspeção ao local estudado para fins de identificar possíveis dificuldades e possíveis resoluções de suas problemáticas nas ações dos mutirões. Onde com base na tabulação dos dados obtidos por meio da aplicação de questionário e entrevistas realizadas com a comunidade local, pode-se concluir que os entrevistados possuem uma boa percepção ambiental acerca dos resíduos que são descartados de forma irregular no igarapé ou em seu entorno, e que muitos se comprometeram a realizar limpeza e fazer a coleta dos lixos domésticos para que o órgão municipal responsável venha recolhê-los semanalmente. Logo a percepção mostrada pelos entrevistados sobre a poluição do igarapé, demonstra a importância em se estudar sobre Educação Ambiental, permitindo esse trabalho em grupo uma construção e troca de saberes, além de ampliação da visão sobre o meio ambiente quanto futuros profissionais. Por fim,

infere-se que seja necessária mudança de postura tanto da população quanto do poder público em relação à conservação e manutenção da qualidade ambiental não somente do Igarapé estudado, como também outros que fazem parte do município.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental. Poluição. Limpeza. Recuperação.

ENVIRONMENTAL SITUATION OF IGARAPÉ FAVELINHA: AN ANALYSIS OF IRREGULAR WASTE DISPOSAL IN THE MUNICIPALITY OF CAPITÃO POÇO – PA

ABSTRACT: The objective was to analyze the environmental perception of residents of Bairro Vila Kenedy, located in the Urban Zone of the Municipality of Capitão Poço - PA, through the identification of problems related to the irregular dumping of garbage in the stream that passes through the community, its consequences and the achievements of task forces for cleaning the stream and its surroundings, in addition to identifying the correct locations for waste disposal, using quantitative and qualitative research procedures to carry out an environmental analysis of the water resource of the Igarapé Favelinha, where the interviewees were invited and the community in general to assist in the task forces, with the objective of cleaning the stream and surroundings, in addition to an inspection of the studied site in order to identify possible difficulties and possible resolutions of their problems in the activities of the task forces. Where based on the tabulation of data obtained through the application of a questionnaire and interviews conducted with the local community, it can be concluded that the interviewees have a good environmental perception about the waste that is irregularly disposed of in the stream or its surroundings, and that many have committed to cleaning and collecting household waste so that the responsible municipal body can collect it weekly. Therefore, the perception shown by the interviewees about the pollution of the stream, demonstrates the importance of studying Environmental Education, allowing this group work to build and exchange knowledge, in addition to broadening the vision of the environment as far as future professionals are concerned. Finally, it is inferred that it is necessary to change the attitude of both the population and the government in relation to the conservation and maintenance of environmental quality not only in the studied stream, but also in others that are part of the municipality.

KEYWORDS: Environmental Education. Pollution. Cleaning. Recovery.

INTRODUÇÃO

A região Amazônica possui a maior bacia de drenagem do mundo, com o Rio Amazonas tendo mais de 1000 afluentes. É formada por uma diversidade de corpos d'água, não somente grandes rios e lagos, mas também inúmeros riachos que constituem uma das redes hídricas mais densas do mundo. Com exceção dos rios maiores de águas brancas, cujas nascentes se encontram nas altas cadeias de montanhas andinas, quase todos os rios amazônicos são resultantes da junção de pequenos igarapés que drenam a floresta (PROJETO IGARAPÉS, 2001). Nas últimas décadas os ecossistemas aquáticos têm sido fortemente alterados em função de múltiplos impactos ambientais decorrentes

de atividades antrópicas. Muitos rios, córregos, lagos e até mesmo reservatórios têm sido fortemente impactados devido ao aumento desordenado de atividades humanas (MORENO & CALLISTO, 2005). De acordo com Araújo e Schor (2012) citado por Rabello e Rodrigues (2013), hoje em dia os igarapés estão poluídos com uma densa camada de resíduos sólidos provenientes dos moradores do seu contorno e demais pessoas que costumam despejar seus dejetos em corpos d'água.

O lixo gerado nas cidades tem-se tornado cada dia mais problemático por duas razões: a população urbana tornou-se muito numerosa e gera volumes de lixo cada vez maiores; a evolução técnica e o processo crescente de desenvolvimento industrial geram, cada vez mais, tipos de lixo que a natureza por si só não consegui destruir, como os plásticos e vidros, que não são biodegradáveis (ROSS, 2008). Devido ao seu pequeno porte e sua ampla distribuição em diferentes municípios amazônicos, os igarapés tendem a ser o primeiro habitat a sofrerem degradação. Por isso, é cada vez mais urgente a necessidade de se identificar e diagnosticar os fatores que afetam a qualidade da água, bem como prever os potenciais impactos de determinados eventos ou condições específicas, para melhor auxiliar a administração dos recursos hídricos com propostas ou alternativas concretas e realmente eficazes (PEREIRA, 2006).

O trabalho em questão é de grande relevância socioambiental, uma vez que o seu intuito é contribuir com a recuperação e preservação de um igarapé, que ao longo dos anos vêm sofrendo alterações pelas ações antrópicas e também pelo assoreamento causado com as chuvas constantes e a falta da vegetação nos entornos do mesmo, empregando práticas de limpezas dos resíduos sólidos que são despejados pela população que reside na referida comunidade que é cortada pelo igarapé e também conscientização dessa população tendo como base a Educação Ambiental. O presente trabalho teve como objetivo analisar a percepção ambiental dos moradores do Bairro Vila Kenedy, localizado na Zona Urbana do município de Capitão Poço-PA, através da identificação de problemas relacionados ao despejo irregular de lixo no igarapé que passa na comunidade, suas consequências e a realizações de mutirões de limpeza do igarapé e proximidades, além da identificação de locais corretos para os descartes de lixos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O trabalho utilizou procedimentos de pesquisa quantitativa e qualitativa visando realização de uma análise ambiental sobre o recurso hídrico do Igarapé Favelinha, localizado na área urbana do município de Capitão Poço, Pará, mais precisamente no Bairro Vila Kenedy (Figura 1). O município está localizado no Estado do Pará, na mesorregião Nordeste Paraense, na Microrregião do Guamá. Apresenta cerca de 2.900

km² e aproximadamente 52.800 habitantes, distando cerca de 200 km da capital do estado, Belém (ALVES et al., 2015).

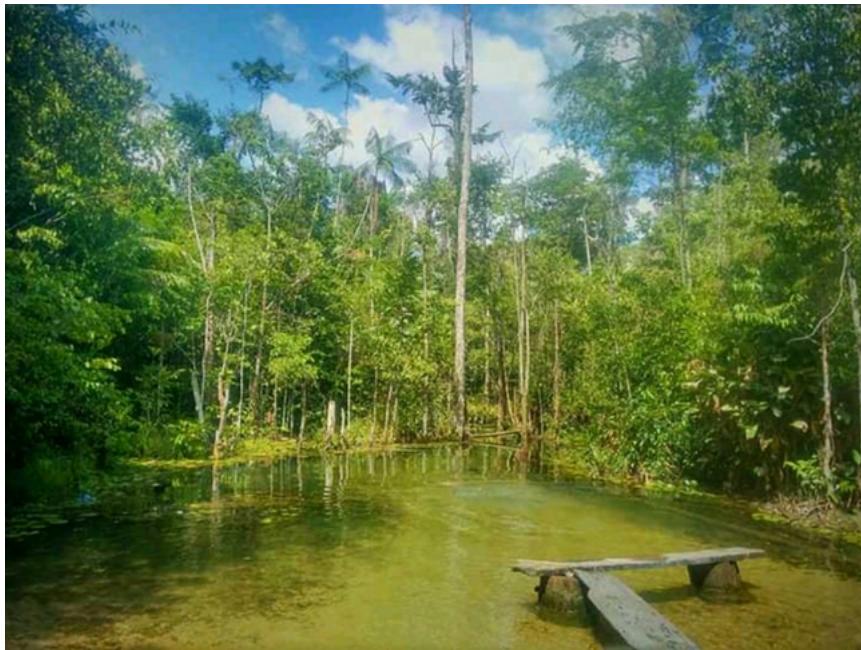


Figura 1 – Vista geral frontal do Igarapé Favelinha, Capitão Poço-Pa.

Fonte: Acervo pessoal.

Coleta e Análise dos Dados

A coleta de dados foi iniciada no dia 14 de janeiro de 2019 e se deu por meio de aplicação de questionário semiestruturado elaborado pelos próprios autores contendo questões acerca da utilização do Igarapé Favelinha, descarte de resíduos sólidos (lixos) dentre outras questões abordando a temática da Educação Ambiental, para conservação e proteção do meio ambiente, com ênfase no Igarapé em estudo. Foram aplicados 30 questionários e a seleção dos entrevistados se deu de forma aleatória com moradores do Bairro Vila Kenedy, tendo esses concordado com a pesquisa, sendo recolhido a assinatura de todos, permitindo a divulgação das informações prestadas, dessa forma, mantendo a ética quanto aos entrevistados e a divulgação dos dados obtidos.



Figura 3 – Vias de acesso ao Igarapé Favelinha no Bairro Vila Kenedy, Capitão Poço-Pa.

Fonte: Acervo pessoal.

No dia 29 de janeiro de 2019 as 10:00 horas da manhã a equipe de pesquisa fez mais uma visita aos moradores lembrando-os do mutirão de limpeza a ser realizado no dia seguinte. Assim, no dia 30 de janeiro impreterivelmente as 9:00 horas da manhã iniciou-se o I mutirão de limpeza do Igarapé Favelinha e seus arredores, sendo o material resultante do mutirão destinado ao local de depósito de lixo de coleta regular do município (Figura 4).

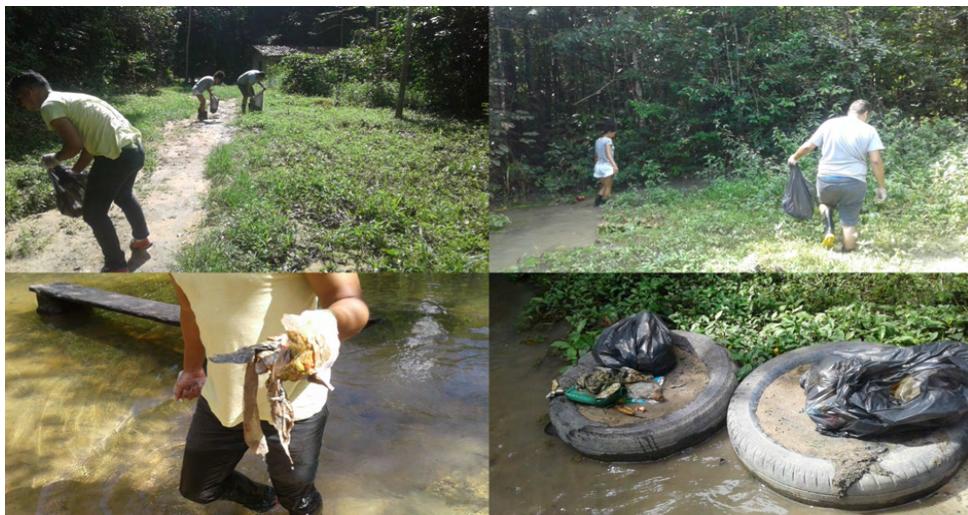


Figura 4 – Coleta de lixo do Igarapé Favelinha e seu entorno realizado pelos componentes do projeto.

Fonte: Acervo pessoal.

É importante ressaltar que os moradores que haviam manifestado interesse em participar do mutirão não compareceram, porém se fizeram presente momento depois para conversar a respeito dos lixos coletados no I mutirão de limpeza no igarapé, onde ao finalizar a coleta de lixo, foi alocado na entrada do igarapé uma (01) placa tendo em vista a sensibilização dos visitantes locais e demais frequentadores a não jogarem lixo, mantendo

assim o local sempre limpo.



Figura 5 – Placa para conscientização dos frequentadores do igarapé a não jogarem lixo.

Fonte: Acervo pessoal.

Os materiais utilizados para coleta do lixo durante o I mutirão foram: 08 pares de luvas; 13 sacolas de lixo de 10 kg; 01 lixeira grande que dá suporte antes da entrada ao local do igarapé e botas sete léguas para fins de evitar possíveis acidentes. No dia 08 de fevereiro de 2019 as 09:00 horas foi realizado o II Mutirão de Limpeza do Igarapé Favelinha e seus arredores. Foi realizado também levantamento fotográfico para uma melhor visualização de como se encontrava o local de estudo (Figura 8). A quantificação dos resíduos coletados nos mutirões se deu por meio da contagem separadamente de acordo com a especificação de cada material, por fim, os dados coletados foram tabulados com auxílio do Software *Microsoft Excel* versão 2013, para posterior elaboração de figura utilizada para demonstrar os resultados e discussão dos mesmos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na tabulação dos dados obtidos por meio da aplicação de questionário semiestruturado de cunho socioambiental aos moradores do Bairro Vila Kenedy envolvendo homens e mulheres, obteve-se os resultados demonstrados na figura 7. Em relação à primeira pergunta (Figura 7A) que tinha como intuito saber se as pessoas faziam uso do igarapé para alguma finalidade, 64 % dos entrevistados responderam que sim e 36 % responderam que não utilizam. Esses que responderam sim disseram utilizar para as seguintes atividades: tomar banho e lavar roupa. É importante ressaltar que essas atividades são praticadas de forma rotineira pelos entrevistados, além também de relatarem que o igarapé é bastante frequentado pela comunidade externa a dos moradores do bairro Vila

Kenedy, ao qual procuram um local mais sossegado e aconchegante para poder relaxar.

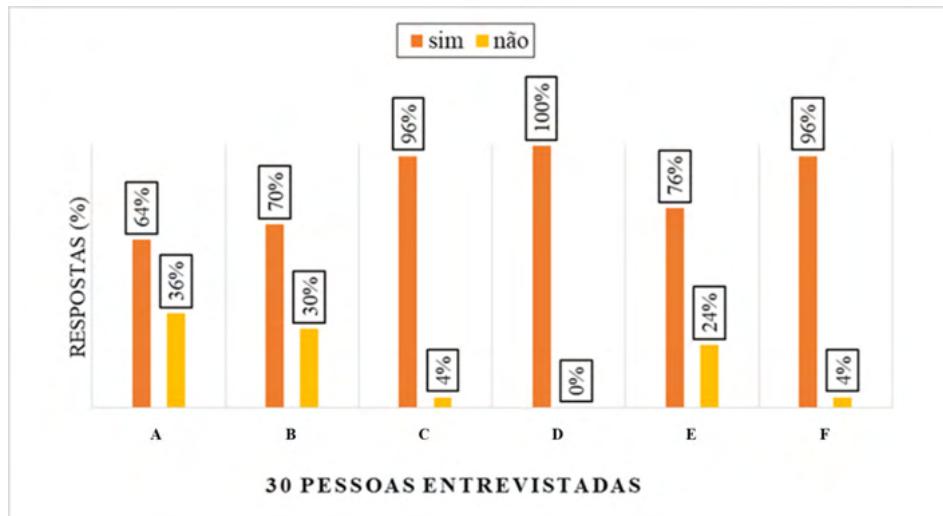


Figura 7 – Gráfico referente ao percentual da opinião dos entrevistados sobre: (A) uso do igarapé; (B) observação de alguma mudança no igarapé; (C) desejam melhorias no igarapé; (D) problemas ocasionados pelo lixo; (E) desejo de participar de algum projeto de preservação e (F) preocupação com questões ambientais.

Conforme observado durante as entrevistas, notou-se que o Igarapé é um grande agregador de valores aos moradores do bairro, visto que o mesmo é utilizado para diversas atividades, conforme já mencionado anteriormente. Em se tratando à segunda pergunta (Figura 7B), que se propunha saber se o morador observou alguma mudança nas condições do igarapé, 70 % dos entrevistados disseram sim e 30 % responderam não. No complemento da pergunta, afim de saber sobre quais mudanças eles observaram, responderam acumulo de lixos e assoreamento causado pelo desmatamento feito às margens do igarapé. Esse questionamento foi importante pois, essa percepção dos entrevistados ajudará quando forem sugeridas ações para destinação do lixo em local adequado.

Segundo Zanetti e Sá (2002), o processo de consumo manifesta-se através do desperdício, da geração de necessidades artificiais e dos resíduos não reciclados que contaminam o meio ambiente e degradam a qualidade de vida. Como consequências ambientais resultantes do aumento de sedimentos e materiais sólidos, Tucci (2002) ressalta o assoreamento das seções canalizadas da rede, a redução da capacidade de escoamento dos rios e lagos urbanos, e por outro lado destaca a contaminação das águas pluviais pelo transporte de poluente agregado nesse material.

A falta de incentivo em diferentes programas de sensibilização para a população sobre o destino correto dos resíduos sólidos por órgãos públicos e ausência de coleta seletiva, junto ao manuseio e as disposições inadequadas e indiscriminadas desses

resíduos, constituem importantes fatores de riscos para a saúde pública e para o meio ambiente, uma vez que contamina o solo, a água e o ar e provocando prejuízos muitas vezes irreparáveis aos ecossistemas. Os problemas socioambientais, encarados como ameaçadores à sobrevivência do ser humano passaram a se agravar a partir do momento em que o ser humano se distanciou da natureza e tornou a encará-la como uma fonte de recursos disponíveis e ilimitado (PENTEADO, 1999). Em pesquisas científicas realizadas abordando sobre degradação de igarapés e córregos, estudo feito por Souza et al. (2009) em seis igarapés do Município de Santarém indica que o aceleramento do crescimento populacional provavelmente ocasiona perdas das margens dos igarapés e coloca a importância da floresta na existência da rede de igarapés, sendo esta essencial para manter a qualidade da água e a diversidade de espécies.

No que concerne à terceira pergunta (Figura 7C), à qual tinha como propósito saber se os entrevistados gostariam que houvessem melhorias no igarapé, 96 % responderam que sim e 04 % responderam não. Desses que gostariam de melhorias, disseram que uma limpeza seria de grande ajuda, visto que, o igarapé e seus arredores se encontravam com bastante lixo. No que diz respeito à quarta pergunta (Figura 7D), obteve unanimidade, sendo 100 % dos entrevistados terem respondido sim. Esses relataram que os problemas que podem ser ocasionados pelo lixo jogado no igarapé são: poluição da água, morte de peixes, poluição visual e poluição do ar (odores ruins), demonstrando que estão conscientes dos problemas que esses resíduos podem causar ao meio ambiente. Os resíduos sólidos, quaisquer que sejam sua natureza (doméstico, residenciais, construção civil, industriais), atingem diretamente o meio ambiente e consequentemente a saúde da população, principalmente quando não são dispostos e tratados de forma adequada (BARREIRA & BARNABÉ, 2009).

A resposta a quinta pergunta (Figura 7E) houve um declínio em comparação as demais, onde essa teve como intuito a realização de um convite aos entrevistados, indagando se eles gostariam de participar de algum projeto que visasse a preservação do igarapé por meio de mutirão, tendo 24 % dos entrevistados respondido que não, porém tal resposta não se deu por má vontade e sim por serem de idade já avançada, os que impedia de realizar alguma atividade, contudo 76 % dos entrevistados se comprometeram em participar desta ação.

Como projetos futuros destaca-se a construção de uma nova ponte de acesso ao igarapé, inserção de novas placas para conscientização da população do bairro e realizar mutirões para novas limpezas, uma vez que através do escoamento superficial causado pelas chuvas podem ser arrastados mais resíduos para o igarapé. A última pergunta (Figura 7F) ao questionarmos se os entrevistados se preocupavam com questões ambientais, 96 % responderam que sim e 04 % responderam não.

Quanto aos lixos coletados no I Mutirão de Limpeza do Igarapé e seus entornos houve um total de 13 sacolas de 10 kg de materiais coletados de dentro do igarapé e seus

entornos que vão desde papeis, plásticos, vidros, latas de bebidas, roupas, vasilhames de óleo diesel, fraldas descartáveis, sabão em barra no fundo do igarapé, embalagem de detergentes e de sabão em pó, CD, utensílios domésticos dentre outros (Figura 8). Isso nos mostra que os moradores do Bairro Vila Kenedy têm acesso frequente com produtos industrializados, dessa forma produzindo essa enorme quantidade de resíduos. Para Günther e Ribeiro (2003), o aumento da geração de resíduos sólidos tem como principais causas o crescimento da população urbana e o aumento no poder aquisitivo da população que, de posse de melhor renda passa a dispor de um padrão de consumo diversificado de bens e serviços, incorporando em seus hábitos o uso de materiais descartáveis.



Figura 8 – Lixos jogados no caminho de acesso ao igarapé (A); lixos às margens do igarapé (B); alguns membros da equipe do projeto ao lado do amontoado de lixo coletado por eles (C) e aglomerado de lixo para descarte em local adequado.

Fonte: Acervo pessoal.

Dentre as formas de diminuir os impactos ambientais, têm-se alternativas viáveis como a utilização de garrafas pets que podem ser reutilizadas para cultivar pequenos vegetais, presas em muros e paredes ou apoiadas em suportes de diferentes materiais. Crib (2010) relata as contribuições que essa atividade proporciona: entre elas uma compreensão da necessidade da preservação do meio ambiente, modificação dos hábitos alimentares, e a necessidade de reaproveitamento de matérias descartáveis.

A quantidade de lixos coletados durante o II Mutirão de Limpeza reduziu bastante, se comparado com a quantidade do I Mutirão. Foram contabilizadas apenas 05 sacolas plásticas de lixo de 10 kg na última coleta (Figura 9). Ressalta-se também o observado durante a realização da coleta que haviam algumas pessoas utilizando o igarapé para lavagem de roupas e após o término elas mesmas fizeram a coleta das embalagens de

sabão em pó que estavam vazias e descartaram na lixeira feita pela equipe, mostrando que o projeto foi importante para a conscientização dessas pessoas.



Figura 9 – Coleta de lixo pelos membros do projeto no II Mutirão (A) e (B); placa para indicação do local de lixeira confeccionada pela equipe do projeto (C) e reunião com alguns moradores do Bairro Vila Kenedy após amostragem dos resultados obtidos.

Fonte: Acervo pessoal.

Segundo Castilho Jr. et al (2003) citado por Cardoso et al. (2015), o gerenciamento de resíduos sólidos deve ser feito de maneira conjunta e compatível com os demais sistemas de saneamento ambiental, com a participação da iniciativa privada, governo e sociedade em geral.

Enquanto alguns membros da equipe realizavam a coleta de lixos, outros faziam a montagem de uma nova “ponte” de acesso ao igarapé (Figura 10)



Figura 10 – Confecção de uma nova ponte de acesso ao igarapé (A) e (B); ponte de acesso já alocada no seu local (C) e placa com identificação do nome do Igarapé elaborada pelos membros do projeto.

Fonte: Acervo pessoal.

CONCLUSÃO

O trabalho mostrou que os entrevistados possuem uma boa percepção ambiental acerca dos resíduos que são descartados de forma irregular no igarapé ou em seu entorno, e que muitos se comprometeram a realizar limpeza e fazer a coleta dos lixos domésticos para que o órgão municipal responsável venha recolhê-los semanalmente. A população mostra-se interessada e empenhada a realizar coletas seletivas de lixo, porém o município não possui programa que venha beneficiar a população para que essa atinja tal objetivo. Mesmo com a sensibilização dos entrevistados em relação a poluição do igarapé, sentiu-se falta da mesma nos mutirões marcados para implantação do projeto.

A percepção mostrada pelos entrevistados sobre a poluição do igarapé, demonstra a importância em se estudar sobre Educação Ambiental, permitindo esse trabalho em grupo uma construção e troca de saberes, além de ampliação da visão sobre o meio ambiente quanto futuros profissionais. Por fim, infere-se que seja necessária mudança de postura tanto da população quanto do poder público em relação à conservação e manutenção da qualidade ambiental não somente do Igarapé estudado, como também outros que fazem parte do município.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. D. N. A.; MOTA, F. F. A.; FERRAZ, Y. T.; JESUS, R. T. L.; OKUMURA, R. S. **Evolução da produtividade de laranja e pimenta-do-reino no período de 2000- 2012 no município de Capitão Poço, PA.** Enclopédia Biosfera, v. 11, n. 21, p. 1068-1077, 2015.

ARAÚJO, M. E.; SCHOR, T. **Um enfoque nos resíduos urbanos e a rede fluvial em Manaus.** 2012. Disponível em:<<http://www.interfacehs.sp.senac.br>>. Acesso em: 04 de fevereiro de 2019.

BARREIRA, L. P.; BARNABE, A. S. **Resíduos Sólidos, contaminação ambiental e relações com a saúde pública.** In: **Fundamentos de Saúde Ambiental.** Giatti, L. L; Organizador. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2009.

CARDOSO, M. A.; MOTA, P. D. M.; SILVA, L. C.; MONTEIRO, S. C.; FERREIRA, J. F. C. **O despejo de resíduos sólidos nas ocupações irregulares no canal do Jandiá (Macapá-AP).** Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 03, n. 19, pp. 149-161, 2015.

CASTILHO JR, A. B. et al. **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno Porte.** Rio de Janeiro: PROSAB - Programa de Saneamento Básico, 2003.

CRIB, S. L. S. P. **Contribuições, da educação ambiental e horta escolar na promoção de melhorias ao ensino, à saúde e ao ambiente.** REMPEC- Ensino, Saúde e Ambiente, n.1, p. 42-60, 2010.

GÜNTHER, W. M. R.; RIBEIRO, H. **Resíduos sólidos urbanos.** In: RIBEIRO, Wagner Costa (ORG). **Patrimônio Ambiental Brasileiro.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2003.

MORENO, P.; CALLISTO, M. **Bioindicadores da qualidade de água ao longo da Bacia do Rio das Velhas (MG).** UFMG. Instituto de Ciências Biológicas, 2005.

PENTEADO, M. J. A. C. **Conceitos pra se fazer Educação Ambiental. Cadernos de educação ambiental.** Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo n.3 p.112, 1999.

PEREIRA, A. O. **Caracterização do Uso e Ocupação do Solo na Área de Influência do Reservatório de Ilha Solteira.** Universidade Estadual Paulista, São Paulo. 2006.

PIMENTEL, D. R.; MELO, SERGIO. **Proteção ambiental no Igarapé do Urumari, cidade de Santarém, Pará, Brasil.** Em Foco, Ano XI, n. 22, 2014.

PROJETO IGARAPÉS, 2001. Disponível em:<<http://www.projetoigarapes.com.br>>. Acesso em 04 de fevereiro de 2019.

RABELLO, R. P.; RODRIGUES, Z. A. L. **Planejamento e sustentabilidade urbana: ações de proteção dos igarapés de Manaus.** **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Vol.3 n.2, 2013.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil.** Ed. rev. E ampl., 1. Reimpre. - São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. – (Didática; 3).

SOUZA, D. R. et al. Diagnóstico sedimentar e físico-químico dos igarapés no trecho de Santarém a vila balneária de Alter do Chão – PA. **Revista de Publicação Acadêmica Em Foco**. Ano 06. N. 11, 2009.

TEIXEIRA, W. et al. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

TUCCI, C. E. M. **Drenagem Urbana e Controle de Erosão**. 2002. Disponível em:<http://4ccr.pgr.mpf.gov.br/institucional/grupos/de/trabalhos/resíduos/docs/resid_doc_sed.pdf>. Acesso em 04 de fevereiro de 2019.

ZANETI, I. C. B. B.; SÁ, L. M. B. A **educação ambiental como instrumento de mudanças na concepção de gestão dos resíduos sólidos domiciliares e na preservação do meio ambiente**. In: CD-rom - Associação Nacional de pesquisa e pós-graduação sociedade e meio ambiente-ANPPAS, 2002, CAMPINAS. **Anais... I Seminário da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação de Sociedade e Ambiente**, 2002.

CAPÍTULO 15

EFICIÊNCIA DA MANUTENÇÃO DE PAVIMENTOS PERMEÁVEIS PELO MÉTODO DE ASPERSÃO DE ALTA PRESSÃO DE ÁGUA – RESULTADOS PRELIMINARES

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 24/06/2021

Jéssica Ribeiro Fontoura

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre – Rio Grande do Sul

<http://lattes.cnpq.br/0074416596096511>

Lucas Alves Lamberti

Universidade Federal de Santa Maria
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3949665856490989>

Daniel Gustavo Allasia Piccilli

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3858010328968944>

Tatiana Cureau Cervo

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/8942097635550980>

Bruna Minetto

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3043415388890178>

Carla Fernanda Perius

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9893546200028727>

Jonathan Rehbein dos Santos

Engenheiro Civil
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/6538829845995230>

João Pedro Paludo Bocchi

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/2923256042223563>

RESUMO: Os pavimentos permeáveis fundamentam-se na redução do escoamento superficial ao permitir a infiltração da água pluvial, no entanto, o processo natural chamado de colmatação faz com que os poros do pavimento sejam lentamente preenchidos por sedimentos. Atualmente, o método de verificação da capacidade de infiltração de pavimentos é descrito pela norma NBR 16416 de 2015. Este método foi adotado neste trabalho que teve por objetivo o acompanhamento da redução da capacidade de infiltração de três tipos de pavimentos permeáveis ao longo de 12 meses, e em seguida, a eficiência da recuperação dos pavimentos pelo método de lavagem por aspersão com alta pressão de água. Constatou-se a importância da manutenção anual dos pavimentos permeáveis, pois, ao fim deste período, verificou-se uma redução da capacidade de infiltração de até 80%. O método de aspersão de alta pressão mostrou-se eficiente, capaz de recuperar totalmente a eficiência do pavimento, a depender do tipo de revestimento.

PALAVRAS-CHAVE: Pavimento permeável; colmatação; manutenção.

THE EFFICIENCY OF MAINTENANCE OF PERMEABLE PAVEMENTS BY THE WATER PRESSURE WASHING METHOD - PRELIMINARY RESULTS

ABSTRACT: The permeable pavements are based on the reduction of the runoff by allowing the infiltration of the rainwater, however, the natural process called clogging causes the pores of the pavement to be slowly filled by sediments. Nowadays, the method of verification of the pavements infiltration rate is described by the NBR 16416: 2015. This method was selected in this work that had the objective of monitoring the infiltration rate reduction of three permeable pavements over 12 months, and after, the recovery efficiency of the pavements by the water pressure washing method. It was verified the importance of the annual maintenance of the permeable pavements, because, at the end of this period, a reduction of the infiltration rate of up to 80% was found. The water pressure washing method proved to be efficient, capable of fully recovering the pavement efficiency, depending on the type of pavement.

KEYWORDS: Permeable pavement; clogging; maintenance.

1 | INTRODUÇÃO

Tem-se ampliado o uso e número de pesquisas envolvendo pavimentos permeáveis ao longo dos anos, pois este sistema mostra-se uma boa alternativa para auxiliar a drenagem local. No entanto, além de um bom projeto e execução, é preciso dar atenção à manutenção periódica. Segundo Kia et al. (2017), a vida útil de um pavimento permeável varia de 6 a 20 anos, e seu estado final é causado pelo entupimento dos poros, degradação pelo ciclo gelo-degelo ou desgaste excessivo da superfície.

O entupimento dos poros ocorre pela retenção de sedimentos finos na superfície ou vegetação que brota nos espaços entre os blocos. As partículas podem ser oriundas de solos (areia, silte, argila), detritos de outras áreas trazidos pelos veículos, ou ainda, material orgânico de vegetação próxima trazido pelo vento. Com o processo de entupimento dos poros, ocorre a redução da capacidade de infiltração e, consequentemente, redução do desempenho a longo prazo.

Os principais procedimentos adotados para remoção dos sedimentos finos da estrutura são aspiração, aspersão de alta pressão de água, varrição seca ou úmida, e a associação desses métodos. Alguns estudos (LIN et al., 2016; HEIN et al., 2013; COUGHLIN et al., 2012; TONG, 2011; SCHAEFER et al., 2011; CHOPRA et al, 2010) compararam a eficiência dos procedimentos de limpeza e constataram que a aspiração e a aspersão de alta pressão podem recuperar a taxa de infiltração inicial do pavimento. Já a varrição, método bastante simples e de fácil execução, não apresenta bons resultados em diversos estudos, pois introduz os finos nos poros do pavimento (AZZOUT et al., 1994; KIA et al., 2017; RAZZAGHMANESH E BEECHAM, 2018).

A periodicidade da limpeza depende das condições do local e do clima, mas variam entre uma e quatro limpezas ao ano (RAZZAGHMANESH E BEECHAM, 2018; KIA et al., 2017). Marchioni e Silva (2010) recomendam limpeza anual para aumentar a vida útil do

pavimento permeável. Segundo os autores, ao fim de 10 anos sem manutenção o pavimento permeável perde 90% de sua principal característica que é a capacidade de infiltração da água.

Este trabalho foi elaborado com o intuito de comparar a capacidade de infiltração de pavimentos permeáveis tradicionais ao longo de 12 meses, verificar a importância da aplicação da manutenção anual e verificar a eficiência do método de aspersão d'água sob pressão pela recuperação após este período.

2 | METODOLOGIA

A área deste estudo está localizada no interior de Itaara/RS. O local fica a aproximadamente 20 km da Universidade Federal de Santa Maria (figura 1).

O local escolhido apresentava, inicialmente, uma cobertura gramada com declividade de 15%, algumas árvores baixas a uma distância de 10 metros e uma estrada vicinal a 9 metros.

Os revestimentos analisados foram:

- dois módulos de intertravado de concreto permeável;
- dois módulos de intertravado de concreto convencional;
- dois módulos de concreto permeável moldado no local.

Para otimizar o espaço, os módulos foram locados em pares, ocupando áreas de 1 x 2 metros.

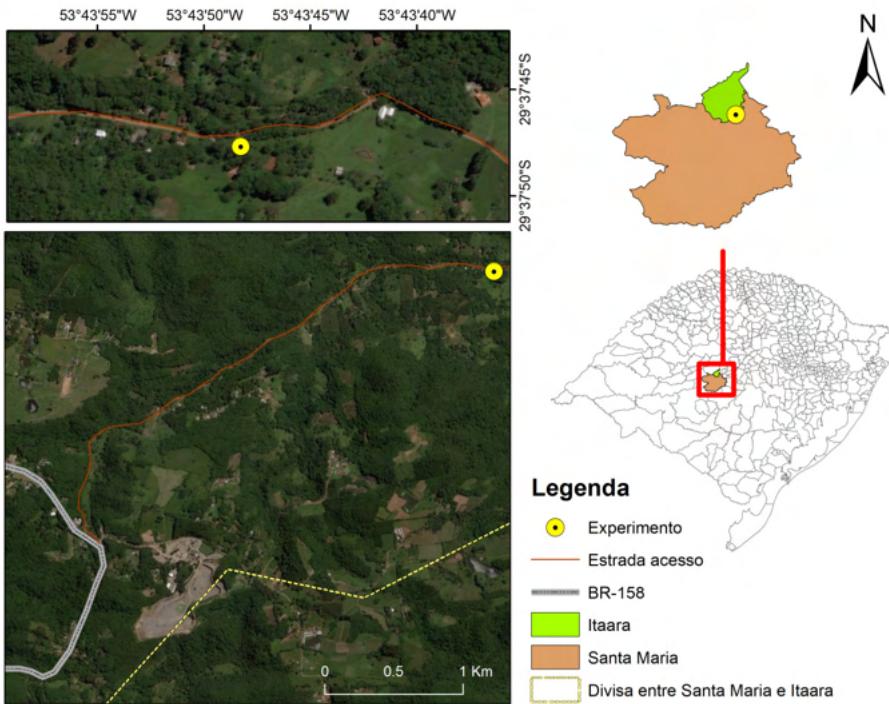


Figura 1 - Mapa de localização dos módulos experimentais.

Implantação

A vedação lateral foi feita com cerâmicas de 60 cm x 60 cm transpassadas entre si e lona preta. Foram posicionados tubos de PVC perfurados na posição vertical com o intuito de permitir a verificação do nível de água interno em cada pavimento. Isto se fez necessário para garantir que os ensaios fossem realizados com os pavimentos não-saturados, portanto, fazia-se a verificação do nível de água interno para dar andamento nos ensaios. No fundo de cada módulo foi posto a manta geotêxtil, em seguida a camada de reservatório (20 cm de brita 1) (figura 2 (a)). Acima do reservatório foi ajustada outra manta geotêxtil para evitar a entrada de finos no reservatório pela camada.

Quando todos os seis módulos estavam nesta condição, fez-se a execução dos revestimentos. Os dois primeiros módulos foram executados com blocos intertravados de concreto poroso e nomeado Pav 1 e Pav 2. Para tanto, a superfície recebeu uma camada de assentamento de 5 cm de areia grossa (figura 2 (b)) conforme recomendações da NBR 16416 (2015), e em seguida, os blocos porosos foram posicionados e rejuntados com a mesma areia grossa (figura (c)). Outro par de módulos foi executado da mesma forma, porém, com intertravado de concreto convencional. Estes foram chamados de Pav 3 e Pav 4. O terceiro par de módulos foi executado com concreto permeável, chamados de Pav 5

e Pav 6, sem a camada de assentamento de areia. Colocou-se uma camada de 10 cm do concreto permeável diretamente sobre a manta geotêxtil.

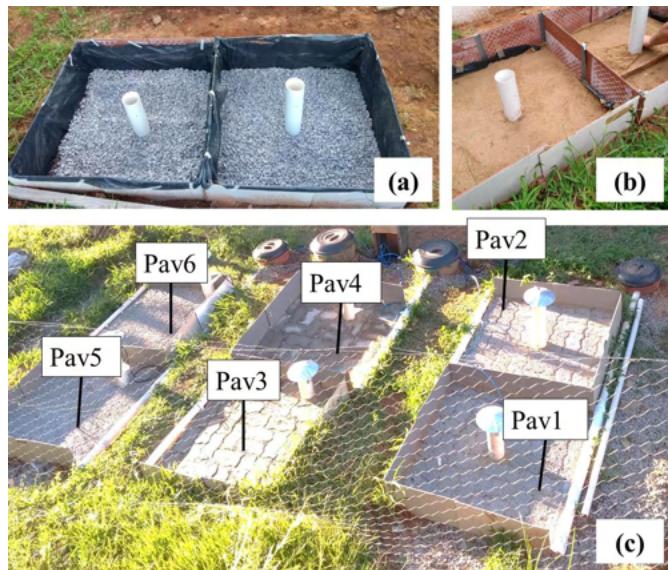


Figura 2 – Etapas de construção. (a) colocação da brita; (b) camada de assentamento; (c) revestimentos com blocos intertravados.

O traço de concreto permeável empregado foi dosado e avaliado em laboratório, adotando-se materiais locais (tabela 1).

Material	Água	Cimento	Brita 0	Brita 1	Areia
D. máx. característico (mm)	-	-	9,50	19,00	1,20
Massa específica (g/cm ³)	1,00	2,93	2,44	2,50	2,64
Proporções dos agregados	0,36	1,00	3,04	0,76	0,20
Consumo de materiais (kg/m ³)	116,82	324,49	986,44	246,61	64,90

Tabela 1 – Propriedades físicas e proporção dos traços estudados.

Avaliação

Foi aplicado o método descrito na norma NBR 16416 (ABNT, 2015) para determinar o coeficiente de permeabilidade dos pavimentos permeáveis. O ensaio consiste na vedação de um anel com diâmetro interno de 300 ± 10 mm com o pavimento, vedado com massa de calafetar (figura 3). Em seguida, é despejada uma quantidade pré-estabelecida de água mantendo-se uma lâmina d'água entre 10 e 15 mm. O tempo necessário para infiltração

completamente a água é utilizado no cálculo do coeficiente de permeabilidade, conforme equação 1.



Figura 3 – Vedação entre anel e pavimento com massa de calafetar.

$$K = (C \cdot m) / (d^2 \cdot t) \quad (1)$$

Sendo,

K: coeficiente de permeabilidade expresso em milímetros por hora (mm/h);

C: fator de conversão de unidades do SI, igual a 4.583.666.000;

m: massa de água infiltrada (kg);

d: diâmetro interno do cilindro expresso em milímetros (mm);

t: tempo necessário para toda a água percolar, expresso em segundos (s).

O ensaio foi realizado nos seis módulos na primeira semana após a construção, 6 meses e 12 meses após a construção. Após os 12 meses foi realizada uma limpeza superficial em todos os módulos com pressurizador de água da marca Tramontina ®, modelo Master, pressão de saída máxima de 10,5 MPa (105 bar) a uma distância de 10 cm da superfície. A limpeza de cada módulo teve duração de 3 minutos. O ensaio de infiltração foi repetido na semana seguinte para verificar a taxa de recuperação dos pavimentos permeáveis.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os coeficientes de permeabilidade dos seis módulos para as condições de novo (recém-construído), 6 meses, 12 meses e após a recuperação com lava-jato estão apresentados na tabela 2.

Revestimento		Coeficiente de infiltração (cm/s)			Perda de eficiência (%)	Pós lavagem	Recuperação (%)
		Novo	6 meses	12 meses			
Intertravado Poroso	Pav 1	0.024	0.020	0.014	41.7	0.024	100.0
	Pav 2	0.030	0.014	0.008	73.3	0.025	83.3
Intertravado comum	Pav 3	0.013	0.009	0.003	76.9	0.004	30.8
	Pav 4	0.012	0.008	0.003	75.0	0.006	50.0
Concreto permeável	Pav 5	0.184	0.090	0.040	78.3	0.070	38.0
	Pav 6	0.202	0.124	0.152	24.8	0.155	76.7

Tabela 2 – Coeficiente de permeabilidade dos pavimentos analisados.

Observa-se melhor desempenho do concreto permeável em todas as etapas, representado pelos módulos Pav 5 e Pav 6. O pavimento com pior infiltração foi o intertravado comum (Pav 3 e Pav 4). No entanto, o intertravado poroso surpreendeu ao apresentar um desempenho abaixo do esperado, menos de 10% do concreto permeável quando novo. Como pode ser verificado na figura 4, a capacidade de infiltração dos módulos revestidos com concreto permeável é significativamente superior aos demais. É importante ressaltar que a norma NBR 16416 (2015) exige que pavimentos permeáveis apresentem um coeficiente de permeabilidade mínimo de 0,1 cm/s.

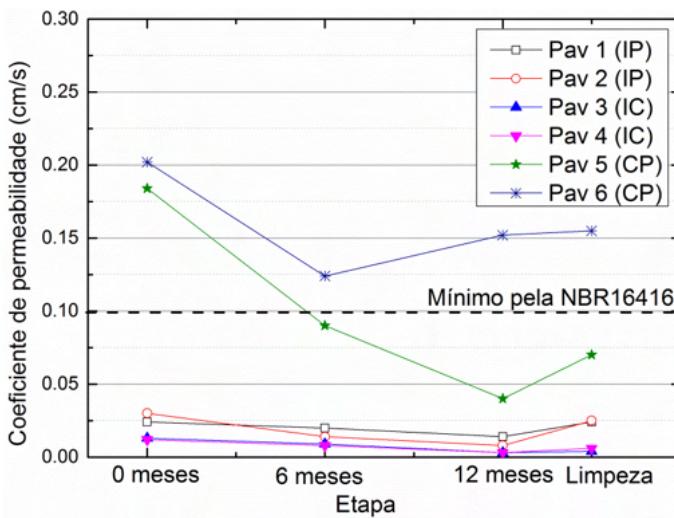


Figura 4 – Permeabilidade dos pavimentos ao longo do período analisado.

Ao fim de 12 meses o pavimento com menor redução na capacidade de infiltração foi o Pav 6 revestido por concreto permeável (24,8%). O módulo que apresentou a maior redução foi o Pav 5 (78,3%), composto pelo mesmo revestimento. Como não houve trânsito sobre os pavimentos, essa divergência deve ter sido causada pela ação do vento ao

direcionar mais quantidade de sedimentos ao Pav 5.

Os dois pavimentos revestidos com intertravado comum, Pav 3 e Pav4, também apresentaram elevada redução da capacidade de infiltração ao fim de 12 meses, 76,9% e 75,0% respectivamente. Como se trata de um revestimento de concreto convencional, em que a infiltração da água ocorre apenas pelas juntas, os resultados foram bastante semelhantes entre si ao longo dos 12 meses.

Os módulos com intertravado poroso também apresentaram divergência na capacidade de infiltração ao longo dos 12 meses. O módulo Pav 2 teve maior redução do que o Pav 1. Acredita-se que o vento possa ter afetado mais um módulo do que o outro e, tratando-se de um revestimento com poros de pequenos diâmetros, há uma sensibilidade maior ao ensaio de infiltração superficial.

Com o processo de manutenção dos módulos pelo método da aspersão de água, a recuperação variou de 30% a 100%. Os pavimentos revestidos com intertravado poroso apresentaram melhor recuperação. O Pav 1 recuperou totalmente a capacidade de infiltração e o Pav 2 recuperou 83,3%.

Os módulos com intertravado comum, que haviam apresentado grande redução ao longo dos 12 meses, não obtiveram boa recuperação. Os pavimentos Pav 3 e Pav 4 estavam com apenas 0,003 cm/s de coeficiente de infiltração ao fim de 12 meses e após a manutenção com lavagem apresentaram valores de 0,004 cm/s e 0,006 cm/s, respectivamente, ou seja, numericamente foi uma recuperação ínfima.

Nos módulos revestidos com concreto permeável, o Pav 5 passou de 0,040 cm/s (antes da recuperação) para 0,070 cm/s (após recuperação), o que representa apenas 38% da capacidade de infiltração inicial. Apesar da recuperação ter sido bastante satisfatória, esta porcentagem é baixa e não reflete a boa eficiência no processo de manutenção utilizado. No Pav 6 ocorreu o inverso: passou de 0,152 cm/s para 0,155 cm/s, recuperação reduzida, no entanto, os 0,155 cm/s representam 76,7% da capacidade de infiltração inicial. Este módulo foi o único que manteve seus resultados acima do mínimo estabelecido por norma (NBR 16416, 2015).

4 | CONCLUSÕES

Entre os revestimentos analisados, o concreto permeável foi o revestimento de melhor desempenho ao longo dos 12 meses de avaliação, seguido do intertravado poroso. Esperava-se que o revestimento de intertravado poroso apresentasse resultados melhores, por se tratar de um bloco permeável que permite a infiltração através da sua estrutura e pelas juntas, no entanto, não foi o que ocorreu. Além disso, o revestimento de intertravado comum apresentou capacidade de infiltração superficial bastante reduzido.

Em apenas 12 meses a eficiência dos pavimentos reduziu significativamente, entre 25 e 80% em relação à capacidade de infiltração inicial. Destaque para o intertravado

comum, que teve reduções na ordem de 75% a 77%. Os pavimentos com materiais porosos (intertravado poroso e concreto permeável) apresentaram divergência de resultados ao fim dos 12 meses.

A manutenção após 12 meses através do método de aspersão de água sob pressão mostrou-se importante para a conservação da funcionalidade dos pavimentos permeáveis. A recuperação variou conforme tipo de revestimento, no entanto, constatou-se que é possível recuperar até 100% da capacidade de infiltração inicial – ocorreu com um módulo revestido com intertravado poroso – e que, mesmo com a manutenção, pode ocorrer uma redução gradual significativa na permeabilidade dos pavimentos permeáveis em um curto período de tempo.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015). **NBR 16416 – Pavimentos permeáveis de concreto - Requisitos e procedimentos.** São Paulo – SP, 25 p.

AZZOUT, Y., BARRAUD, S., CRES, F. N., ALFAKIH, E. (1994). **Techniques alternatives en assainissement pluvial.** Paris: Technique et Documentation – Lavoisier. 372 p.

CHOPRA, M.; et al. (2010). **Effect of rejuvenation methods on the infiltration rates of pervious concrete pavements.** Journal of Hydrologic Engineering, vol. 15, pp. 426-433.

COUGHLIN, J. P.; CAMPBELL, C. D.; MAYS, D. C. (2012). **Infiltration and clogging by sand and clay in a pervious concrete pavement system.** Journal Hydrology Engineering, vol 17, n. 1, pp. 68-73.

HEIN, M. F.; DOUGHERTY, M.; HOBBS, T. (2013). **Cleaning methods for pervious concrete pavements.** International Journal of Construction Education and Research, vol. 9, n. 2, pp. 102-116.

KIA, A.; WONG, H. S.; CHEESEMAN, C. R. (2017). **Clogging in permeable concrete: A review.** Journal Environmental Management, n. 193, pp. 221-233.

LIN, W.; PARK, D. G.; RYU, S. W.; LEE, B. T.; CHO, Y. H. (2016). **Development of permeability test method for porous concrete block pavement materials considering clogging.** Construction and building Material, vol. 118, pp. 20-26.

MARCHINI, M.; SILVA, C. O. (2010). **Pavimento intertravado permeável – melhores práticas.** Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), São Paulo - SP, 24p.

RAZZAGHMANESH, M.; BEECHAM, S. (2018). **A review of permeable pavement clogging investigations and recommended maintenance regimes.** Water, vol. 10, n. 337, 9p.

SCHAEFER, V. R.; WANG, K.; SULEIMAN, M. T.; KEVERN, J. T. (2006). **Mix Design Development for Pervious Concrete in Cold Weather Climates.** Iowa State University, 83p.

TONG, B. (2011). **Clogging Effects of Portland Cement Pervious Concrete.** Dissertação (mestrado), Iowa State University, 188p.

CAPÍTULO 16

PROCESSOS DE GESTÃO SOCIAL E PARTICIPATIVA DO RISCO PARA MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM COMUNIDADES URBANAS

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 05/07/2021

Larissa Thainá Schmitt Azevedo

LAUTEC - Laboratório de Águas pluviais Urbanas e Técnicas Compensatórias. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC Florianópolis – SC
<http://lattes.cnpq.br/0960008991193001>

Jakcemara Caprario

LAUTEC - Laboratório de Águas pluviais Urbanas e Técnicas Compensatórias. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC Florianópolis - SC
<http://lattes.cnpq.br/1743808724952378>
ORCID: 0000-0002-1861-5930

Nívea Morena Gonçalves Miranda

Universidade Federal de Santa Catarina Camboriú - Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/6578686435683728>

Alexandra Rodrigues Finotti

LAUTEC - Laboratório de Águas pluviais Urbanas e Técnicas Compensatórias. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC Florianópolis – SC
<http://lattes.cnpq.br/8595581267025320>

RESUMO: A produção social dos riscos a desastres está relacionada à forma de ocupação das encostas e margens de rios. Deslizamentos e inundações serão ainda mais intensos e recorrentes com o avanço gradual das mudanças climáticas. A resiliência das comunidades urbanas é um ponto sensível nesse tema, vulneráveis aos desastres e, por vezes, à margem das tomadas de decisões sobre como prevenir o risco, as comunidades ficam ainda mais susceptíveis. A inclusão da própria comunidade como agente ativo na prevenção dos desastres, apresenta-se, portanto, como crucial. Dessa forma, este trabalho pretende tratar das possibilidades de gestão coletiva dos riscos a desastres em comunidades de centros urbanos tendo como espaço de análise os municípios de Araranguá e Florianópolis no sul do Brasil. Foi realizada uma análise das possibilidades de atuação da engenharia popular na gestão de riscos com o estudo de três diferentes projetos. Os resultados apontam que existem diversas possibilidades para a implementação de tecnologias sociais para a gestão de risco a desastres em centros urbanos a partir de abordagens participativas, holísticas e de baixo-custo. Trata-se da verdadeira participação social e não apenas consulta social.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo de águas pluviais. Redução de riscos a desastres. Tecnologias sociais. Comunidades urbanas.

SOCIAL AND PARTICIPATORY RISK MANAGEMENT PROCESSES FOR STORMWATER MANAGEMENT IN URBAN COMMUNITIES

ABSTRACT: Slopes and riverbanks occupation are factors in the social production of disaster risks in urban centers. Landslides and flooding will be even more intense and recurrent with the gradual advance of climate change. The resilience of urban communities is a sensitive point in this issue, vulnerable to disasters and, at times, on the sidelines of decision-making on how to prevent the risk, communities are even more susceptible. The inclusion of the community itself as an active agent in the prevention of disasters is, therefore, crucial. Thus, this work intends to address the possibilities of collective management of disaster risks in communities in urban centers. As space for analysis, are the municipalities of Araranguá and Florianópolis in southern Brazil. An analysis of the possibilities of the role of popular and social engineering in risk management is carried out with the study of three different projects. The results show that there are several possibilities for the implementation of social technologies for disaster risk management in urban centers from participatory, holistic and low-cost approaches.

KEYWORDS: Stormwater management. Disaster risk reduction. Social Technologies. Urban communities.

1 | INTRODUÇÃO

Urbanização de risco é o conceito que associa os riscos ecológicos a forma como as atividades antrópicas alteram o meio ambiente e impactam a população. A urbanização de risco é colocada como consequência da globalização e modernização, podendo ser a “construção ou destruição sistemática das cidades” (KANASHIRO; CASTELNOU, 2004). A situação de riscos ecológicos coloca a população em vulnerabilidade.

A vulnerabilidade, quando abordada por diferentes aspectos, é útil na representação geral do problema no município. Miguez, Di Gregorio e Veról (2018) colocam este tipo de vulnerabilidade como sistêmica sendo um critério importante. Portanto, a vulnerabilidade passa a ser um critério de planejamento e zoneamento urbano.

Em 2013, a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) publicou uma obra sobre a gestão do risco a inundações, de um ponto de vista estratégico. Para compreender os componentes do risco, desenvolveram o seguinte fluxograma:

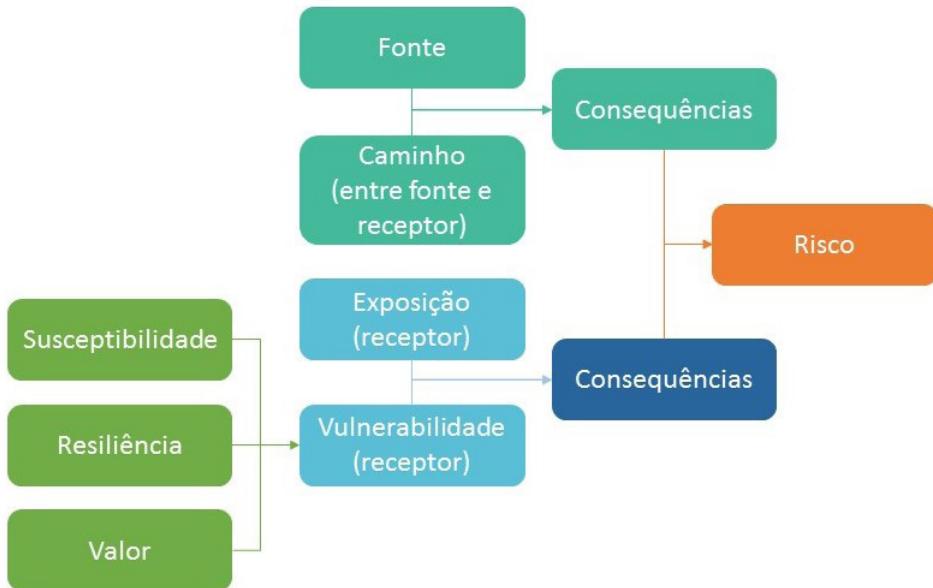


Figura 1 - Componentes do risco de acordo com a UNESCO.

Fonte: Adaptado de UNESCO, 2013.

O fluxograma apresenta os três componentes da vulnerabilidade:

- Susceptibilidade: o dano que resulta quando um receptor é afetado.
- Resiliência: a capacidade de um receptor se recuperar de forma autônoma de um desastre.
- Valor: um meio acordado de quantificar o dano a um receptor afetado.

De acordo com o Marco de Sendai, resiliência é a habilidade do sistema, comunidade ou sociedade que é exposta a perigos e ameaças de resistir, absorver, acomodar, se adaptar, transformar ou, ainda, se recuperar dos efeitos destas ameaças, de uma forma eficiente e em um tempo oportuno, considerando que devem ser preservadas e restauradas as estruturas básicas e funcionais da gestão de risco (UNISDR, 2015).

É com esta definição de vulnerabilidade e, particularmente, a definição de resiliência, que a autonomia é colocada como parâmetro de recuperação, implicando na autogestão do processo por parte da comunidade atingida.

O processo de recuperação e, prioritariamente, de prevenção ao risco, colocado por Miguez *et al.* (2018) como “um caminho para a sustentabilidade”, deve ser sistêmico, transdisciplinar e ter continuidade. A engenharia sanitária e ambiental conversa e deve conversar com a engenharia urbana, a engenharia civil, a arquitetura, a geografia, a sociologia, o serviço social, a pedagogia, entre outras. As engenharias devem trabalhar em parceria com a população. As demandas devem partir da comunidade que deverá

se apropriar das soluções e dar continuidade a elas, para que um processo possa ser verdadeiramente chamado de participativo.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo uma análise sintética da gestão social e participativa do risco no manejo das águas pluviais a partir do estudo de caso de dois municípios no Sul do Brasil: Araranguá e Florianópolis.

2 | ENGENHARIA POPULAR E O RISCO: UMA INTRODUÇÃO

O desenvolvimento local de uma comunidade tem êxito quando são discutidas e reconhecidas as peculiaridades de cada território e dos grupos sociais que ali habitam e trabalham (FERNANDES NETO, 2010). Nas últimas décadas do século XX e início do século XXI a dinâmica de propostas para o desenvolvimento mudou. São mais comuns e difundidas aquelas que mobilizam e articulam redes de atores locais, promovendo ações integradoras no desenvolvimento local e territorial sustentável. Esse novo modelo é uma contraposição do que era comum em termos de desenvolvimento, no qual as relações sociais, o meio ambiente e os recursos naturais eram negligenciados; e os projetos eram desenvolvimentistas, sem consideração e valorização da construção histórica e social do território (FERNANDES NETO, 2010).

Em se tratando da identificação das demandas coletivas e prioridades das comunidades sob um ponto de vista *bottom-up* (*da comunidade para a decisão*), Mendonça e Gullo (2017) retratam a visão problemática da omissão da participação da comunidade nas ações de RRD – Redução de Risco ao Desastre. Os autores associam a baixa resiliência à vulnerabilidade e destacam a “dimensão política-institucional” dessa relação com ações e diretrizes para RRD baseadas em obras estruturais de engenharia. Mendonça e Gullo (2017, p. 478) afirmam que nesse tipo de abordagem “[...] são frequentemente desconsideradas a forma com que a população lida com os riscos aos quais está exposta, suas crenças, seus julgamentos e suas relações com os demais atores sociais”.

O conhecimento tácito aliado ao conhecimento técnico da academia é capaz de desenvolver a sociedade, de produzir tecnologia justa e empoderadora. Paulo Freire, pedagogo brasileiro, afirmou em seu livro “Extensão ou comunicação” que a educação é libertadora e, por isso, deve ocorrer em duas vias, a “sede do saber”, sendo esta a academia, e a “sede da ignorância”, sendo a comunidade.

[...] educar e educar-se, na prática da liberdade, não é estender algo desde a “sede do saber”, até a “sede da ignorância” para “salvar”, com este saber, os que habitam nesta. Ao contrário, educar e educar-se, na prática da liberdade, é tarefa daqueles que sabem que pouco sabem – por isto sabem que sabem algo e podem assim chegar a saber mais – em diálogo com aqueles que, quase sempre, pensam que nada sabem, para que estes, transformando seu pensar que nada sabem em saber que pouco sabem, possam igualmente saber mais (FREIRE, 1983, p. 15).

É isto que a engenharia popular e as tecnologias sociais têm como premissa básica, a troca de saberes, a valorização do saber tácito e a não idealização do saber acadêmico, tecnicista. Fraga (2011 *apud* Costa, 2013, p.22) afirma que a tecnologia social não admite que a academia, institutos públicos de pesquisa ou organizações da sociedade civil “escolham o problema a ser enfrentado e construam soluções tecnológicas de maneira isolada dos usuários-produtores”, ou seja, a própria comunidade.

A construção solidária de tecnologias sociais para prevenção e recuperação de comunidades em risco não é uma negação à engenharia, à técnica, mas sim uma possibilidade mais viável e alcançável aos governos locais e que permite a participação da comunidade durante todo o processo. Afinal, como explicitado no “*Implementation guide for local disaster risk reduction and resilience strategies*”: “Toda história de sucesso da RRD envolve planejamento e implementação que dão importância ao envolvimento da comunidade ou da sociedade civil” (UNISDR, 2018, p. 26, tradução nossa).

Neste mesmo guia, destaca-se que o engajamento da comunidade permite uma melhor definição das prioridades, favorecendo a identificação das necessidades, preocupações e mudanças de curto e longo prazo (UNISDR, 2018).

As tecnologias sociais são uma crítica ao modo convencional de produção tecnológica. Vem ao encontro de práticas mais sustentáveis e solidárias, construídas imprescindivelmente com participação, emponderamento e autogestão da comunidade (COSTA, 2013).

A Fundação do Banco do Brasil (2013) destaca ainda os agentes atuantes nas tecnologias sociais: gestores públicos, pesquisadores e acadêmicos, sociedade civil organizada e sociedade civil marginalizada. Amílcar Herrera (1970 *apud* COSTA, 2013) propõe uma metodologia de conceituação e aplicação de tecnologias sociais. Ele afirma que a solução para desigualdades sociais está no desenvolvimento de tecnologias adequadas, aderentes às realidades locais. Assim, como principais pontos de sua metodologia está o conhecimento popular, tácito e a participação popular. A participação é essencial para que o processo seja legítimo e apresente efetividade.

Uma possível abordagem dentro dos moldes do que é apresentado nesse trabalho, ou seja, *bottom-up* e participativa, é a aplicação de técnicas compensatórias para o manejo das águas pluviais nas áreas de risco.

Técnicas compensatórias (ou técnicas alternativas) são alternativas aos “sistemas clássicos de drenagem” que se baseiam em equipamentos de microdrenagem, que transportam as águas superficiais por canalizações e, quando superada a vazão, por galerias subterrâneas para jusante, ocorrendo, inevitavelmente, uma transferência de problema (BAPTISTA *et al.*, 2011). As alternativas são pensadas em conjunto com o planejamento urbano do território, possibilitando a continuidade do desenvolvimento urbano sem custos extras e garantindo a qualidade de vida da população. Podem ser considerados princípios das técnicas compensatórias/alternativas: abordagem integrada (ordenamento urbano e

hidrografia natural), gestão de risco a inundação e gestão dos riscos sanitários (doenças de veiculação hídrica) e de poluição (BAPTISTA *et al.*, 2011).

Baptista *et al.* (2011) no livro “Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana” levantam a dificuldade de empregar o uso das técnicas. Os autores não consideram que seja uma dificuldade tecnológica, “as técnicas já estão razoavelmente bem estudadas individualmente”, porém são dificuldades ligadas à “escolha das técnicas adequadas, passíveis de serem utilizadas em determinado projeto” e à “avaliação das diferentes alternativas de sistemas viáveis”.

Dessa forma, retoma-se o mencionado anteriormente por Mendonça e Gullo (2017) sobre a desconsideração da população que vive de fato na situação de risco na tomada de decisões. Defendendo-se a ativa participação da comunidade na construção de sua própria resiliência, por meio da aplicação de tecnologias sociais, um possível caminho para mitigação do risco é a construção coletiva da análise de viabilidade de aplicação de técnicas compensatórias/alternativas em comunidades urbanas.

Em se tratando dos cenários de deslizamentos, por sua vez, as dinâmicas do escoamento da água no morro urbanizado são completamente diferentes do escoamento natural em um morro com floresta nativa. A cobertura do solo influencia no ciclo hidrológico local, pois, quanto maior a impermeabilização dos terrenos e ruas, maior será o escoamento superficial, e dependendo da declividade e intensidade da precipitação, esse escoamento tem potencial de “levar o que vê pela frente”. Esta situação gera mais um risco a esta população, pois as pessoas se tornam também vulneráveis à força da água que desce o morro. Assim, entender o risco de deslizamento de terra quando há vegetação é diferente de entender o risco quando há cortes no talude, casas, escadarias e asfalto.

Sivapalan *et al.* (2011) se questionam sobre os impactos que as mudanças de comportamento e estrutura da sociedade podem ter sobre o ciclo hidrológico. Os estudos sobre esses impactos e a interação entre sociedade e água são chamados pelos autores de *sócio-hidrologia*, em que as ações humanas são consideradas partes do ciclo hidrológico.

Até este momento do trabalho é falado em gestão do risco, prolongando as análises é possível entender que também abrange a gestão da água. Sivapalan *et al.* (2011), no entanto, afirmam que a sócio-hidrologia não é sobre a gestão, afinal, “de que maneira uma decisão gerencial afeta o escoamento e, inversamente, de que maneira o gerenciamento é restrinido pelo escoamento?¹”. A sócio-hidrologia é a ciência que observa, estuda e prevê a evolução em cooperação das atividades humanas e os sistemas de água envolvidos.

Entende-se, então, que a construção coletiva de tecnologias sociais para prevenção do risco em morros urbanos que sofrem com estruturas precárias de drenagem urbana não pode somente se limitar à gestão, mas deve pensar no longo prazo e estudar as interações da comunidade em questão com seus córregos e nascentes. O conhecimento

¹ Tradução nossa: “[...] in what way does a management decision affect runoff and, conversely, in what way is management constrained by runoff?”

técnico sensível às pessoas se mostra como essencial na construção de soluções mais efetivas e duradouras.

3 I CASOS: FLORIANÓPOLIS E ARARANGUÁ

Florianópolis, capital do estado de Santa Catarina, é composta por 13 distritos incluindo uma sede insular e uma sede continental. Entre 2012 e junho de 2018, foram registradas 1426 ocorrências de desastres e áreas de risco. O distrito com maior incidência é o Insular, abrangendo todo o centro e o Maciço do Morro da Cruz (AZEVEDO, 2018), região caracterizada por encosta com ocupação urbana formal e informal, conforme observamos no centro da Figura 2, região de maior concentração dos registros (pontos em vermelho).

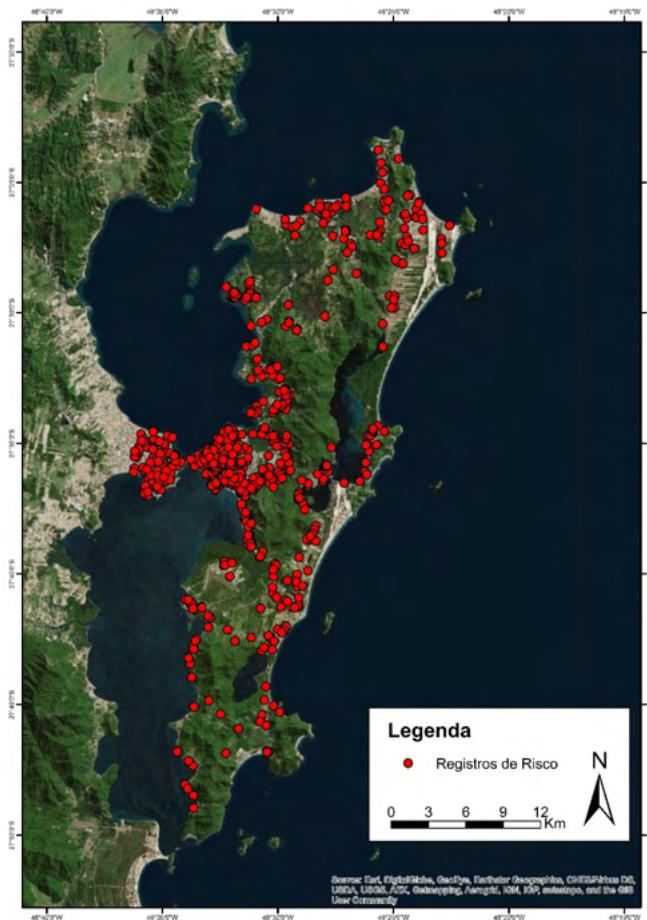


Figura 2 – Ocorrências da Defesa Civil de Florianópolis entre 2012 e junho de 2018.

Fonte: Azevedo, 2018.

Florianópolis apresenta instalações precárias de infraestrutura de drenagem de água pluvial em seus morros urbanos. Para além das inundações, outros riscos frequentes no município são os deslizamentos de terra e rolamentos de rocha, carregamento de detritos pela força das águas da chuva, bem como situações de nascentes e bicas que extravasam.

Também localizada no litoral catarinense, a 200km de Florianópolis, Araranguá é atravessada pelo rio de mesmo nome. O município sofre com a expansão urbana, ocupação das áreas de várzea e remoção de mata ciliar, sendo a rizicultura um dos principais fatores que contribuem para os eventos recorrentes de inundações (SUNG, 2016). A Figura 3 traz a localização do município e ilustra as dimensões do Rio Araranguá, bem como, os problemas observados em suas margens.



Figura 3 – Localização e caracterização do Rio Araranguá no município de Araranguá.

Fonte: Adaptado de Sung, 2016.

4 | PLANEJAMENTO COLETIVO NA GESTÃO DO RISCO

Os questionamentos que nascem dos apontamentos desse trabalho são: “Como construir esse processo participativo?” e “Qual a efetividade do processo?”. Para responder a essas questões, apresenta-se um compilado de conclusões do processo participativo que ocorreu no município de Araranguá-SC, tese da pesquisadora Sung Chen Lin, para construção da gestão participativa em RRD. E os trabalhos de Tasca *et al.* (2019) e Caprario e Finotti (2019), em Florianópolis, sobre a importância de diferentes atores na gestão e recuperação de rios urbanos a partir do pensamento sistêmico e a aplicação de uma ferramenta de baixo-custo para mapeamento de susceptibilidade a inundações,

respectivamente.

O processo participativo construído no município de Araranguá apresentou um compromisso com a realidade local e os objetivos de emponderar as pessoas por meio de um processo que visou a participação como instrumento da autonomia da população. Assim, cientes de seu poder e autonomia, a população se sentiu capacitada para buscar soluções para os problemas locais e alcançar a realidade desejada. Esse processo de participação é atribuído à conceituação de *macroparticipação* baseado em Bordenave (1995, *apud* SUNG, 2016).

A partir da aplicação da metodologia GATS (Governança da Água e do Território Sustentável), desenvolvida pelo Grupo Transdisciplinar de Pesquisas em Governança da Água e do Território (GTHidro – UFSC) e coordenado pelo Prof. Dr. Daniel José da Silva, a participação ocorreu em ciclos: 1. Ciclo metodológico com ciclos internos de Preparação, Mobilização e Sensibilização da comunidade; 2. Ciclo da Economia da Experiência; 3. Ciclo da comunidade de aprendizagem; 4. Ciclo da construção de estratégias de gestão; 5. Ciclo da disseminação dos resultados e avaliação. Esse processo metodológico de ciclos é apresentado conforme a Figura 4:

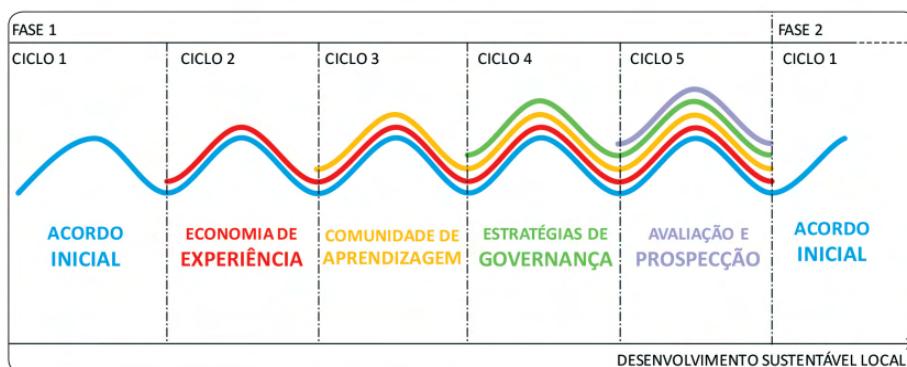


Figura 4 - Arquitetura do Modelo Governança da Água e do Território – GATS com os ciclos em ondas sobrepostas.

Fonte: Fernandes Neto, 2010.

A participação ocorre, então, desde o momento de preparação com a aproximação da autora na comunidade (ilustrado na figura como “acordo inicial”) até na coleta de dados com entrevistas, reuniões frequentes com produção de maquetes e troca de saberes, entre outros.

Sung (2016) aponta que a interpretação da realidade e as discussões em grupo foram essenciais para os envolvidos identificarem e elegessem a necessidade de reestruturar os órgãos de proteção e defesa civil do município. O conhecimento geográfico da região foi

o ponto chave desse processo de identificação de demandas. Para além da identificação, o processo permitiu que as pessoas ampliassem suas visões sobre os desastres que assolam o município e não somente aqueles que as são diretamente atingidos. A amplitude de análise pode ser atribuída à pluralidade dos participantes.

Um ponto a se destacar nas conclusões da pesquisadora é a importância de haver uma troca de saberes no processo. Explica-se: o conhecimento tácito dos participantes é essencial na identificação das demandas, na visão social do risco, no conhecimento geográfico, ou seja, as experiências de vida das pessoas com os desastres as tornam capacitadas a discutir. Entretanto, quando as pessoas se sentiam desinformadas sobre o tema, sem acesso às informações técnicas ou, até mesmo, sem compreensão da burocracia municipal e dos órgãos municipais, ocorria um processo de desigualdade entre os participantes, o que os desanimava e causava a evasão das reuniões. Uma comprovação da teoria apresentada previamente na prática entre as trocas de saberes.

Já em Florianópolis, a aplicação do pensamento sistêmico para compreensão da vulnerabilidade dos rios urbanos comprovou que um dos principais fatores é a contribuição de esgotamento doméstico e sanitário relacionada a ligações irregulares e sem fiscalização. Ademais, a insuficiência e limitação dos mecanismos de controle de uso e ocupação do solo não incluem os impactos graduais da expansão urbana na bacia hidrográfica. Na gestão de RRD quanto à contaminação de rios urbanos, é preciso, portanto, a abordagem holística sobre as conexões entre os recursos hídricos fundamentais, as infraestruturas construídas para manejo e a governança (TASCA *et al.*, 2019). Assim como Mendonça e Gullo (2017) afirmam que a resiliência está relacionada ao entendimento holístico do uso da área pela comunidade, este também deve ser o entendimento de que a produção do risco não pode estar limitada a um limite territorial.

Caprario e Finotti (2019) apresentam uma ferramenta de mapeamento que se encaixa na discussão prévia sobre a aplicação da engenharia popular na gestão dos riscos fazendo uso de uma tecnologia social. As autoras destacam que a ferramenta IMAAI (Instrumento de Mapeamento de Áreas suscetíveis a ocorrência de Alagamentos e Inundações) deve cumprir certos requisitos como ser de baixo-custo, fácil aplicação e replicação. A ferramenta incorpora o mapeamento pontual, podendo incluir as diferentes estruturas de manejo de águas pluviais, entre elas as técnicas compensatórias/alternativas.

Dessa forma, comprova-se que é possível tecnicamente, cientificamente e socialmente gerir a redução de riscos a desastres se valendo de tecnologias acessíveis, holísticas e participativas.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram apresentadas questões sobre vulnerabilidade das comunidades que vivem em áreas de risco em centro urbanos e os possíveis meios de reverter ou

amenizar essa situação com aplicação de tecnologias sociais e gestões participativas. Não compete ao escopo do trabalho, no entanto, o aprofundamento nas questões legais dos processos participativos e tão pouco um aprofundamento na fundamentação teórica das metodologias dos processos.

A justiça ambiental, como uma realidade a ser alcançada, deve percorrer um caminho que se inicia na identificação dos problemas: deslizamentos e áreas de risco em morros causadas por ocupação sem planejamento, estruturas precárias de drenagem pluvial e ocupação de áreas de várzea. Segue-se, então, no levantamento das formas efetivas para lidar com o problema: gestão de RRD por processos participativos. O processo participativo identifica os problemas e as demandas na microescala e constrói suas soluções reunindo os diferentes conhecimentos dos diferentes atores do processo.

Reconhecer que as populações marginalizadas têm acesso diferente e prejudicado a recursos ambientais, refletindo relações de preservação e valorização da natureza, é reconhecer as consequências do processo de urbanização desigual que as cidades, como um todo no país, sofreram. Reconhecer é o primeiro passo para mudar. Negar a sociedade periférica e a natureza em prol do dito “crescimento econômico” e “desenvolvimento globalizado” é um pensamento que já comprovou sua ineficiência. A mudança vem de diversas frentes, sendo as mencionadas neste trabalho, urbanização de risco e sócio-hidrologia, aquelas que colocam a sociedade como protagonista.

Os casos de Araranguá e Florianópolis dialogam entre si no momento que se propõe a encarar a produção do risco incluindo diversos atores e ultrapassando os limites do pensamento cartesiano. A inclusão da necessidade de participação social nos instrumentos das políticas nacionais - como a de saneamento básico, a de resíduos sólidos, a de recursos hídricos - só pode alcançar seu verdadeiro objetivo de educação e participação consciente nos sistemas concernentes se tornar o indivíduo autônomo. Um tipo de participação muito diferente do *top-down* (da decisão para a comunidade) consultivo como tem sido comum observar nos processos de Planos Diretores de Saneamento e Planos Diretores Urbanos no Brasil. O não alcance do objetivo de educação previsto com estes instrumentos é um dos motores da perpetuação do problema.

REFERÊNCIAS

ABREU, José Luiz Ferreira de. **PROPOSTA METODOLÓGICA PARA GESTÃO COMUNITÁRIA DE RISCO E DESASTRES SOCIOAMBIENTAIS: O NÚCLEO COMUNITÁRIO DE DEFESA CIVIL DO MORRO DA MARIQUINHA, FLORIANÓPOLIS - SC.** 2015. 218 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

AZEVEDO, Larissa Thainá Schmitt. **MOVIMENTOS DE MASSA NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS-SC**: estudo crítico a partir da aplicação de ferramentas de gerenciamento de risco. 2018. 127 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 2011. 318 p.

CAPRARO, Jakcemara; FINOTTI, Alexandra Rodrigues. **Socio-technological tool for mapping susceptibility to urban flooding**. Journal Of Hydrology, [S.L.], v. 574, p. 1152-1163, jul. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.05.005>.

COSTA, Adriano Borges (Org.). **Tecnologia social políticas públicas**. Brasília: Fundação Banco do Brasil, 2013.

FERNANDES NETO, J. A. S. **Modelo Urubici de governança da água e do território: Uma tecnologia social a serviço do desenvolvimento sustentável local**. 2010. 235 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina. 2010.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983. 65 p.

KANASHIRO, M., CASTELNOU, A. M. N. **Sociedade de risco, urbanização de risco e estatuto da cidade. Terra e Cultura**, n. 38, p. 138-163, 2004.

MENDONÇA, Marcos Barreto de; GULLO, Fernanda Telles. **Percepções de risco associado a deslizamentos em Angra dos Reis, Rio de Janeiro**. In: MARCHEZINI, Victor; WISNER, Ben; LONDE, Luciana R. SAITO, S. M.. **Redução de vulnerabilidade a desastres do conhecimento à ação**. São Carlos: Rima, 2017. p. 477-497.

MIGUEZ, M. G., DI GREGORIO, L. T., VERÓL, A. P. **Gestão de riscos e desastres ecológicos**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. 340 p.

SIVAPALAN, Murugesu; SAVENIJE, Hubert H. G.; BLÖSCHL, Günter. **Socio-hydrology: A new science of people and water**. Hydrological Processes, [s.l.], v. 26, n. 8, p.1270-1276, 24 jan. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/hyp.8426>.

SUNG, Chen Lin. **CONSTRUÇÃO SOCIAL DE PREVENÇÃO, MITIGAÇÃO E PROTEÇÃO FRENTE A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS COM ATORES LOCAIS: UMA EXPERIÊNCIA NO MUNICÍPIO DE ARARANGUÁ/SC**. 2016. 1185 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

TASCA, Fabiane Andressa et al. **Application of Systems Thinking to the assessment of an institutional development project of river restoration at a campus university in Southern Brazil**. Environmental Science And Pollution Research, [S.L.], v. 27, n. 13, 11 nov. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-019-06693-8>.

UNISDR. **Landslide Hazard and Risk Assessment. Words into Action Guidelines: National Disaster Risk Assessment**, 2018. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/52828_03landslidehazardandriskassessment.pdf>. Acesso em: dezembro 2017.

UNISDR. **Sendai Framework for Disaster Risk Reduction**: 2015-2030. 2015. Disponível em: <<https://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291>>. Acesso em: ago. 2018.

CAPÍTULO 17

INFLUÊNCIA DA OPERAÇÃO CAPTAÇÃO-DEMANDA NA EFICIÊNCIA DE RESERVATÓRIOS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 01/07/2021

Daniel Gustavo Allasia Piccilli

Universidade Federal de Santa Maria;
Departamento de Engenharia Sanitária e
Ambiental
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3858010328968944>

Carla Fernanda Perius

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-
Graduação em Engenharia Civil
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/9893546200028727>

Rutineia Tassi

Universidade Federal de Santa Maria;
Departamento de Engenharia Sanitária e
Ambiental
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7584743367186364>

Lucas Alves Lamberti

Universidade Federal de Santa Maria;
Coordenadoria Acadêmica, Campus Cachoeira
do Sul
Cachoeira do Sul – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3949665856490989>

Bibiana Bulé

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-
Graduação em Engenharia Civil
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/4315728588764370>

Cristiano Gabriel Persch

Universidade Federal de Santa Maria, Pós-
Graduação em Engenharia Civil
Santa Maria – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/3427155717569020>

RESUMO: O aproveitamento de água da chuva para fins não potáveis tem ressurgido como uma prática de gestão sustentável, e vem sendo amplamente empregado em diversas edificações no Brasil. O dimensionamento dos volumes de armazenamento vem sendo definido especialmente com o emprego do método da simulação, recomendado na NBR-ABNT 15.527/2019. No entanto, verifica-se que dependendo do intervalo de tempo de simulação, a falta de recomendação técnica a respeito da regra de operação para realização do balanço entre captação e demanda pode produzir resultados divergentes. Nesse sentido, foram realizadas simulações considerando: i) ocorrer a Demanda Antes do Volume (DAV) captado entrar no reservatório; ii) o Volume captado entrar Antes no reservatório e a Demanda ocorrer posteriormente (VAD). Foram avaliadas diferentes escalas temporais de simulação (horária, diária e mensal) para três áreas de captação (100, 200 e 300 m³), cinco volumes de reservação (1000, 1500, 2000, 3000 e 5000 L) em cinco cidades brasileiras (Goiânia, João Pessoa, Manaus, Porto Alegre e São Paulo). Não foram verificadas variações consideráveis na eficiência dos reservatórios para simulações horárias, comparando os resultados do VAD e

DAV. Para a simulação diária, as diferenças nos resultados de eficiência aumentaram para as menores áreas de captação e menores volumes de armazenamento. As simulações mensais produziram diferenças consideráveis que, de qualquer forma, não descreveram corretamente o armazenamento de água da chuva.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento de água da chuva, critérios de simulação, ordem de captação-demanda.

INFLUENCE OF THE CAPTATION-DEMAND OPERATION ON THE EFFICIENCY OF RAINWATER HARVESTING

ABSTRACT: Rainwater harvesting has emerged as a sustainable management practice, widely applied in Brazilian buildings. The storage capacity has been defined especially by using the water balance simulation method, as recommended in NBR-ABNT 15.527/2019. However, due to the lack of recommendation related to the storage operation, a set of simulations was performed using either: i) a yield after spillage (YAS); ii) yield before spillage (YBS). Time-steps hourly, daily and monthly were considered for this purpose, combined with three catchment areas (100, 200 and 300 m²), five storage capacities (1000, 1500, 2000, 3000 and 5000 L) in five Brazilian cities (Goiânia, João Pessoa, Manaus, Porto Alegre and São Paulo). Differences between YAS and YBS' storage efficiency were practically absent when hourly time-step was considered. However, the daily time-step increased these differences as the catchment area and storage capacities decreased. Monthly time-step presented significative differences, although the behavior in the efficiency was highly different from that obtained from previous analyses.

KEYWORDS: Rainwater harvesting; simulation criteria; captation-demand order.

1 | INTRODUÇÃO

Apesar de parecer algo novo, a utilização da água da chuva pelo homem para a produção de alimentos, criação de animais e até mesmo consumo humano advém de mais de 2.000 anos (Tomaz, 2003). Porém, a captação e o aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis têm ressurgido com alternativa para a gestão sustentável da água, permitindo a diminuir a utilização de água tratada (Hentges, 2013).

O aproveitamento de água da chuva destina-se, principalmente, para os usos não potáveis, como por exemplo, descarga de bacias sanitárias, lavagens de veículos e calçadas e irrigação de jardins, já que a qualidade da água da chuva dificulta o aproveitamento para fins potáveis. No entanto, isso não diminui a sua importância, visto que mais de 20% do consumo de água de uma residência poderia ser totalmente suprida pela água da chuva, reduzindo consideravelmente as despesas com água potável. (Campisano e Modica, 2012).

A captação e o posterior aproveitamento da água da chuva são influenciados por uma série de fatores socioeconômicos, ambientais e técnicos. Embora algumas orientações técnicas estejam disponíveis (Ward, *et al.*, 2010; Jones e Hunt, 2010), há poucos conselhos sobre os métodos adequados de dimensionamento do sistema a serem usados, deixando os técnicos relutantes em implementar sistemas de aproveitamento de água da chuva. No

âmbito nacional, não há nenhuma lei que discipline especificamente sobre o uso das águas pluviais. A fim de padronizar os procedimentos para captação e aproveitamento da água da chuva, em 2007 foi concluída a norma que rege a utilização desse tipo de sistema em áreas urbanas para fins não potáveis: NBR nº. 15.527/2019 (ABNT, 2019).

Esta norma surge como a primeira diretriz brasileira específica, que fornece os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas, para fins não potáveis tais como descargas em bacias sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de veículos e calçadas, limpezas de pátios, espelhos de água e usos industriais. No entanto, a norma brasileira permite várias possibilidades para a análise do desempenho de reservatórios de água da chuva, desde discretizações temporais de horárias até mensais, sem uma definição clara sobre regras de operação.

No caso do emprego do método da simulação (balanço de volumes no reservatório), a regra de operação pode influenciar nos resultados de desempenho do sistema de aproveitamento de água da chuva, em razão da variabilidade de falhas no atendimento ser influenciada por tomadas de decisão. Por exemplo, se a regra de operação considerar que as demandas ocorrem antes da captação de água e direcionamento para o reservatório, e se esse estiver vazio, quando houver uma demanda a simulação indicará uma falha, mesmo que na sequência novos volumes ingressem no reservatório, inclusive com volume suficiente para o atendimento à demanda. Por outro lado, se a regra de operação indicasse que a captação ocorre antes da demanda, a falha não seria indicada.

Em razão da falta de critérios sobre esse regramento da operação dos reservatórios de aproveitamento de água da chuva (RAAC) durante o processo de dimensionamento de reservatórios de aproveitamento de água da chuva, nesse artigo são apresentados resultados de uma análise que considerou a influência de duas situações: i) ocorrer a Demanda Antes do Volume (DAV) captado entrar no reservatório; ii) o Volume captado entrar Antes no reservatório e a Demanda ocorrer posteriormente (VAD). A análise considerou diferentes escalas temporais de simulação, com intervalos horários, diários e mensais para três áreas de captação distintas (100 m^2 , 200 m^2 e 300 m^2), considerando cinco volumes de reserva (1000 L , 1500 L , 2000 L , 3000 L e 5000 L) em cinco cidades brasileiras (Goiânia, GO; João Pessoa, PB, Manaus, AM, Porto Alegre, RS e São Paulo, SP). O efeito das regras de operação foi avaliado na eficiência do sistema, com relação ao percentual de falhas que ocorreram.

2 | METODOLOGIA

2.1 Critérios de simulação

Para a determinação da influência da regra de operação no resultado da simulação, foram considerados lotes hipotéticos com tamanho padrão comumente encontrados em áreas urbanas, com diferentes áreas de cobertura impermeável (100 , 200 e 300 m^2). Para

fins de simulação foram consideradas as séries de precipitação de cinco capitais de estados do Brasil, localizadas em diferentes regiões – Goiânia, GO; João Pessoa, PB, Manaus, AM, Porto Alegre, RS e São Paulo, SP, contemplando assim diferentes regimes pluviométricos brasileiros. Durante as simulações foram avaliadas as falhas para reservatórios com diferentes volumes comerciais: 1.000 L, 1.500 L, 2.000 L, 3.000 L e 5.000 L.

As simulações foram realizadas através de balanço de volumes de longo prazo, permitindo contabilizar as falhas no atendimento às demandas para as diferentes áreas de cobertura, volumes de reservação e série de precipitações, conforme Equações 1 e 2.

$$S_{(t)} = Q_{(t)} + S_{(t-1)} - D_{(t)} \quad (1)$$

$$Q_{(t)} = C \times P_{(t)} \times A \quad (2)$$

Sendo,

$S(t)$: volume de água armazenado no reservatório no tempo ‘t’;

$S(t-1)$: Volume de água armazenado no reservatório no tempo ‘t-1’;

$D(t)$: Demanda de água para usos não potáveis ou consumo no tempo ‘t’;

C : Coeficiente de escoamento superficial, fixo em 0,95;

$P(t)$: é a precipitação observada no intervalo de tempo “t”;

A : é a área de captação.

No método da simulação é inicialmente definido um volume de reservatório, a partir do qual, são contabilizados todas as entradas (precipitação) e saídas do reservatório (demandas ou vertimentos). O armazenamento máximo possível é o próprio volume útil do reservatório, e toda vez que o aporte de água superar a sua capacidade, os volumes excedentes são extravasados.

Conforme se verifica, pode-se considerar duas diferentes situações operacionais com relação ao emprego da Equação 1, não distinguidas na NBR 15.527/2019: i) na primeira o volume captado entra no reservatório antes da demanda ocorrer (VAD); ii) na segunda condição a demanda é retirada do reservatório antes da entrada do volume captado (DAV). Essas situações (i) e (ii) podem ser visualizadas por meio das Equações 4 e 5, respectivamente, modificadas a partir da Equação 1.

$$\text{Situação i: } S_{(t)} = Q_{(t)} + (S_{(t-1)} - D_{(t)}) \quad (4)$$

$$\text{Situação ii: } S_{(t)} = (Q_{(t)} + S_{(t-1)}) - D_{(t)} \quad (5)$$

Considerando os cenários de análise previamente definidos, foram realizadas 450 simulações. Inicialmente, foram comparadas as duas condições (VAD x DAV) considerando a série de precipitações com discretização horária. Posteriormente as séries de precipitação e demandas foram agrupadas de forma que as informações possuíssem discretização diária e mensal, com o objetivo de avaliar também as condições VAD e DAV para diferentes escalas temporais. Em todos os casos foram consideradas as três áreas de captação, os cinco volumes comerciais e as cinco cidades. Para as falhas existentes na série de

precipitações foi atribuído o valor de chuva zero, com base em recomendação de Perius (2016).

Para fins de simulação, considerou-se que, após a água ser captada pela superfície, a mesma é conduzida até o reservatório de aproveitamento de água da chuva, não sendo considerado nenhum volume perdido, como extravasamentos de calhas ou condutores verticais. Nas simulações, foi considerada apenas a água da chuva como fonte de abastecimento, não sendo contabilizadas entradas de água de abastecimento no RAAC, para o atendimento as falhas à demanda. Para a determinação das falhas, foi avaliada a relação entre o volume de falhas e o volume demandado durante o período de simulações, para diferentes volumes comerciais e áreas de captação testadas, conforme Equação (3).

$$\text{Falha} = \left(\frac{\sum \text{Volume Falhado}}{\sum \text{Volume Demandado}} \right) \times 100 \quad (3)$$

2.2 Séries de precipitação e demanda

As séries de precipitação utilizadas para a verificação do funcionamento dos RAAC foram obtidas pelo INMET – Instituto de Nacional de Meteorologia. Os dados de chuva possuem discretização temporal de 60 minutos, e o período da série analisada foi igual à extensão da série de dados disponível (Manaus – 15 anos; Goiânia – 14 anos; João Pessoa – 8 anos; Porto Alegre – 14 anos e São Paulo – 9 anos).

A série de demandas para usos não potáveis utilizadas na simulação foi formulada por Hentges (2013), considerando uma população média de 5 pessoas, sendo as características gerais da série apresentadas na Tabela 1.

Demandas	Volume Unitário	Frequência	Horários	Volume Total por Horário	Volume Total
Bacia Sanitária	6L/ descarga	4x/dia/pessoa	7:00/12:00/18:00/ 22:00	30 litros	120 litros
Lavagem de Veículos	220L/lavagem	Quinzenal	18:00	220 litros	220 litros
Limpeza de Calçadas	280L/limpeza	Quinzenal	09:00	280 litros	280 litros
Irrigação de Jardins	90L/irrigação	Dependente da temperatura e precipitação	19:00	90 litros	90 litros

Tabela 1. Características da série de demandas.

Com relação à irrigação, foram propostos diferentes padrões, conforme a ocorrência de períodos de estiagem e de temperaturas mais elevadas. Considerando as temperaturas médias compensadas apresentadas nas Normais Climatológicas do Brasil 1981-2010 (INMET, 2019), para cada uma das cinco cidades analisadas, definiu-se que para os meses

em que a temperatura média ambiente é superior a 20°C a irrigação seria realizada a cada dois dias, caso no período anterior a dois dias não ocorresse nenhum evento de precipitação. Nos meses em que a temperatura é menor do que 20°C, a irrigação de jardins foi considerada a cada sete dias, caso no período antecedente de sete dias não ocorresse nenhum evento de precipitação. A Figura 1 apresenta as temperaturas e precipitações médias compensadas do período de 1981-2010 (INMET, 2019).

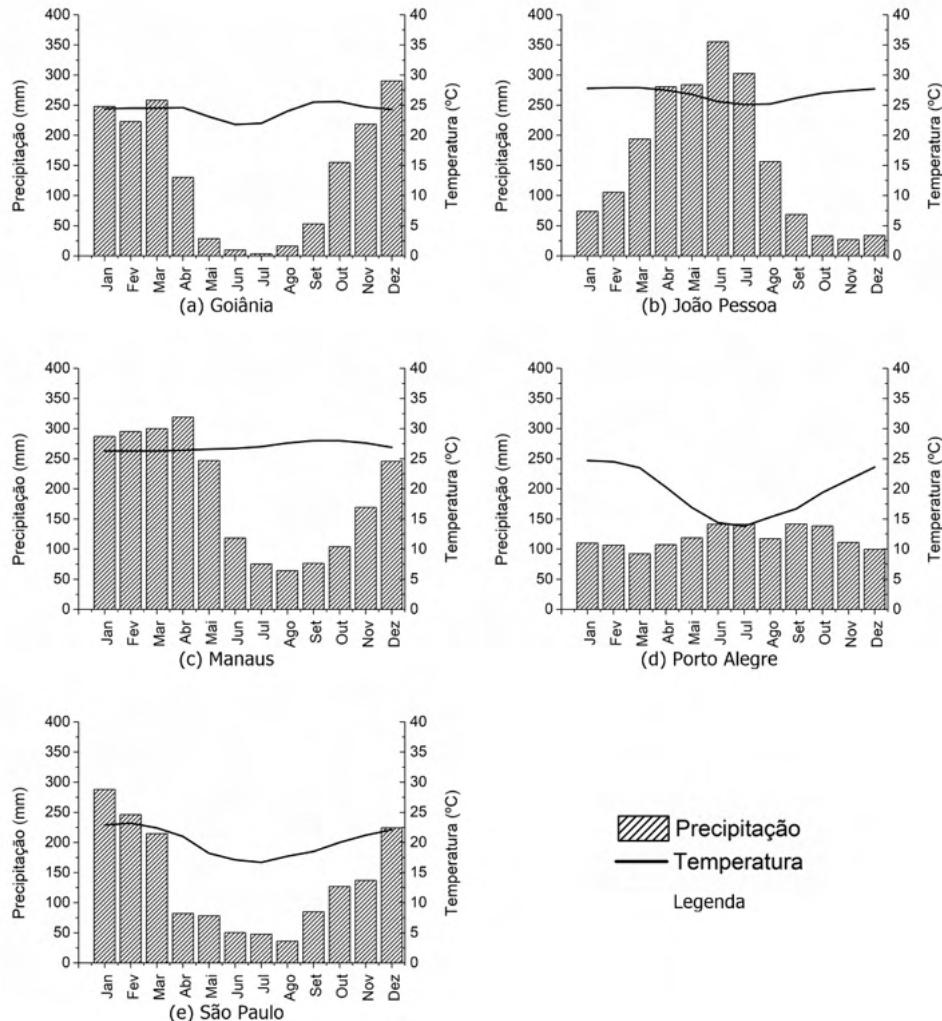


Figura 1 – Características de precipitação e temperatura das cidades analisadas.

Quanto à precipitação, percebe-se que apenas a cidade de Porto Alegre possui uma boa distribuição dos volumes de chuva ao longo do ano, com baixa influência sazonal, com

médias mensais variando de 100 mm até 150 mm. As demais cidades apresentam forte componente sazonal nos volumes mensais de chuva.

A temperatura, utilizada para determinar as demandas de irrigação, conforme previamente descrito mantém-se sempre acima dos 20º C nas cidades de Goiânia, João Pessoa e Manaus. Portanto, nessas cidades a irrigação foi realizada durante todo o ano, a cada dois dias, caso não ocorresse volumes precipitados nos dois dias antecedentes. No caso de Porto Alegre e São Paulo, tem-se a temperatura abaixo dos 20º C entre os meses de abril a outubro. Assim, para essas cidades foi adotado dois regimes de irrigação de jardins: de abril a outubro irrigou-se a cada sete dias e nos demais meses a irrigação foi realizada a cada dois dias, sendo que, em ambos os casos, a irrigação só era realizada caso não tivesse nenhum volume precipitado nos dias antecedentes.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a falha ao atendimento a demanda, considerando VAD e DAV, em uma área de captação de 200 m², com discretização temporal horária, diária e mensal, para as cinco cidades consideradas. As áreas de 100 m² e 300 m² apresentaram o mesmo comportamento que para 200 m², apenas com diferenças percentuais nas falhas de atendimento à demanda. De maneira geral, percebe-se que para a simulação realizada considerando o intervalo de tempo horário, não foram identificadas diferenças nos resultados obtidos para as situações VAD e DAV. Na escala diária, já são perceptíveis pequenas variações, principalmente para volumes de reserva menor. Na escala mensal, pode-se observar a grande diferença nos resultados entre VAD e DAV, e a mudança no comportamento das falhas que tendem a um decaimento linear para maiores volumes de reserva. Ainda, observa-se que nenhuma das situações (VAD e DAV) nas simulações mensais descreve corretamente o comportamento das falhas observado da simulação horária e diária.

No caso de Goiânia, considerando a simulação diária, tem-se que a situação DAV é 2% maior que a VAD, para o volume de 1000 L, reduzindo para uma diferença de 0,5% para o volume de 5000 L. Para a simulação mensal, a diferença entre VAD e DAV para os menores volumes é de 55%, aproximadamente, reduzindo para 22% nos volumes maiores. Goiânia foi a cidade que apresentou a menor diferença na simulação mensal, isso porque sua falha ao atendimento a demanda já é elevada (60%), mesmo em simulações horárias e diárias, em virtude dos meses de inverno, que são caracterizados por estiagens prolongadas.

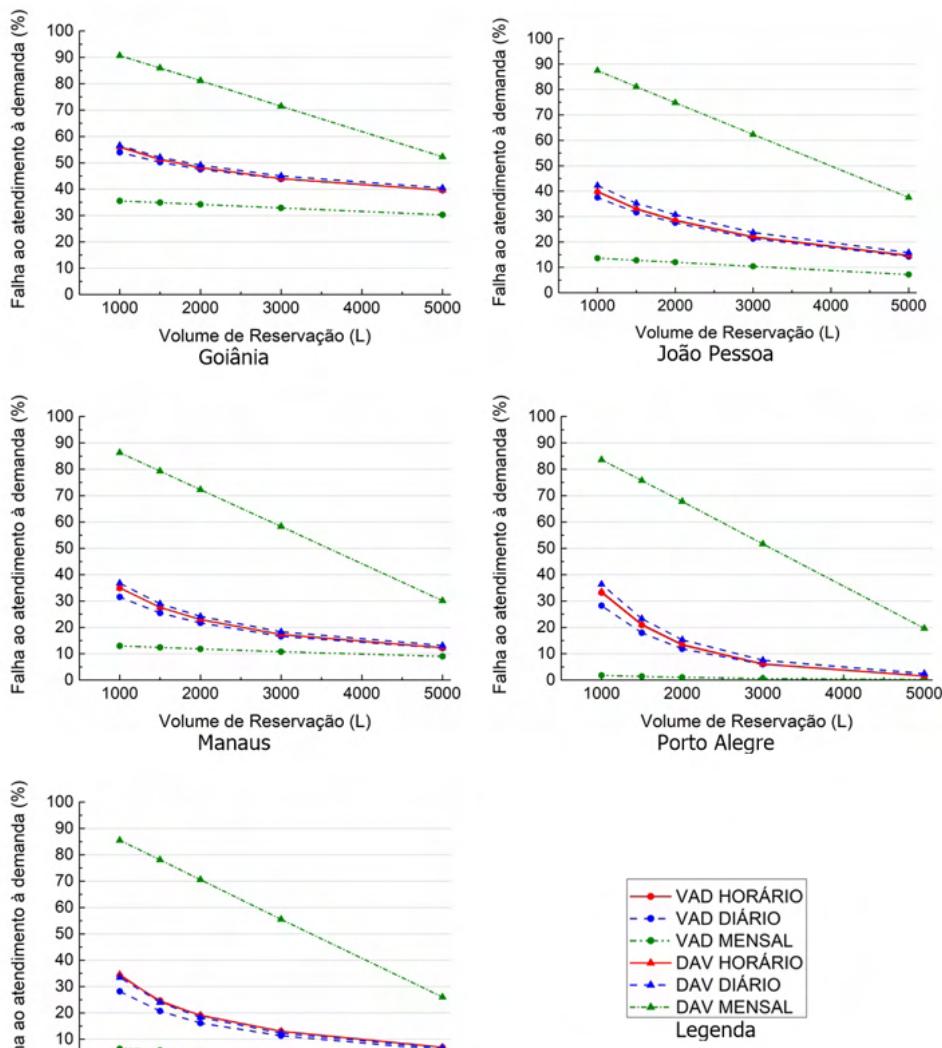


Figura 2 – Falha ao atendimento à demanda para a área de 200 m².

Para as simulações horárias, nas demais cidades os valores de falha ao atendimento à demanda considerando a situação DAV em relação a VAD, foram maiores em 5% para João Pessoa, Manaus e São Paulo e em 8% para Porto Alegre, considerando os menores volumes. Quando considerado o volume de 5000 L, para todas as cidades a diferença foi menor que 1%.

Considerando as simulações mensais, as diferenças entre VAD e DAV foram consideravelmente maiores, ficando em torno de 77% para os menores volumes reservados

em todas as cidades, reduzindo-se para cerca de 25% quando considerados os maiores volumes de reservatório.

As diferenças percentuais de DAV em relação à VAD, considerando falhas ao atendimento à demanda, para as áreas de 100 m² e 300 m² estão apresentadas na Tabela 2.

Área de Captação de 100 m ²	Diária	Volumes de Reservação (L)					
		1000	1500	2000	3000	5000	
		Goiânia	2,9	2,1	1,8	1,4	1,0
		João Pessoa	5,2	4,0	3,6	3,0	2,2
		Manaus	6,0	4,1	3,1	2,3	1,5
		Porto Alegre	9,6	7,0	5,1	3,2	1,8
		São Paulo	6,2	4,2	3,1	1,9	1,1
		Goiânia	48,6	45,3	41,9	34,8	20,1
		João Pessoa	63,6	59,8	55,7	47,4	29,8
		Manaus	68,9	63,5	58,0	47,0	23,8
		Porto Alegre	79,2	73,3	67,2	53,9	25,9
		São Paulo	76,7	71,1	65,3	53,8	29,9
Área de Captação de 300 m ²	Diária	Goiânia	2,5	1,8	1,5	1,1	0,8
		João Pessoa	4,5	3,2	2,8	2,2	1,2
		Manaus	5,0	3,1	2,2	1,4	0,7
		Porto Alegre	7,4	4,6	2,8	1,2	0,1
		São Paulo	5,0	3,0	1,9	1,0	0,6
	Mensal	Goiânia	57,3	52,9	48,4	39,7	22,0
		João Pessoa	75,8	69,6	63,3	50,3	24,2
		Manaus	75,1	68,5	61,8	48,0	19,8
		Porto Alegre	82,5	74,4	66,2	49,5	16,8
		São Paulo	79,5	72,6	65,6	51,5	23,2

Tabela 2 – Diferenças percentuais de DAV em relação à VAD, para áreas de 100 m² e 300 m².

Pode-se observar que o comportamento das áreas de 100 m² e 300 m³ segue o mesmo padrão da área de 200 m². Como já era esperado, conforme se reduz a área de captação, maiores são as diferenças percentuais, tanto para a simulação diária como para a simulação mensal. Pode-se observar que, na simulação diária, o pior caso é para Porto Alegre, na área de captação de 100 m² e volume de reservatório de 1000 L. Conforme o volume de reservação aumenta, reduz-se a diferença entre VAD e DAV, chegando a 1% para a área de captação de 100 m², na cidade de Goiânia e para 0,1% na cidade de Porto Alegre, para a área de 300 m².

Quando analisada a simulação mensal, percebe-se que, mesmo para as maiores

áreas e volumes de reservação a diferença percentual é muito grande, em torno de 15 a 30 %. Portanto, para a situação analisada, não se aconselha o uso de simulação mensal, mesmo que permitido pela norma vigente.

4 | CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da regra de operação captação-demanda no desempenho de reservatórios de aproveitamento de água de chuva durante simulações, para cinco cidades no Brasil. Para isso foram consideradas diferentes áreas de captação, volumes de armazenamento e regimes pluviométricos.

Considerando simulação horária, não houve variações consideráveis entre as regras de operação que consideraram a condição do volume ingressando no reservatório antes da demanda (VAD) demanda ocorrendo antes do volume (DAV). Todas as variações percentuais foram da ordem da segunda casa decimal.

Quanto à simulação com passo de tempo diário, observou-se que as maiores diferenças percentuais foram encontradas para as menores áreas de captação combinadas com menores volumes de armazenamento. Portanto, deve-se priorizar a utilização de dados com discretização temporal horária. Em situações com escassez de dados horários, simulações diárias podem ser realizadas, atentando as variações que a situação DAV pode representar no armazenamento de água da chuva.

Para as simulações mensais, percebeu-se que nem regra de operação DAV, nem a situação VAD descrevem corretamente o armazenamento de água da chuva. A primeira situação majora consideravelmente as falhas ao atendimento à demanda, enquanto a situação VAD minora as falhas, comparativamente aos valores gerados na simulação horária. A partir desses resultados, corrobora-se que não é adequado utilizar a simulação mensal em pequenos reservatórios de aproveitamento de água da chuva.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 15.527/2019: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2019.

CAMPISANO, A.; MODICA, C. Regional scale analysis for the design of storage tanks for domestic rainwater harvesting systems. *Water Science and Technology*. London, v. 66, n. 1, p. 1–8, 2012.

HENTGES, S. C. **Efeito de Reservatório de Aproveitamento de Água de Chuva sobre Redes de Drenagem Pluvial.** Dissertação (Mestrado) Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – Universidade Federal de Santa Maria, 2013.

JONES, M. P.; HUNT, W. F. Performance of rainwater harvesting systems in the southeastern United States. **Resources, Conservation and Recycling**, v.54, n.10, August 2010, p. 623–629. 2010.

PERIUS, C.F. **Variáveis de projeto e sua influência no desempenho e dimensionamento de reservatórios de aproveitamento de água da chuva.** Dissertação (Mestrado) Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – Universidade Federal de Santa Maria, 2016.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins Não Potáveis.** Navegar Editora, São Paulo, 2003.

WARD, S.; MEMON, F. A. e BUTLER, D. Rainwater harvesting: model-based design evaluation, **Water Science & Technology**, v.61, n.1, p. 85–96. 2010.

AGRADECIMENTOS - O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

CAPÍTULO 18

ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS DO SUL DE ALAGOAS, BRASIL: AÇÕES PARA SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL

Data de aceite: 27/09/2021

Alexandre Oliveira

Docente da UFAL, Unidade Educacional Penedo, Laboratório de Estudos em Estuários e Manguezais (LAPEM)
Penedo – AL
ORCID - 0000-0002-9076-3524

Maria Carolina Lima Farias

Mestranda em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos da UFAL
Maceió – AL.
ORCID - 0000-0002-9567-4280

Beatriz Alves Ribeiro

Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente da UFPE
Recife - PE
ORCID - 0000-0002-7539-4054

Milena Dutra da Silva

Docente da UFPB, Centro de Ciências Aplicadas e Educação (CCAE)
Departamento de Engenharia e Meio Ambiente (DEMA)
João Pessoa – PB
ORCID - 0000-0002-8970-1158

RESUMO: As atividades humanas apresentam grandes impactos em todas os compartimentos do ambiente. A poluição em todas as suas origens, atua de forma aguda e crônica e seus impactos podem, em longo prazo, ser destruidoras de todo o equilíbrio ambiental. A Educação Ambiental abrange novas perspectivas para novos conhecimentos, colaborando para

a construção de respostas aos problemas ambientais, considerando os processos que constituem seu estilo de vida, amplificando a importância de sensibilizar a comunidade local quanto a preservação deste ecossistema. Neste trabalho são abordadas experiências de sucesso que permitiram a interação do saber empírico com o conhecimento científico através de atividades lúdicas de construção, em conjunto, de novos saberes. A educação ambiental se torna então um instrumento importantíssimo para superar os atuais impasses da nossa sociedade, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes.

PALAVRAS-CHAVE: Educação ambiental, comunidade tradicional, nordeste do Brasil.

AQUATIC ECOSYSTEMS OF SOUTH ALAGOAS, BRAZIL: ACTIONS FOR ENVIRONMENTAL AWARENESS

ABSTRACT: Human activities have major impacts on all compartments of the environment. Pollution in all its origins acts acutely and chronically and its impacts can be destructive of the entire environmental balance. Environmental Education encompasses new perspectives for new knowledge, contributing to the construction of responses to environmental problems, considering the processes that constitute their lifestyle, amplifying the importance of sensitizing the local community regarding the preservation of this ecosystem. This work discusses successful experiences that allowed the interaction of empirical knowledge with scientific knowledge through playful activities of building together new

knowledge. Environmental education then becomes a very important instrument to overcome

the current impasses of our society, contributing to the formation of conscientious citizens

KEYWORDS: Environmental education, traditional community, northeastern Brazil.

1 | INTRODUÇÃO

As atividades humanas apresentam grandes impactos em todas os compartimentos do ambiente, como usos do solo, das águas e do ar, implicando em cenários preocupantes de degradação ambiental (DANTAS et al., 2017).

A poluição em todas as suas origens (industrial, portuária, hospitalar ou doméstica), atua de forma aguda e crônica e seus impactos podem, em longo prazo, ser destruidoras de todo o equilíbrio ambiental (VANRJABEDIAN, 1995), principalmente, dos ecossistemas aquáticos.

O estudo mais preciso da degradação ambiental e dos impactos do desmatamento nos ecossistemas, deve levar em conta o mapeamento e análise da paisagem, além da condição biológica da vegetação (pigmentos fotossintetizantes e conteúdo de água na folha/dossel) para possíveis indicações de estresse (RIBEIRO et al., 2019).

Para que estes processos sejam compreendidos e assimilados de forma que possam ser mitigados ou evitados, a Educação Ambiental abrange novas perspectivas para novos conhecimentos, colaborando para a construção de respostas aos problemas ambientais, considerando os processos que constituem seu estilo de vida evitando que o indivíduo aceite as dúvidas e incertezas sobre os desastres ambientais (LEFF, 2009).

Não podemos deixar de levar em consideração uma educação ambiental crítica, que constrói uma transformação de convergência entre a mudança social e ambiental, dando significado tanto para o meio quanto para com o outro indivíduo, valorizando os princípios ético-políticos (CARVALHO, 2004). Ainda segundo a autora, a educação ambiental crítica afirma uma ética ambiental balizadora das decisões sociais orientando estilos de vida coletivos e individuais criando novas rationalidades, constituindo laços de uma verdadeira cultura política ambiental.

Sendo assim, desenvolver meios pelos quais indivíduos constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, são ferramentas de suma importância para conscientizar as pessoas a respeito de ações para com meio ambiente, definindo a educação ambiental como um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo (FARIAS et al., 2018; SANTOS et al., 2019).

Apesar da popularidade do termo e de sua inserção em grande parte dos projetos de gestão de recursos naturais, dois fatores importantes: são renegados: a percepção e o conhecimento empírico do ambiente dos processos ecológicos. Para se propor qualquer

ação de educação ambiental é necessário primeiramente identificar a percepção que os indivíduos têm do meio ambiente, pois somente desta forma é possível relacionar aprendizagem e sensibilização envolvidos nos processos de educação ambiental (REIGOTA, 2007)

2 | SENSIBILIZAÇÃO AMBIENTAL

Uma educação ambiental crítica se torna balizadora das decisões sociais orientando estilos de vida coletivos e individuais criando novas rationalidades, constituindo laços de uma verdadeira cultura política ambiental (CARVALHO 2014). Neste sentido diversas ações foram desenvolvidas nos ecossistemas aquáticos do sul de Alagoas. As atividades envolvendo discentes do ensino fundamental e médio são fundamentais para que eles reconheçam o meio em que vivem e criem um verdadeiro sentimento de pertencimento ao seu habitat. Desta forma, o laço cultural pode ser demonstrado, fazendo surgir uma consciência sobre os problemas ambientais e mais importante, como evita-los e resolvê-los. A experiência desenvolvida na Escola Correia Titara do município de Piaçabuçu/AL foi fundamental para apresentar o conceito intrínseco de manguezal e a partir disso oferecer conhecimento científico para reflexão sobre a degradação e poluição do ambiente em que os alunos estavam inseridos (Figura 1).



Figura 1 - Discentes da Escola Correia Titara/AL, respondendo ao questionário semiestruturado (Foto: Maria Carolina Farias, 2018).

Inicialmente os discentes responderam a um questionário semiestruturado que foi novamente aplicado ao final das atividades, como forma de avaliação das informações adquiridas. Ao longo do processo foram ministradas aulas e palestras sempre dialogando com os estudantes (Figura 2).

Para que essa ferramenta se tornasse eficiente foram utilizados temas geradores que impulsionam a dinâmica de saberes através do diálogo, respeitando as diferenças de cada indivíduo em suas próprias visões de mundo (FREIRE 1987).



Figura 2 - Palestra temática (temas geradores) para o auxílio da formação de saberes (Foto: Maria Carolina Farias, 2018).

As ações de educação ambiental também contemplam produção de material didático com o objetivo de diagnosticar o conhecimento inicial dos atores, fomento melhorias no próprio material, além de levar informações para a construção dos novos saberes. Neste sentido, uma experiência extremamente bem-sucedida foi o projeto “*Você conhece o Mangue?*” que também serviu como tema para TCC (RIBEIRO, 2019), no qual o ponto inicial era a apresentação de um folder (Figura 3), disponibilizando informações sobre o Manguezal do município de Roteiro/AL.



Este material foi desenvolvido como uma proposta em Educação Ambiental direcionada ao mangue do município de Roteiro-AL, e apresentado como produto de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) pela discente Beatriz Alves Ribeiro, sob orientação da Profa. Dra. Milena Dutra da Silva, e apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Alagoas.

Você sabe quais os principais problemas que afetam o mangue?

a) Encontre no caça-palavras abaixo:

E	S	G	O	T	O	E	D	T	T	W
R	H	T	A	P	H	E	E	N	L	
M	N	T	W	P	T	Q	S	T	Y	
E	E	S	T	T	V	D	R	M	T	
M	E	R	A	N	O	E	D	A	I	
T	O	U	M	D	L	E	A	T	T	
A	R	I	F	I	K	N	T	A	L	
D	I	D	P	E	E	H	I	M	P	
T	R	E	R	T	D	A	T	E	R	
H	A	H	M	E	H	E	N	E	D	
T	N	T	S	N	I	T	U	R	E	
E	S	T	B	U	T	R	O	U	I	

www.orienta.com.br/contenidos/2013/maio/01/aula-10

Você sabe o que é bom e o que é ruim para o manguezal?

Com o intuito de proteger este ecossistema, indique quais as ações positivas e negativas para o manguezal.

Positivos	Negativos
 Não cometer atos	 Não destruir
Orientar turistas e moradores a conservar o manguezal	Não poluir
Questionar Destruir	Fugir

MINIGLOSSÁRIO

Para auxiliar na leitura na leitura dos textos deste folder, colocamos os significados de algumas palavras.

Epífitas: São espécies que se desenvolvem sobre outras plantas, sem causar nenhum prejuízo.

Herbáceas: Plantas de caule macio ou maleável, normalmente rasteira.

Pecíolo: Parte estreita que liga o limbo ao caule ou haste.

Clorofila: É a designação de um grupo de pigmentos fotosintéticos presente nos interiores das plantas.

Néctar: solução açucarada produzida pelos vegetais em estruturas especializadas, os néctários, que serve de estimulo aos animais polinizadores, ou dispersores de sementes e esporos e a partir da qual as abelhas fazem o mel.

Foliossíntese: É realizada por organismos que são capazes de sintetizar seu próprio alimento, como as plantas, utilizando a energia solar para transformar em energia química.

MANGUEZAL: CULTURA E MITO

Já ouviu falar na Vóvó-do-Mangue?

Reza a lenda que, quando alguém se perde no mangue, a Vóvó-do-Mangue mostra o caminho de volta. Porém, se alguém vai ao manguezal para maltratá-lo, cortar madeira, ou para estourar bombos de dinamite nas águas do estuário, matando tudo o que é peixe, desses a Vóvó se virava, dificultando o caminho de volta pra casa.

http://www.manguezal.com.br

Cuide do mangue. DENUNCIE!

Caso venha: 1800 082 1523
IBAMA: (0800 61 8080)
E-mail: denuncia@ibama.gov.br
<http://www.ibama.gov.br/denuncia>

http://www.manguezal.com.br

Figura 3 - Material didático (folder) para a formação de saberes ofertado à comunidade durante intervenção pedagógica (Foto: Beatriz Alves Ribeiro, 2019).

Após uma discussão orientada, com auxílio do folder, os participantes avaliarão os temas e farão sugestões através de questionário semiestruturado, para aprimoramento e construção de informações (Figura 4). A oferta do folder e aplicação do questionário também podem ser trabalhados com os professores do Ensino Fundamental e Médio (RIBEIRO, 2019)

Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

Capítulo 18

233

QUANTO A ESTRUTURA			
Observações	Sim	Não	Em Parte
A organização das páginas está adequada			
Os textos são extensos			
Os destaques (frases, atividades, resumos, notícias) ajudam na leitura e compreensão do texto			
A organização das partes está de forma clara e coerente			
O design do folder desperta o interesse do público			
QUANTO AO CONTEÚDO			
Observações	Sim	Não	Em Parte
O conteúdo é abordado de forma clara e atualizado			
As informações foram apresentadas de forma didática para facilitar a compreensão			
O folder didático contém elementos gráficos			
Os elementos gráficos apresentam nitidez			
São expostos problemas ambientais que afetam o mangue			
São apresentadas medidas/ações que possam mitigar os danos causados ao mangue			
O folder apresenta propostas de atividades			
As atividades são de acordo com o conteúdo do folder			
É conteúdo é compatível com o Ensino Fundamental			

Figura 4 - Parte do questionário de avaliação do material pedagógico (folder) para a formação de saberes ofertado à comunidade durante intervenção pedagógica (Foto: Beatriz Alves Ribeiro, 2019).

Esta ação demonstra a preocupação com a construção de material didático explicativo de forma conjunta e horizontal, como uma boa forma de sensibilização às questões ambientais (Figura 5).

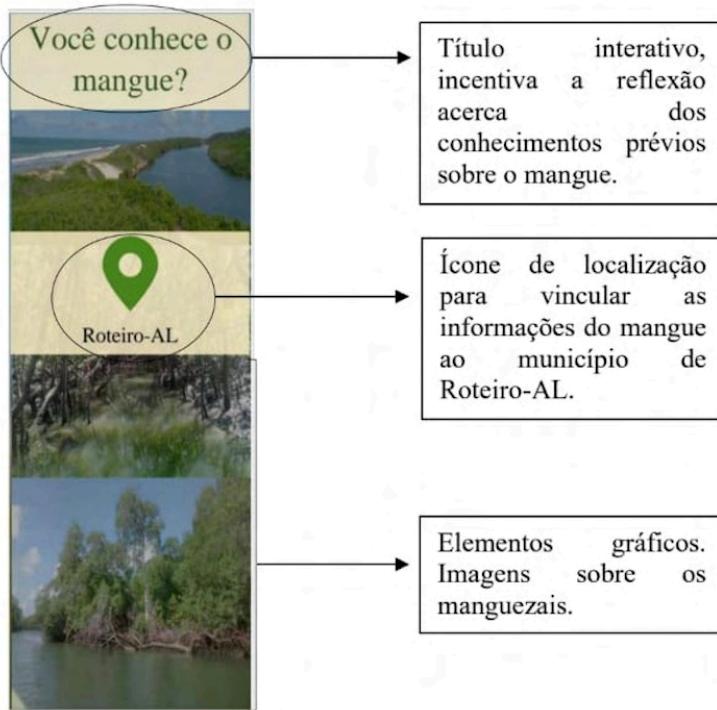


Figura 5 - Capa do material didático (folder) para a formação de saberes, indicando a utilização das discussões (Foto: Beatriz Alves Ribeiro, 2019).

Experiências que mesclam técnicas de exposição têm tido bastante sucesso nas ações de sensibilização ambiental nos ecossistemas aquáticos continentais, como o realizado na APA da Marituba/AL. No projeto “APArceu na Marituba: Mostra de diversidade sociobiológica em Unidade de Conservação”, fotos do ambiente são “complementadas” por ilustrações feitas à mão por participantes do projeto. O intuito é misturar arte fotográfica com arte de ilustração e despertar o sentimento de pertencimento ao seu meio, valorizando espaços, atividades e pessoas (Figuras 6 e7)



Figura 6 - Foto do ambiente real (APA da Marituba do Peixe) com ilustração feita à mão retratando situações diárias (Foto: Cláudio Sampaio; Ilustração: Joseilza Santo).



Figura 7 - Foto do ambiente real (APA da Marituba do Peixe) com ilustração feita à mão retratando situações diárias (Foto Milena Dutra; Ilustração: Joseilza Santo).

Ainda no âmbito dos Projetos de Extensão envolvendo ações de sensibilização ambiental, o projeto “*A natureza na roda*” tem como objetivo discutir questões ambientais em diferentes comunidades da cidade de Penedo/AL, através dos projetos sociais do Grupo

de Capoeira Mandingueiro de Penedo e Projeto Meros do Brasil, chamando a atenção para questões que englobam o Rio São Francisco e também das praias adjacentes (Figura 8).



Figura 8 - Exposição e palestra de materiais e oriundos do ambiente marinho (Fotos: Cláudio Sampaio, 2019).

Ainda dentro da temática dos organismos marinhos, as atividades realizadas no TCC intitulado *“Percepção de professores e alunos do ensino fundamental acerca da educação ambiental no povoado Pontal do Peba, Alagoas.”* com o objetivo de diagnosticar e contribuir para a percepção ambiental dos atores da comunidade que segundo a autora (BRUNO, 2009) irá contribuir na tomada de decisão e na melhoria do gerenciamento ambiental, implementando ações educativas que construam uma relação de corresponsabilidade na gestão dos recursos naturais (Figura 9).



Figura 9 - Aplicação de questionários aos professores do ensino fundamental e discussão de temas relativos ao ambiente marinho (Fotos: Mirelli Bruno, 2009).

A sensibilização ambiental, como forma de Educação Ambiental, vem sendo bem

trabalhada no projeto **Observando os Rios** que reúne comunidades e as mobiliza em torno da qualidade da água de rios, córregos e outros corpos d'água das localidades onde elas vivem. Atividades em conjunto de pesquisadores e escolas municipais e estaduais, professores e comunidade em geral, tem resultado em excelentes ações em relação ao conhecimento e pertencimento dos agentes locais em relação ao meio em que vivem. Neste projeto, a água dos corpos hídricos é avaliada, qualitativamente, por parâmetros físico-químicos de respostas rápidas (Figura 10). Este projeto é apoiado pela ONG SOS Mata Atlântica, e também possui patrocínio privado.



Figura 10 - Avaliação de parâmetros abióticos da água do Rio São Francisco. (Foto: Alexandre Oliveira, 2019).

Os resultados obtidos são então discutidos com todos os participantes, de forma horizontal, sempre agregando o conhecimento do público ao que foi obtido. Assim, o que foi observado será melhor absorvido, com um olhar crítico fruto das discussões ao longo do que foi apresentado (Figura 11).



Figura 11 - Escola de Ensino Fundamental, do município de Penedo, participando da atividade do Projeto Observando os Rios, durante as atividades no Rio São Francisco. (Foto: Alexandre Oliveira, 2019).

Muitas ações de sensibilização ambiental também são desenvolvidas ao norte do estado de Alagoas, porém realizadas por grupos baseados no sul do Estado, mais especificamente na Unidade fora de Sede da UFAL localizada em Penedo. Dentre estas ações, podemos destacar as atividades durante a realização do TCC intitulado *“Percepção ambiental com ênfase na conservação: uma abordagem lúdica com estudantes do ensino fundamental na área de proteção ambiental da costa dos corais”* (NASCIMENTO, 2018).

O objetivo do trabalho foi diagnosticar a percepção ambiental acerca do ecossistema recifal antes e depois da apresentação dos recursos didáticos. A técnica aqui utilizada foi a de questionários semiestruturados com posterior produção de elementos didáticos com auxílio de flanelógrafo (Figura 12).

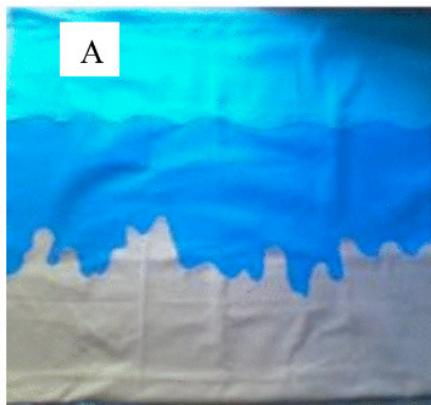


Figura 12 - (A) Flanelógrafo utilizado mostrando o cenário de estudo; (B) Flanelógrafo montado com seus elementos naturais e materiais (Foto: Gabriela Amorim, 2017).

A autora ressalta ainda que além de contribuir com a educação ambiental, a ação sensibilizou de forma lúdica e interativa de alunos do ensino fundamental da Escola Dom Pedro I (Figura 13), situada na APA Costa dos Corais (NASCIMENTO, 2018).



Figura 13 - (A e B) Utilização da técnica de flanelógrafo para sensibilização ambiental com ênfase no ambiente recifal; (C e D) Flanelógrafo sendo montado com participação dos alunos da Escola Municipal de Ensino Fundamental Dom Pedro I. (Foto: Gabriela Amorim, 2017).

Ficou constatado, neste trabalho, a necessidade da criação de propostas de

ações em educação ambiental além da melhoria da divulgação sobre a importância dos ecossistemas marinhos e costeiros na região da APACC, principalmente no ambiente escolar (NASCIMENTO, 2018)

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os projetos de Extensão e monografias de TCC acima relatados e traduzidos em experiências bem-sucedidas com a comunidade, demonstram a importância de ações de sensibilização das questões ambientais. É de suma importância que os projetos e experiências envolvam os atores da comunidade, talvez a parte de maior influência dos componentes que fazem a Educação Ambiental. Fica claro que as ações de Educação Ambiental devem privilegiar os atores da ponta da ação, ou seja, aqueles que estão sob influência direta dos resultados das atividades realizadas. A Educação Ambiental deve buscar sempre a sensibilização e conscientização daqueles que são o alvo da ação, através de atividades realizadas na comunidade.

Tais atividades servem como subsídio para ações governamentais em programas educacionais que possam despertar o ser ambiental de cada indivíduo gerando um pensamento conservacionista nos sujeitos envolvidos. Todas as ações tiveram como fundo a oferta de informações ao público para que entendam da sua importância ecológica, social e econômica além instigar a sensibilização a fim de despertar neles o cuidado pelo ecossistema, permitido ainda um estímulo à participação, levando à ampliação de um olhar crítico do meio ao seu redor.

REFERÊNCIAS

BRUNO, M. **Percepção de professores e alunos do ensino fundamental acerca da educação ambiental no povoado Pontal do Peba, Alagoas**. Monografia. 2015. 31p.

CARVALHO Isabel Cristina de Moura. **Educação ambiental crítica: nomes e endereçamentos da educação**. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier (coord.). *Identidades da educação ambiental brasileira / Ministério do Meio Ambiente*. Diretoria de Educação Ambiental. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 156p.

DANTAS, Mayara de Sousa; ALMEIDA, Nadjacleia Vilar; MEDEIROS, Iara dos Santos; SILVA, Milena Dutra da Silva. Diagnóstico da vegetação remanescente de Mata Atlântica e ecossistemas associados em espaços urbanos. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 1, p. 87-97, 2017.

FARIAS, Maria Carolina Lima, FARIAS, Lucélia Lima; OLIVEIRA, Alexandre. Sensibilização dos discentes da Escola Correia Titara, Piaçabuçu/AL, para a preservação do ecossistema manguezal. **Revista Sergipana de Educação Ambiental**. v. 1, n. 5. 2018. p.19-27.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17^a ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

LEFF, Enrique. **Complexidade, racionalidade ambiental e diálogo de saberes.** Educação & realidade, v. 34, n. 3, 2009.

NASCIMENTO, L. P. **Percepção ambiental com ênfase na conservação: uma abordagem lúdica com estudantes do ensino fundamental na área de proteção ambiental da Costa dos Corais.** Monografia. 2018. 46p.

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social.** 7. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

RIBEIRO, B. A. **Geotecnologias aplicadas ao diagnóstico do manguezal do município de Roteiro/AL: bases para a educação ambiental.** Monografia. 2019. 59p.

RIBEIRO, Beatriz Alves; AMORIM, Claudjane Batista; SANTOS, Janiele Pulquerio; OLIVEIRA Alexandre; da SILVA Milena Dutra. **Análise da cobertura vegetal do manguezal do município de Roteiro/AL: bases para educação ambiental.** In: ONE, Giselle Medeiros da Costa e ALBUQUERQUE, Helder Neves (Organizadores). Meio Ambiente: uma visão interativa 2. IMEA João Pessoa, 2019, p. 449-467.

SANTOS, Melissa Ferreira; SANTOS, Marcos Paulo dos; FARIAS, Maria Carolina Lima; OLIVEIRA, Alexandre. **Do manguezal à comunidade: educação ambiental para o descarte correto de resíduos sólidos.** Cap. 16. In: Impactos das tecnologias nas ciências humanas e sociais aplicadas 6. MACHADO Marcos William Kaspchak. (Organizador). Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. p. 209-215.

VARJABEDIAN, R. **Impacto sobre os manguezais.** In: Yara Schaeffer-Novelli (Ed.). Manguezal: Ecossistema entre terra e mar. São Paulo: Caribbean ecological research, 1995, p. 49-52.

CAPÍTULO 19

ANÁLISE E DISCUSSÃO DAS ALTERAÇÕES DA TURBIDEZ NO RIO ITABIRITO NO ÂMBITO DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 03/07/2021

Jeam Marcel Pinto de Alcântara

Universidade Federal de Itajubá/Campus Itabira
Lagoa Santa – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/6538029771257536>

Euclides Dayvid Alves Brandão

Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das
Velhas
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7680241914062121>

Roberto Cézar de Almeida Monte-Mor

Universidade Federal de Itajubá/Campus Itabira
Itabira – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/6305164504868109>

RESUMO: A bacia hidrográfica do Rio das Velhas está localizada na região central do Estado de Minas Gerais com uma área de aproximadamente 27.850 km², abrangendo total ou parcialmente 51 municípios e população estimada em 4,8 milhões de pessoas. O histórico de ocupação do estado é marcado pela intensa exploração e ocupação do rio, perpassando desde o ciclo do ouro até processo de industrialização e urbanização acelerada. A exploração do minério de ferro está entre as mais importantes atividades econômicas na região do Alto Rio das Velhas. O CBH Rio das Velhas e o SCBH Rio Itabirito são instâncias colegiadas trabalhando na gestão descentralizada do território da bacia, promovendo o diálogo entre os atores com

objetivo de melhorar a qualidade ambiental da bacia. A alteração da turbidez do rio Itabirito é característica marcante da sub-bacia, levando a uma discussão sobre as causas, e relações com as atividades minerárias ou outros fatores como aspectos geológicos, deficiências na drenagem e conservação de estradas rurais. O Objetivo deste trabalho é analisar a relação entre as alterações de turbidez nas águas do Rio Itabirito e os dados de ocorrências pluviométricas, como embasamento às discussões e atuações do CBH Rio das Velhas e SCBH Rio Itabirito.

PALAVRAS-CHAVE: Rio Itabirito, Turbidez, Monitoramento, Subcomitê.

ANALYSIS AND DISCUSSION OF
TURBIDITY CHANGES IN THE ITABIRITO
RIVER IN THE FRAMEWORK OF WATER
RESOURCES MANAGEMENT

ABSTRACT: The water catchment area of Rio das Velhas is located in the central region of the state of Minas Gerais and an area of approximately 27,850 km², covering partially or totally the territories of 51 municipalities and an estimated population of 4.8 million. The history of occupation of the state is marked by the intense exploration and occupation of the river, since gold cycle to process of industrialization and accelerated urbanization. Currently, the exploitation of iron ore is one important economic activities in the Alto Rio das Velhas region. CBH Rio das Velhas and SCBH Rio Itabirito are collegiate bodies that work in the decentralized management of the basin territory, promoting dialogue among the actors in order to improve the environmental quality of the basin. The change in

turbidity of Itabirito river is a characteristic feature of sub-basin, leading to a strong discussion about the causes and relations with the mining activities, or other factors, such as geological aspects, deficiencies in drainage and conservation of rural roads. This work aims to analyze the relationship between the turbidity the Itabirito river and the pluviometric occurrences as basis for the discussions and actions of CBH Rio das Velhas and SCBH Rio Itabirito.

KEYWORDS: Itabirito River, Turbidity, Monitoring, Subcommittee.

INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do Rio das Velhas está localizada na região central do Estado de Minas Gerais e tem uma área de aproximadamente 27.850 km², abrangendo total ou parcialmente 51 municípios e uma população estimada em 4,8 milhões de pessoas. Sua primeira nascente está localizada na cachoeira das Andorinhas, no município de Ouro Preto, numa altitude de aproximadamente 1.500 m. O curso principal do Rio das Velhas percorre uma distância de 806,84 km até desaguar no rio São Francisco em Barra do Guaicuí, Distrito de Várzea da Palma, numa altitude de 478 m (Plano Diretor de Recursos Hídricos - PDRH, 2015).

A região hidrográfica do alto rio das Velhas compreende toda a bacia de contribuição a montante do encontro do Ribeirão Onça com o Rio das Velhas, sendo considerada uma região de alta complexidade e de conflituosas dinâmicas ambientais. A Bacia Hidrográfica do Rio Itabirito está inserida no Alto Rio das Velhas e corresponde integralmente a Unidade Territorial Estratégica (UTE) Rio Itabirito (Plano Diretor de Recursos Hídricos - PDRH, 2015), conforme apresentado pela figura 1 abaixo:

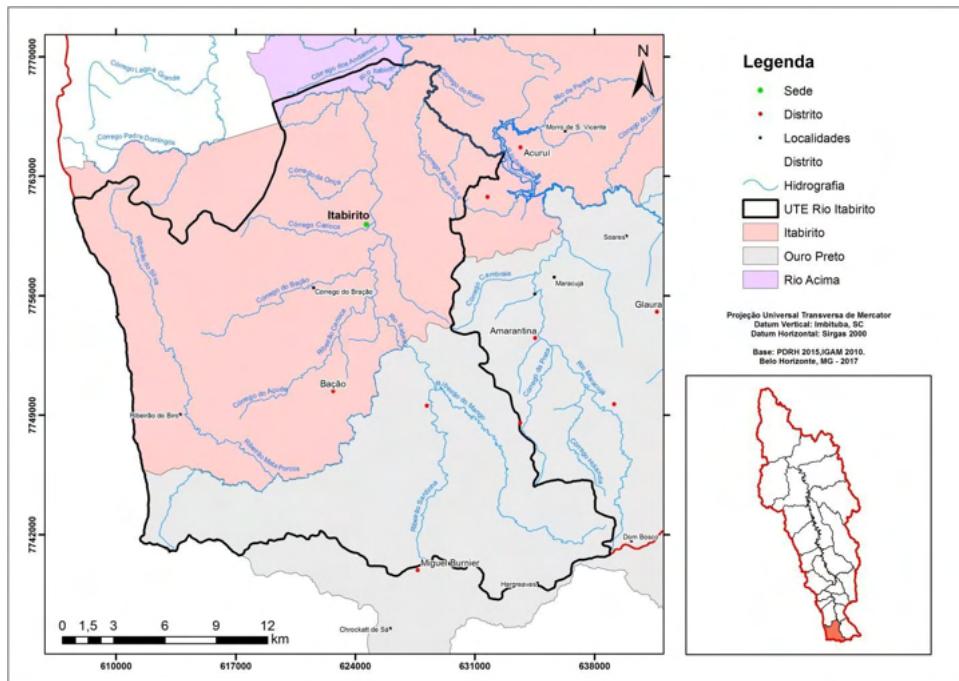


Figura 1- Mapa de localização da Unidade Territorial Estratégica Rio Itabirito.

Fonte: Autores.

A UTE do Rio Itabirito possui uma área de 541,58 km², abrangendo os municípios de Itabirito, Ouro Preto e Rio Acima. O Rio Itabirito é considerado um dos principais afluentes do Rio das Velhas em seu alto curso. A bacia do Rio Itabirito possui uma população de aproximadamente 50 mil habitantes de forma que o município de maior porte populacional é Itabirito, que concentra 90,1% do total do território na bacia. Os principais cursos d'água são: Rio Itabirito, Ribeirão Mata Porcos e Ribeirão do Silva, com extensão de 73 km dentro da área delimitada para a Unidade Territorial (PDRH, 2015).

Segundo o Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Velhas – PDRH, atualizado em 2015, os principais agentes de degradação das águas superficiais na UTE Rio Itabirito devem-se, sobretudo, aos lançamentos de esgotos domésticos e ao aporte de carga difusa. As principais interferências identificadas na qualidade das águas na UTE Rio Itabirito estão relacionadas às formas de uso e ocupação do solo como: atividades minerárias, carga difusa, esgoto doméstico, suscetibilidade à erosão, assoreamento, supressão da vegetação nativa, efluente industrial e expansão urbana.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas (CBH Rio das Velhas) é um órgão colegiado, deliberativo e normativo, com atuação na área territorial compreendida pela bacia hidrográfica do Rio das Velhas, integrante do Sistema Federal e Estadual de Recursos Hídricos. Criado pelo Decreto Estadual nº 39.692, de 29 de junho de 1998, em

conformidade com a Lei Estadual de Recursos Hídricos 13199/99 e a Lei Federal 9433/97, sua atuação tem sido participativa visando à descentralização da gestão das águas (CBH Rio das Velhas, 2014).

O Subcomitê de Bacia Hidrográfica do Rio Itabirito (SCBH Rio Itabirito), vinculado ao CBH Rio das Velhas, é um conselho consultivo e propositivo, que compreende os municípios de Itabirito e Ouro Preto. Sua atuação garante o diálogo sobre a gestão dos recursos hídricos entre os diversos atores locais com representantes da sociedade civil, poder público e usuários de água, visando à melhoria da quantidade e qualidade das águas (CBH Rio das Velhas, 2014).

Considerando que o problema da turbidez do rio Itabirito está entre os principais pontos de discussão no âmbito do Subcomitê, o objetivo deste trabalho é analisar a relação entre as alterações de turbidez nas águas do Rio Itabirito e os dados de ocorrências pluviométricas, como embasamento às discussões e atuações do CBH Rio das Velhas e SCBH Rio Itabirito. No sentido de fundamentar a discussão, os objetivos específicos perpassam em comparar dados de monitoramento de turbidez com os dados pluviométricos, correlacionando-os ao processo de carreamento de sólidos proveniente do escoamento superficial, e consequentemente, aumento na turbidez do Rio Itabirito; e propor o desenvolvimento de ações para aperfeiçoamento na gestão compartilhada da bacia.

ATUAÇÃO DO CBH RIO DAS VELHAS E SCBH RIO ITABIRITO FRENTE À QUESTÃO DA TURBIDEZ

Realizando reuniões ordinárias mensalmente, o SCBH Rio Itabirito que foi instituído em maio de 2006, discutindo e propondo medidas, planos e projetos para melhoria das condições ecológicas das águas da bacia. As pautas das reuniões em sua grande maioria são voltadas para discussão dos elevados índices de turbidez do rio, que mesmo em períodos de estiagem identifica-se em determinados dias com características “barrentas” em função de sólidos em suspensão.

Segundo algumas ONG's ambientalistas, este processo é fruto das atividades de mineração que historicamente exploram e degradam os cursos d'água da bacia, através de lançamentos de carga poluidora em detrimento do processo industrial, rejeitos de minério e falta de medidas de controle de processos erosivos e carreamento de sedimentos da mina. Por sua vez, os representantes das empresas afirmam que cumprem todas as medidas ambientais necessárias, e que a turbidez do rio Itabirito é causada por diversos outros processos de uso e ocupação do solo da bacia, e não somente pela mineração, processos estes, que são potencializados pelas características próprias ao ambiente geológico do quadrilátero ferrífero, onde, por influência do intemperismo, processos erosivos e escoamento superficial causado pelas precipitações, geram um carreamento de

sedimentos para as calhas dos tributários, ou seja, a mineração não seria a principal fonte de interferência nas alterações da turbidez.

Tendo em vista que a complexidade do debate que em muitos momentos geram conflitos exponenciais no âmbito do Subcomitê, o CBH Rio das Velhas, no uso de suas atribuições, instituiu a formação de um grupo de trabalho composto pela presidência do Comitê e representantes do Subcomitê do Rio Itabirito, que objetiva contribuir para a discussão entreposta, e fundamentar tecnicamente os conselheiros do SCBH Rio Itabirito em medidas para o controle da turbidez. O GT denominado “Grupo de Controle de Turbidez” realizou reunião no dia 31 de maio de 2016, onde, ficou acordado a criação de um sistema de monitoramento dos principais contribuintes da bacia do Rio Itabirito. A finalidade foi realizar a compilação dos dados de monitoramento de qualidade de água fornecido por empresas mineradoras e IGAM - Instituto Mineiro das Águas, implantando um sistema de gestão integrada da turbidez do rio.

METODOLOGIA

A turbidez da água é medida através do método nefelométrico, que consiste na comparação da intensidade de um feixe de luz exibido em uma amostra de água, com um feixe de luz de igual intensidade ao passar por outra amostra com suspensão padrão, quanto maior o espalhamento, maior será a turbidez, ou seja, a detecção da luz refletida por partículas em suspensão na coluna d’água. Hoje a turbidez é medida através de aparelhos conhecidos como “turbidímetros”, que baseiam-se na detecção dessa reflexão ou a diferença entre a luz emitida e recebida na coluna d’água, os quais convertem em sinais elétricos que são mostrados pelos aparelhos. A turbidez da água também é comumente percebida de forma empírica e não metódica através da observação da redução de sua transparência.

Sendo assim, a partir da disponibilização dos dados de monitoramento supra citados, realizou- se a compilação exclusivamente do parâmetro turbidez, referente aos dados de monitoramento disponibilizados pelas mineradoras Vale S. A. (período 2013 a 2016), Gerdau (período 2015 a 2016) e base de dados do IGAM (período 1997 a 2016)², no intuito de verificar os valores mais discrepantes em relação aos padrões de aceitabilidade da legislação vigente, comparando-os com os dados de precipitação levantados através do site Hidroweb/SNIRH. A proposta é conferir se há relação entre os dias em que as amostragens apontaram altos índices de turbidez, correlacionando- os ao processo de carreamento de sólidos proveniente do escoamento superficial, e consequentemente, aumento na turbidez do Rio Itabirito.

No período correspondente, realizou-se o cruzamento de dados pluviométricos diários obtidos através do site Hidroweb - Estação Pluviométrica “Itabirito Linigrafo”, de responsabilidade da ANA (Agência Nacional de Águas) e operada pela CPRM – Serviço

Geológico do Brasil, comparando-os somente com os dados da variável “Turbidez”, contida nas planilhas de medições disponibilizadas. Dentro da mesma variável foram selecionados todos os dados de coletas das estações de monitoramento que ultrapassaram o parâmetro máximo estipulado pela Resolução nº 357 do Conama em seu Capítulo III, seção II, Art. 15, parágrafo IV, de 100 unidades nefelométricas de turbidez (UNT), conforme tabela 1 abaixo.

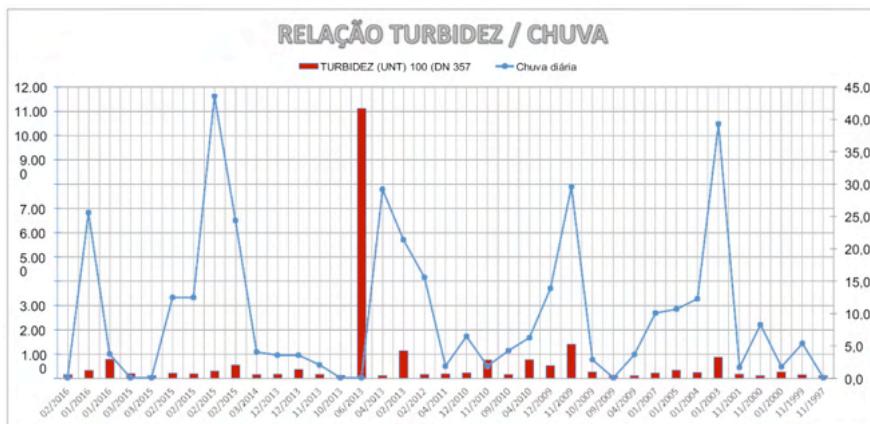
RELAÇÃO TURBIDEZ/CHUVA DIÁRIA Código Pluviométrico da Estação: 02043060 Nome da estação: Itabirito Linigrafo Entidade Responsável/Operadora: ANA/CPRM Fonte: Hidroweb/SNIRH				
PONTO	DESCRÍÇÃO DO PONTO	DATA	TURBIDEZ (100 UNT's Max) (Resolução Conama357)	Chuva diária (mm)
Vale_01M	Ribeirão Mata Porcos a montante da Vale	24/02/2016	153	0,00
Vale_01M	Ribeirão Mata Porcos a montante da Vale	29/01/2016	328	25,50
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	13/01/2016	786	3,70
Vale_01M	Ribeirão Mata Porcos a montante da Vale	16/03/2015	198	0,00
GERDAU_02_J	Várzea do Lopes - H - 19 Ribeirão do Silva (Jusante) PQ-03	06/03/2015	110	0,00
Vale_01M	Ribeirão Mata Porcos a montante da Vale	19/02/2015	216	12,40
Vale_02_J	Ribeirão Mata Porcos a jusante Forquilha V	19/02/2015	188	12,40
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	06/02/2015	297	43,50
GERDAU_02_J	Várzea do Lopes - H - 19 Ribeirão do Silva (Jusante) PQ-02	05/02/2015	550	24,30
Vale_01M	Ribeirão Mata Porcos a montante da Vale	13/03/2014	147	4,00
Vale_01M	Ribeirão Mata Porcos a montante da Vale	03/12/2013	175	3,50
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	03/12/2013	368	3,50
Vale_01M	Ribeirão Mata Porcos a montante da Vale	06/11/2013	167	2,00
Vale_01M	Ribeirão Mata Porcos a montante da Vale	07/10/2013	125	0,00
Vale_01M	Ribeirão Mata Porcos a montante da Vale	03/06/2013	11.120	0,00

Vale_01M	Ribeirão Mata Porcos a montante da Vale	01/04/2013	115	29,10
Vale_01M	Ribeirão Mata Porcos a montante da Vale	06/02/2013	1.140	21,30
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	13/02/2012	170	15,50
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	06/04/2011	185	1,80
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	02/12/2010	225	6,40
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	10/11/2010	756	1,80
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	09/09/2010	149	4,20
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	07/04/2010	771	6,20
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	08/12/2009	521	13,80
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	10/11/2009	1.406	29,50
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	01/10/2009	263	2,80
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	16/09/2009	116	0,00
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	08/04/2009	105	3,60
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	23/01/2007	222	10,00
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	17/01/2005	333	10,60
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	14/01/2004	239	12,20
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	17/01/2003	874	39,20
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	20/11/2001	175	1,60
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	20/11/2000	113	8,20
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	18/01/2000	263	1,70
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	16/11/1999	144	5,30
BV013	Rio das Velhas a montante da foz do Rio Itabirito	17/11/1997	105	0,00

Tabela 1 - Dados de turbidez coletados pelas empresas e IGAM

A partir da tabela produzida, elaborou-se um gráfico relacionando os dados de medições de turbidez em suas respectivas datas, com ocorrências pluviométricas ocorridas

na mesma data (conforme gráfico 1). Onde, observou-se que: de todas as ocorrências de turbidez acima dos níveis permitidos, conforme resolução supracitada, sete decorreram em datas onde não houve registro de ocorrência pluviométrica, representando um percentual de aproximadamente de 19% do total de 37 amostras. Sendo assim, entende-se como plausível interpretar como eventos pontuais em que possivelmente houve interações antrópicas, através de lançamentos de particulados, contribuindo para o aumento da turbidez do rio. Destaca-se a ocorrência de um pico na data de 03 de junho de 2013, registrando 11.120 unidades nefelométricas de turbidez (UNT), exacerbadamente acima do nível máximo. Esta ocorrência foi registrada na estação de monitoramento da empresa Vale S. A. nomeada “Vale_01M”, localizada no Ribeirão Mata Porcos a montante do empreendimento. Notadamente, nesta data não houve nenhum registro de incidência pluviométrica, conforme estação de monitoramento da ANA.



contudo, considerando que 19% das amostras foram identificados altos índice de turbidez sem ocorrência de chuva, perfaz-se em uma argumentação bastante fundamentada sobre algumas suspeções por parte dos conselheiros do SCBH Rio Itabirito. Entende-se, que há uma grande necessidade de ampliação da rede de monitoramento, controle dos processos industriais e de uso e ocupação do solo por parte dos órgãos responsáveis. Ressalta-se que melhorias nestes instrumentos de gerenciamento são essenciais para qualidade ambiental da bacia do Rio Itabirito.

O CBH Rio das Velhas e o SCBH Rio Itabirito devem ampliar sua atuação na promoção do diálogo e discussões junto a entidades intervenientes, chamando a responsabilização do setor público e privado na construção de um sistema mais eficiente de monitoramento e controle ambiental, provocando o estabelecimento de políticas públicas, que envolvem toda a sociedade da bacia do Rio das Velhas nesta questão.

O parâmetro Turbidez analisado isoladamente serve apenas como referência e fundamentação para iniciar uma discussão mais aprofundada, evidentemente que a análise de outros parâmetros de qualidade de água correlatos é essencial para afirmações mais conclusivas, assim como análise sedimentológica, limnológica dentre outras, mais acuradas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil) (ANA). Hidroweb: sistemas de informações hidrológicas. Disponível em <http://www.snh.gov.br/hidroweb>. Acesso em 31 abril 2018.

CARDOSO, Thaiany Guilherme. Sensor de Turbidez para Análise de Amostras de Água. 2011. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) Centro Universitário de Brasília – UniCEUB, Brasília, 2011.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS. Sobre o comitê. Disponível em <http://cbhvelhas.org.br/apresentacao>. Acesso em 30 de abr. 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 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. Alterado pela Resolução CONAMA 397/2008. Disponível em <http://www.mma.gov.br/conama>. Acesso em 01 mai. 2018.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS (IGAM). Disponível em www.igam.mg.gov.br. Acesso em 13 de abr. 2018.

PLANO DIRETOR DE RECURSO HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS VELHAS 2015: Plano Consolidado - Volume I. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas. Belo Horizonte, 2015. 316 p.; il. Color.

CAPÍTULO 20

O DESEQUILÍBRIOS AMBIENTAL NA EXPANSÃO DE DOENÇAS TRANSMITIDAS PELO *Aedes aegypti* L. (DIPTERA: CULICIDAE)

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 02/07/2021

Cícero dos Santos Leandro

Universidade Federal do Cariri, Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade
Crato-CE

<https://orcid.org/0000-0002-6311-1715>

Francisco Roberto de Azevedo

Universidade Federal do Cariri, Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade
Crato-CE

<https://orcid.org/0000-0002-6953-6175>

RESUMO: Este artigo traz uma discussão sobre os aspectos socioambientais relacionados às doenças veiculadas pelo *Aedes aegypti* com o objetivo de dialogar sobre questões que buscam o equilíbrio ambiental através do desenvolvimento sustentável. As doenças transmitidas por vetores têm causas multifatoriais, isto é, envolve além de fatores ambientais (vegetação, clima, hidrologia), os sócio-demográficos (migrações e densidade populacional), os biológicos (ciclo vital dos insetos vetores) e ainda, os médico-sociais (estado imunológico da população; efetividade dos sistemas locais de saúde e dos programas específicos de controle de doenças). Portanto, os vínculos entre desenvolvimento econômico, condições ambientais e de saúde são muito estreitos, pois condições para a transmissão de várias doenças são propiciadas pela forma com que são realizadas as intervenções humanas no

ambiente. Assim, no combate a essas doenças é preciso que haja uma conciliação entre o controle sanitário e a preservação do meio ambiente, sendo o desenvolvimento sustentável um dos caminhos para diminuição das arboviroses e consequentemente, a melhoria da qualidade de vida da população.

PALAVRAS-CHAVE: Meio Ambiente; Desenvolvimento Sustentável; Dengue; Zika; Chikungunya.

ENVIRONMENTAL IMBALANCE IN THE EXPANSION OF DISEASES TRANSMITTED BY *Aedes aegypti* L. (DIPTERA: CULICIDAE)

ABSTRACT: This article presents a discussion on the socio-environmental aspects related to diseases transmitted by *Aedes aegypti*, with the aim of dialoguing on issues that seek environmental balance through sustainable development. Vector-borne diseases have multifactorial causes, that is, they involve, in addition to environmental factors (vegetation, climate, hydrology), socio-demographic factors (migrations and population demito), biological factors (life cycle of vector insects) and also medical -social (immune status of the population; effectiveness of local health systems and specific disease control programs). Therefore, the links between economic development, environmental conditions and health are very close, as conditions for the transmission of various diseases are provided by the way in which human interventions are carried out in the environment. Thus, in the fight against these diseases, there needs to be a balance between sanitary control

and the preservation of the environment, with sustainable development being one of the ways to reduce arboviruses and, consequently, improve the population's quality of life.

KEYWORDS: Environment; Sustainable Development; Dengue; Zika; Chikungunya.

1 | INTRODUÇÃO

As alterações ambientais causadas pelo homem provocaram desequilíbrio dos ecossistemas e, como consequência, trouxe sérios danos à saúde (MCMICHAEL et al., 2008). Um dos problemas que tem se tornado importante para a saúde pública em todo o mundo nas últimas décadas é a proliferação de organismos vetores e reservatórios de patógenos em ambientes antropizados (ALHO, 2012).

O processo de expansão urbana desenfreada e a exploração dos recursos naturais sem limites trouxe como consequência a diminuição das florestas e a aproximação de vetores ao ser humano, criando condições ideais para o surgimento de doenças infecciosas de origem viral e por outros microrganismos que passaram da forma selvática para formas urbanas, levando o ser humano a fazer parte da cadeia de transmissão de várias doenças que acometem a população atualmente (SANTOS, 2009).

Estudos recentes revelaram o efeito da perda de biodiversidade na modulação, dispersão e dinâmica na transmissão de patógenos, sobretudo nas doenças transmitidas por artrópodes (KEESING; HOLT; OESTFELD 2006; XAVIER et al., 2012; POULIN; FORBERS, 2012; STEPHENS et al., 2016).

O risco de contrair doenças transmitidas por estes agentes além de está estreitamente relacionado com a dinâmica ambiental dos ecossistemas, como temperatura, umidade relativa do ar, vegetação e uso do solo, também está ligado aos fatores socioeconômicos, como coleta deficiente de lixo, condições de saneamento básico, ausência de rede de água potável, baixas condições de renda e aqueles fatores relacionados ao vetor, como a proximidade das habitações, o fluxo populacional e o aumento das viagens intercontinentais (BARCELLOS et al., 2009).

Dentre as doenças de transmissão vetorial podemos citar a dengue, zika e chikungunya, principais arboviroses da atualidade transmitidas ao homem por mosquitos do gênero *Aedes*, sendo o *Aedes aegypti* o principal vetor destas doenças no Brasil (CATÃO, 2012).

Em termos quantitativos, até a semana epidemiológica (SE) 53 do ano de 2020 foram notificados 987.173 casos prováveis de dengue no país, com uma incidência de 469,8 casos/100 mil habitantes. Em relação aos dados epidemiológicos da zika para o mesmo ano até a (SE) 51 foram notificados 7.387 casos prováveis (taxa de incidência de 3,5 casos/100 mil habitantes. Enquanto que para a chikungunya, a (SE) 53 foram notificados 82.419 casos prováveis, com incidência de 39,2 casos/100 mil habitantes (BRASIL, 2020).

Quando se aborda a saúde pública, discussões sobre o desenvolvimento sustentável

devem ser levadas em consideração, tendo em vista que a exploração ambiental é insustentável ao longo do tempo e causa risco à saúde pública. Portanto, este capítulo discute aspectos ligados ao desequilíbrio ambiental que agravam os riscos das doenças transmitidas pelo mosquito *A. aegypti*, bem como, as problemáticas dessas doenças para a saúde pública.

2 | AÇÃO ANTRÓPICA, DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E SAÚDE

Desde que o ser humano descobriu suas habilidades e criou os primeiros instrumentos, o ambiente natural tem sido alvo de contínuos ataques. Isso não significa que o homem pré-histórico não influenciava o meio, mas que essa influência era mínima, tendo em vista à reduzida atividade desempenhada naquele tempo, uma vez que a preocupação era restrita à sua sobrevivência a partir daquilo que conseguia obter naturalmente das florestas, além de serem desprovidos de conhecimentos e meios avançados para exploração dos recursos naturais (RODRIGUES, 2009).

Com o passar do tempo, o homem desenvolveu novas habilidades, aprimorou suas ferramentas e começou a cultivar parte de seus alimentos, utilizando-se de recursos da natureza como fonte fornecedora. A partir de então, o ser humano passou a intervir no planeta com mais intensidade, submetendo a natureza às suas necessidades, alterando as características originais e promovendo uma degradação que se tornou cada vez mais crescente até os dias atuais (RODRIGUES, 2009).

O capitalismo levou o homem a se apropriar da natureza na busca humana e social do “desenvolvimento” alicerçado pela ideologia do progresso, sendo neste contexto o termo desenvolvimento tratado de forma equivocada como sinônimo de crescimento econômico (JACOBI, 2005; VEIGA, 2008; CAMPOS et al., 2018;). Dessa forma, a exploração desenfreada dos recursos naturais para alimentar um crescimento econômico sem limites, teve como consequência a rápida degradação do meio ambiente, levando à crise socioambiental. Essa exploração acelerada ultrapassa a capacidade de suporte dos ecossistemas, impedindo sua regeneração e, consequentemente, o desenvolvimento do potencial ambiental de cada ecossistema para um desenvolvimento sustentável (SILVA, 2006).

Apesar das alterações antrópicas na natureza não serem recentes, as discussões sobre a questão ambiental somente tiveram início no início da década de 1970 (POTT; ESTRELA, 2017). Temas como alterações climáticas, aquecimento global, crise hídrica, desmatamento, migração humana e outros problemas dessa natureza levaram pesquisadores a se dedicarem cientificamente à questão ambiental (CAMPOS et al., 2018).

A primeira grande discussão sobre desenvolvimento sustentável ocorreu na conferência sobre Desenvolvimento Humano e Meio Ambiente realizada no ano de 1972, em Estocolmo, em que foi destacada a intrínseca relação entre desenvolvimento

econômico e conservação dos recursos naturais, onde percebeu-se uma necessidade de repreender a viver com o planeta. Em 1987, o documento “O nosso futuro comum” tratava do desenvolvimento sustentável na perspectiva de serem alterados os padrões de produção e de consumo (POTT; ESTRELA, 2017).

Desde então, outras conferências foram realizadas, a exemplo da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) que aconteceu no Rio de Janeiro em 1992; o Protocolo de Kyoto, tratado que resultou de uma Conferência da Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, realizada em Quioto (Japão), em 1994 e a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (CNUDS), conhecida por Rio + 20, que ocorreu em 2012, porém, muitos problemas e impasses ainda persistem (CAMPOS, et al., 2018).

Em termos gerais, o termo desenvolvimento sustentável insere três componentes principais da existência humana: dimensão econômica, ambiental e social. Nesse contexto, o objetivo central do desenvolvimento sustentável busca a satisfação das necessidades humanas não somente para esta geração, mas para que as gerações futuras também tenham condições para satisfazer suas próprias necessidades. Essa definição aponta para uma tarefa complexa que exige ampla colaboração coordenada entre diversos setores da sociedade (ACOSTA, 2016).

O conceito de desenvolvimento sustentável é o resultado da conscientização da intrínseca relação entre degradação ambiental crescente, questões socioeconômicas relacionadas à pobreza, desigualdade e preocupações com um futuro saudável para a humanidade (HOPWOOD, MELLOR, O'BRIEN, 2005).

É perceptível que a preocupação com um problema de sustentabilidade não dissocia os sistemas ecológicos dos sociais, de maneira oposta, integra-os e por estarem inter-relacionados, exigem soluções integradas. Isso é esclarecido no plano de ação da agenda 2030, onde são propostos os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e suas 169 metas, integradas, indivisíveis e equilibradas em três dimensões: questões ambiental, econômica e social (DJONÚ et al., 2018).

A saúde, objetivo 3 na agenda 2030, revela sua importância e sua inter-relação com as problemáticas da falta de saneamento básico (objetivo 6) e cidades e comunidades sustentáveis (objetivo 11). Contribuinte para o crescimento econômico da sociedade, a saúde é um indicador do progresso das nações no alcance ao desenvolvimento sustentável, uma vez que sua promoção em todas as idades insere benefícios que pode se difundir através das gerações (DJONÚ et al., 2018). Portanto, as consequências trazidas pela degradação do meio ambiente têm merecido atenção e muitos estudos, especialmente nos desdobramentos para o setor social, sobretudo, para a área da saúde (CAMPOS et al., 2018).

Pesquisadores da área de saúde têm apontado o resultado das mudanças ambientais nas condições de vida da população, especialmente em países pobres e em

desenvolvimento. Neste sentido, estudiosos do tema afirmam que a saúde é determinada por fatores genéticos, biológicos e psicossociais, sendo resultado da interação entre o desenvolvimento social e o meio ambiente e está relacionada ao modo de viver das pessoas e a sua relação com o ambiente em que vivem (ZOMBINI; PELICIONI 2014).

As situações de risco ambiental e de saúde são decorrentes de relações insustentáveis do homem com o meio que lhe dá as condições materiais para seu desenvolvimento, assim, o meio ambiente deve ser compreendido como condição intrínseca ao campo da saúde, ou seja, faz parte do todo que se realiza a vida humana e do qual não pode ser separado (ASSUNÇÃO FILHO et al., 2010).

3 I ASPECTOS BIOECOLÓGICOS DO VETOR

O *Aedes (Stegomyia) aegypti* (LINNAEUS, 1762), tradicionalmente chamado de “mosquito da dengue”, pertence ao Filo Arthropoda, Subfilo Hexapoda, Classe Insecta, Ordem Diptera, Subordem Nematocera, Família Culicidae, Subfamília Culicinae, Tribo Aedini, Gênero *Aedes* e Subgênero *Stegomyia* (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

O ciclo de vida é caracterizado por metamorfose completa (holometábolo), o qual de acordo com as condições climáticas, disponibilidade de alimentos e quantidade de larvas por criadouro, pode se completar no período de aproximadamente 10 dias. Seu desenvolvimento compreende quatro estádios: ovo, larva, pupa e adultos, sendo a fase larval dividida em quatro estádios (L1, L2, L3 e L4) (BESERRA et al., 2009).

O *A. aegypti* é um mosquito domesticado, antropofílico, com atividade diurna e realiza sua oviposição principalmente em reservatórios artificiais de água, incluindo vasos de plantas, pneus descartados, tanques, dentre outros, porém, podem também realizar a postura em reservatórios naturais como em bambus, bromélias ou folhas caídas no solo (OLIVEIRA; CALEFFE; CONTE, 2017).

Machos e fêmeas adultos alimentam-se de seiva vegetal, entretanto, após a cópula, as fêmeas necessitam realizar a hematofagia, para que seus ovos possam amadurecer (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994). Um único acasalamento garante a fecundidade para todos os ovos que a fêmea venha produzir ao longo de sua vida, sendo que os espermatozóides ficam armazenados numa estrutura chamada de espermateca (REY, 2010).

Ao realizar o repasto sanguíneo em um ser humano virêmico, o mosquito pode adquirir o vírus e permanecer infectado por toda sua vida, tornando-se apto a transmitir o vírus depois de 8 a 12 dias de replicação em suas glândulas salivares, processo conhecido como período de incubação extrínseco. Entretanto, a transmissão pode ocorrer tanto de forma mecânica, se o repasto for interrompido e o mosquito, imediatamente, se alimentar em outro hospedeiro suscetível próximo quanto pela transmissão vertical transovariana, neste caso, a fêmea transmite o vírus diretamente para a sua progênie através dos ovos, onde parte dos seus descendentes já nascem infectados (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994).

O *A. aegypti* tem origem silvestre, provavelmente da África, mais precisamente ao Sul do deserto do Saara (região da Etiópia), onde é encontrado no ambiente natural das florestas alimentando-se e reproduzindo-se independentemente da presença de seres humanos. Foi nessa região que tal mosquito se tornou antropófílico, domiciliado e adaptado ao meio produzido pelo homem (GUBLER, 2014).

A introdução do *A. aegypti* no Brasil ocorreu no período colonial, possivelmente na época do tráfego de escravos. Em 1955, dada sua importância na transmissão da Febre amarela urbana, o mosquito foi erradicado do país. No entanto, em países circunvizinhos como por exemplo as Guianas, Venezuela, Estados Unidos, Cuba e outros países Centro-Americanos, não o erradicaram, fato que permitiu que o Brasil sofresse uma nova invasão pelo mosquito em 1967 no Pará, mais tarde, em 1977, no Rio de Janeiro e em Roraima no ano de 1980 (CONSOLI; OLIVEIRA, 1994). Desde então, este vetor está presente em todos os Estados brasileiros, com distribuição em aproximadamente 4.523 municípios (ZARA, et al., 2016).

A adaptação e expansão do *A. aegypti* pelo território brasileiro é explicada por vários fatores, como o crescimento urbano, o aumento dos transportes de cargas e pessoas, problemas relacionados ao abastecimento de água, o manejo precário dos resíduos sólidos, especialmente pela presença de pneus, latas, garrafas, plásticos, dentre outros recipientes que são descartados de forma inadequada pelo ser humano, permitindo o acúmulo de pequenas quantidades de água oriunda da chuva, criando assim, possíveis focos para a sua proliferação (NOWAK; RAGONHA, 2018). Além disso, o clima tropical predominante no país mostra-se mais suscetível a presença do vetor (ALMEIDA; COTA; RODRIGUES, 2020).

4 | PRINCIPAIS ARBOVIROSES TRANSMITIDAS PELO *AEDES AEGYPTI*

4.1 Dengue

A dengue é uma doença reemergente, com rápida expansão em países tropicais e subtropicais (CAMPOS et al., 2018). Em todo o mundo é estimado que anualmente ocorram cerca de 400 milhões de infecções e aproximadamente 22.000 mortes (EXCLER et al., 2021).

Caracteriza-se como uma doença aguda, infecciosa, não contagiosa e sistêmica, causada por um arbovírus pertencente ao gênero Flavivirus, família Flaviridae, com quatro sorotipos conhecidos: DENV-1, DENV-2, DENV-3, DENV-4 e há pouco tempo o DENV-5 foi identificado em uma epidemia na Malásia (ARAÚJO et al., 2017). A transmissão desse arbovírus se dá pela picada de fêmeas infectadas das espécies *A. albopictus* (Skuse, 1894) e *A. aegypti*, sendo este último considerado o principal vetor nas américas (STAUFF et al., 2018).

A infecção por determinado sorotipo viral confere imunidade duradoura para tal,

entretanto, o indivíduo continua suscetível para os demais. Infecções por diferentes sorotipos podem aumentar o risco para desenvolvimento da dengue grave, sobretudo em pessoas que residem em áreas endêmicas, uma vez que estão mais susceptíveis a sofrerem infecções sucessivas ao longo da vida (GUZMAN; HARRIS, 2015). Entretanto, a severidade clínica pode também estar relacionada a outros fatores como o subtipo viral infectante e aspectos individuais do paciente, a exemplos de idade, etnia e presença de comorbidades (GUZMAN; KOURI, 2008).

A infecção pelos diferentes sorotipos pode apresentar um amplo espectro de manifestações clínicas, que variam desde formas assintomáticas aos quadros de dengue com sinais de alarme e dengue grave, esta última, apesar de representar uma pequena porção dos casos, possui maior relevância clínica, incluindo hemorragias e alterações neurológicas, que em alguns casos, pode evoluir para óbito. Diante da gama de sintomas provocados pela infecção por vírus da dengue, o diagnóstico laboratorial se torna essencial para o manejo adequado do paciente (WILDER-SMITH et al., 2019).

A elevada ocorrência de dengue nos últimos anos no país revela o grande potencial epidêmico que a doença possui, tendo em vista que mesmo após introdução e disseminação dos vírus da zika e chikungunya, a dengue continua se destacando entre estas, permanecendo entre as grandes preocupações de saúde pública, acometendo todas as regiões do Brasil (OLIVEIRA; ARAÚJO; CAVALCANTI, 2018).

4.2 Zika

Também pertencente à família Flaviviridae e ao gênero Flavivirus, o vírus Zika (ZIKV) foi isolado pela primeira vez no ano de 1947, na Floresta Zika, em Uganda, durante um estudo sobre Febre amarela com uma da espécie de macaco *Macaca mulata* (Zimmermann, 1780). Em 1948, também foi isolado do mosquito africano *Aedes africanus* (Theobald, 1901) na mesma floresta (HAYES, 2009). Em seres humanos o vírus ZIKV foi descoberto no ano de 1954, depois de um surto de icterícia na Nigéria (SONG et al., 2017).

Durante quase meio século, o vírus ficou confinado na Ásia e África, no entanto, em 2007 surgiu pela primeira vez fora desses continentes em forma de um grande surto na ilha do Yap, Micronésia. Posteriormente, a disseminação do vírus estendeu-se até a Polinésia Francesa e outras ilhas do Pacífico entre 2013 e 2014, alcançando em seguida as Américas (KINDHAUSER et al., 2016).

No Brasil, apesar de estudos filogenéticos apontarem para uma introdução do vírus já em 2013, o primeiro caso confirmado no país foi relatado em 2015, na região Nordeste, especificamente no município de Camaçari, no Estado da Bahia (LOWE et al., 2018). Em 2016, um ano depois da confirmação laboratorial no país, o ZIKV já tinha se disseminado para 21 Estados brasileiros: Alagoas, Amazonas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Pará, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Rio de Janeiro, Rondônia, Roraima, São Paulo e

Tocantins (LIMA-CAMARA, 2016). Atualmente, o vírus está presente em todos os Estados da federação (BRASIL, 2020).

O zika vírus é transmitido aos seres humanos principalmente pela picada de fêmeas de *A. aegypti* e *A. albopictus* infectadas pelo vírus (BOYER et al., 2018). A maioria dos infectados pelo vírus são assintomáticos ou desenvolvem apenas sintomas leves da doença, como febre, cefaleia, mialgia, erupção cutânea, dores nas articulações e conjuntivite (NDEFFO-MBAH; PARPIA; GALVANI, 2016).

Apesar de a doença ser muitas vezes autolimitada, a infecção pelo vírus tem sido associada ao desenvolvimento de doenças congênitas, incluindo a microcefalia e doenças neurológicas como a síndrome de Guillain-Barré (CAO-LORMEAU et al., 2016).

4.3 Chikungunya

Uma outra arbovirose com crescente incidência é a chikungunya. O nome “chikungunya” é originário da palavra africana Makonde que significa “aquele que é contorcido” fazendo referência ao fato dos pacientes apresentarem aparência encurvada devido a artralgia intensa que caracteriza a doença (TAUIL, 2014). Foi descrita pela primeira vez em 1952, durante um surto na Tanzânia. Há registros da doença em mais de 60 países da Ásia, África, Europa e Américas, com registros de 1.379.788 casos suspeitos nas ilhas do Caribe, países da América Latina e Estados Unidos, causando 191 mortes da doença nos primeiros meses de 2015 (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020).

A doença é causada pelo vírus da família Togaviridae, gênero Alphavirus, transmitida pela picada de fêmeas dos mosquitos *A. aegypti* e *A. albopictus* infectadas pelo CHIKV (RALAPANAWA; KULARATNE, 2020). As principais manifestações clínicas da doença na fase aguda é uma febre alta acompanhada de artralgias e erupção cutânea. Após a fase aguda alguns pacientes podem apresentar persistência das artralgias por semanas ou até anos, caracterizando a fase crônica da doença (TORII et al., 2020).

Os primeiros casos de chikungunya no Brasil foram registrados em setembro de 2014, na região Norte, cidade de Oiapoque (Amapá), onde, a partir de então, até o ano de 2015 tinha atingido os Estados do Distrito Federal, Bahia, Mato Grosso do Sul, Roraima e Goiás (HONÓRIO, 2015). Atualmente o CHIKV é encontrado em todos os Estados brasileiros (BRASIL, 2020).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreender que a dengue, a zika e a chikungunya extrapolam a esfera da saúde e necessita de uma abordagem interdisciplinar e intersetorial é essencial tanto para a ciência quanto para o poder público. Neste sentido, a discussão acima aponta para o efeito negativo da exploração descontrolada dos recursos naturais pelo homem na alteração do habitat natural do vetor *A. aegypti*, tendo como importante consequência a emergência das

doenças transmitidas por ele. Sendo assim, fica caracterizada a interdependência do tripé: ambiental, social e econômico para a busca do ambiente ecologicamente equilibrado. No propósito de encontrar esse equilíbrio, uma das possibilidades que tem obtido um maior reconhecimento e destaque mundial tem sido a busca pelo desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, A. **O bem viver: uma oportunidade para imaginar outros mundos**. São Paulo: Autonomia Literária, Elefante, 2016. 264 p.
- ALHO, C. J. R. Importância da biodiversidade para a saúde humana: uma perspectiva ecológica. **Estudos avançados**, v. 26, n. 74, p. 151-165, 2012.
- ALMEIDA, L. S.; COTA, A. L. S.; RODRIGUES, D. F. Saneamento, Arboviroses e Determinantes Ambientais: impactos na saúde urbana. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 10, p. 3857-3868, 2020.
- ARAÚJO, V. E. M.; BEZERRA, J. M. T.; AMÂNCIO, F. F.; PASSOS, V. M. A.; CARNEIRO, M. Increas in the burden of dengue in Brazil and federated units, 2000 and 2015: analysis of the Global Burden of Disease Study 2015. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 20, n. 1, p. 205-2016, 2017.
- ASSUNÇÃO FILHO, J. K. M.; JUSTINO, L. G.; MELO FILHO, L. P.; ROLIM NETO, M. L.; BARROS JÚNIOR, J. B. Relação Saúde Ambiental/Saúde Humana: (Re) Conhecendo o Cenário do Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental. **Neurobiologia**, v. 73, n. 3, p. 185-192, 2010.
- BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALÁN, C.; HELEN C. GURGEL, H.; CARVALHO, M. S.; RAGONI, V, et al. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.18, n.3, p. 285-304, 2009.
- BESERRA, E. B.; FREITAS, E. M.; SOUZA, J. T.; FERNANDES, C. M.; SANTOS, K. D. Ciclo de vida de Aedes (Stegomyia) aegypti (Diptera, Culicidae) em águas com diferentes características. **Iheringia**, v. 99, n. 3, p. 281-285, 2009.
- BOYER, S.; CALVEZ, E.; CHOUIN-CARNEIRO, T.; DIALLO, D.; ANNABELLA, F. An overview of mosquito vectors of Zika virus. **Micoses and Infection**, v. 20, n. 11-12, p. 646-660, 2018.
- BRASIL. Monitoramento dos casos de arboviroses urbanas transmitidas pelo *Aedes Aegypti* (dengue, chikungunya e zika), semanas epidemiológicas 1 a 53, 2020. **Boletim epidemiológico**, v. 52, n. 3. p. 1-31, 2020.
- CATÃO, R. C. **Dengue no Brasil: abordagem geográfica na escala nacional**. São Paulo: Cultura acadêmica, 2012. 175p.
- CAMPOS, F. I.; CAMPOS, D. M. B.; VITAL, A. V.; PAIXÃO, T. F. P. Meio Ambiente, Desenvolvimento e Expansão de Doenças Transmitidas por Vetores. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 7, n. 2, p. 49-63, 2018.
- CAO-LORMEAU, V. M.; BLAKE, A.; MONS, S.; LASTÈRE, S.; ROCHE, C.; VANHOMWEGEN, J.; GHAWCHÉ, F et al. Guillain-Barré Syndrome outbreak associated with Zika virus infection in French Polynesia: a case-control study. **The lancet**, v. 387, n. 10027, p. 1483-1590, 2016.

CONSOLI, R. A. G. B.; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil** - Rio de Janeiro: Fiocruz, 1994. 228p.

DJONÚ, P.; RABELO, L. S.; LIMA, P. V. S.; SOUTO, M. V. S. SABADIA, J. A. B.; SUCUPIRA JUNIOR, P. R. G. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e condições de saúde em áreas de risco. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, n. e09110, 2018.

EXCLER, J. L.; SAVILLE, M.; BERKLEY, S.; KIM, J. H. Vaccine development for emerging infectious diseases. **Nature Medicine**, v. 27, n. 4, p. 591-600, 2021.

GUBLER, D. J.; OOI, E. E.; VASUDEVAN, S.; FARRAR, J. **Dengue and dengue hemorrhagic fever**. 2. ed. London: CAB international, 2014. 624p.

HOPWOOD, B.; MELLOR, M.; O'BRIEN, G. Sustainable development: Mapping different approaches. **Sustainable Development**, v. 13, s/n, p. 38-52, 2005.

GUZMAN, M. G.; HARRIS, E. Dengue. **The lancet**, v. 385, n. 9966, p. 453-465, 2015.

GUZMAN, M. G.; KOURI, G. Dengue haemorrhagic fever integral hypothesis: confirming observations, 1987-2007. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 102, n. 6, p. 522-523, 2008.

HAYES, E. B. Zika virus outside Africa. **Emerging Infectious Diseases**, v. 15, n. 9, s/n, p. 1347-1350, 2009.

HONÓRIO, N.; CÂMARA, D. C. P.; CALVET, G. A.; BRASIL, P. Chikungunya: an arbovirus infection in the process of establishment and expansion in Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, v. 31, n. 5, p. 1-3, 2015.

JACOBI, P. R. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005.

KEESING, F.; HOLT, R. D.; OSTFELD, R. S. Effects of species diversity on disease risk. **Ecology Letters**, v. 9, n. 4, p. 485-498, 2006.

KINDHAUSER, M. K.; ALLEN, T.; FRANK, V.; SANTHANA, R. S.; DYE, C. Zika: the origin and spread of a mosquito-borne virus. **Bulletin of the World Health Organization**, v. 94, n. 9, p. 675-686, 2016.

LIMA-CAMARA, T. N. Emerging arboviruses and public health challenges in Brazil. **Revista de saúde pública**, v. 50, n. 36, p. 1-7, 2016.

LOWE, R.; BARCELLOS, C.; BRASIL, P.; CRUZ, O. G.; HONÓRIO, N. A.; KUPER, H.; CARVALHO, M. S. The Zika Virus Epidemic in Brazil: From Discovery to Future Implications. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 96, p. 1-18, 2018.

MCMICHAEL, A. J.; FRIEL, S.; NYONG, A.; CORVALAN, C. Global environmental change and health: impacts, inequalities, and the health sector. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 336, n. 7637, p. 191-194, 2008.

NDEFFO-MBAH, M. L.; PARPIA, A. S.; GALVANI, A. P. Mitigating Prenatal Zika Virus Infection in the Americas. **Annals of Internal Medicine**, v. 165, n. 8, p. 551-559, 2016.

NOWAK, R. G.; RAGONHA, F. H. A evolução e potencialização do *Aedes aegypti* em relação às doenças no Brasil e no estado do Paraná. **Arquivos do Mudi**, v. 22, n. 1, p. 48 - 78, 2018.

OLIVEIRA, R. M. A. B.; ARAÚJO, F. M. C.; CAVALCANTI, L. P. G. Aspectos entomológicos e epidemiológicos das epidemias de dengue em Fortaleza, Ceará, 2001-2012. **Epidemiologia e Serviço de Saúde**, v. 27, n. 1, p. e201704414, 2018.

OLIVEIRA, S. R.; CALEFFE, R. R. T.; CONTE, H. Chemical control of *Aedes aegypti*: a review on effects on the environment and human health. **Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas**, v. 21, n. 3, p. 240-247, 2017.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos avançados**, v. 31, n. 89, p. 271-283, 2017.

POULIN, R.; FORBES, M. Meta-analysis and research on host-parasite interactions: past and future. **Evolutionary Ecology**, v. 26, n. 5, p. 1169-1185, 2012.

RALAPANAWA, U.; KULARATNE, S. *Aedes* - One Mosquito Species, A Few Sírios Diseases. **Science Forecast**, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2020.

REY, L. **Bases da parasitologia médica**. 3. ed. Rio de Janeiro - RJ: Guanabara Koogan, 2010. 427p.

RODRIGUES, F. **Homem, trabalho e meio ambiente: desenvolvimento e sustentabilidade**. 104f. Dissertação. (Mestrado em Direito) - Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul-RS, 2009.

SANTOS, C. H. F. **Condições ambientais e transmissão de malária e dengue: um estudo das percepções dos moradores do entorno sul da reserva florestal ducke - Manaus-AM**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade da Amazônia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus AM, 2009.

SILVA, W. J. **Atividade larvicida do óleo essencial de plantas existentes no Estado de Sergipe contra *Aedes aegypti* L.** 81f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão-SE, 2006.

SONG, B. H.; YUN, S. I.; WOOLLEY, M.; LEE, Y. M. Zika virus: History, epidemiology, transmission, and clinical presentation. **Journal of Neuroimmunology**, v. 308, s/n, p. 50-64, 2017.

STAUF, C. B.; SHEN, S. H.; SONG, Y.; GORBATSEVYCH, O.; ASARE, E.; FUTCHER, B.; WIMMER, E et al. Extensíveis recoding of dengue virus type 2 specifically reduces replication in primate cells without gain-of-function in *Aedes aegypti* mosquitoes. **PLOS ONE**, v. 13, n. 9, p. e0198303, 2018.

STEPHENS, P. R.; ALTIZER, S.; SMITH, K. F.; AGUIRRE, A. A.; BROWN, J. H.; BUDISCHAK, S. A.; POULIN, R. The macroecology of infectious diseases: a new perspective on global-scale drivers of patógenas distribution and impacts. **Ecology Letters**, v. 19, n. 9, p. 1159-1171, 2016.

TAUIL, P. L. Condições para a transmissão da febre do vírus chikungunya. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 4, p. 773-774, 2014.

TORII, S.; ORBA, Y.; SASAKI, M.; TABATA, K.; WADA, Y.; CARR, M., ... & SAWA, H. Factors are recruited during chikungunya virus infection and are required for the intracellular viral replication cycle. **Journal of Biological Chemistry**, v. 295, n. 23, p. 7941-7957, 2020.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento Sustentável: o desafio do século XXI**. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 220p.

WILDER-SMITH, A.; OOI, E. E.; HORSTICK, O.; WILLS, B. Dengue. **The Lancet**, v. 393, n. 10169, p. 350-363, 2019.

WHO, 2020. World Health Organization. **The mosquito**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/dengue-and-severe-dengue>. Acesso em: 25 de jun. 2020.

XAVIER, S. C. C.; ROQUE, A. L. R.; LIMA, V. S.; MONTEIRO, K. J. L.; OTAVIANO, J. C. R.; SILVA, L. F. C.; JANSEN, A. M. Lower Richness of Small Wild Mammal Species and Chagas Disease Risk. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 6, n. 5, p. e1647, 2012.

ZARA, A. L. S. A.; SANTOS, S. M.; FERNANDES-OLIVEIRA, E. S.; CARVALHO, R. G.; COELHO, G. E. Estratégias de controle do *Aedes aegypti*: uma revisão. **Epidemiologia e Serviço de Saúde**, v. 25, n. 2, p. 391-404, 2016.

ZOMBINI E. V.; PELICIONI, M.C. F. **Saneamento básico para saúde integral e a conservação do ambiente**. In: PHILIPPE JÚNIOR, A, PELICIONI, M. C. F. (Eds.) *Educação Ambiental e Sustentabilidade*. 2. ed. São Paulo: Manole, 2014. p. 237-258.

CAPÍTULO 21

INFLUÊNCIA DE UM AMBIENTE SERRANO NA COMPOSIÇÃO DE ANUROS NO PANTANAL NORTE, CENTRO-OESTE DO BRASIL

Data de aceite: 27/09/2021

Vancleber Divino Silva-Alves

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Rede Erosão da Biodiversidade no Pantanal. Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal.

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Cáceres, Mato Grosso, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-0730-5101>

Odair Diogo da Silva

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Rede Erosão da Biodiversidade no Pantanal. Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal.

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Cáceres, Mato Grosso, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-5271-2849>

Ana Paula Dalbem Barbosa

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Rede Erosão da Biodiversidade no Pantanal. Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal.

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Cáceres, Mato Grosso, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-6282-4799>

Thatiane Martins da Costa

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Rede Erosão da Biodiversidade no Pantanal. Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal.

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Cáceres, Mato Grosso, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-7560-8828>

Cleidiane Prado Alves da Silva

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Rede Erosão da Biodiversidade no Pantanal. Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal. Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Cáceres, Mato Grosso, Brasil

<https://orcid.org/0000-0003-3353-9654>

Eder Correa Fermiano

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Cáceres, Mato Grosso, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-1465-0675>

Mariany de Fátima Rocha Seba

Rede Erosão da Biodiversidade no Pantanal, Universidade do Estado de Mato Grosso, campus de Cáceres. Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal

<https://orcid.org/0000-0002-5128-1530>

Dionei José da Silva

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Rede Erosão da Biodiversidade no Pantanal. Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal.

Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Cáceres, Mato Grosso, Brasil

Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola, Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Tangará da Serra, Mato Grosso, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-6189-9756>

RESUMO: A composição de anuros pode alterar de acordo com os processos ecológicos existentes. No Pantanal, os anuros se apresentam com alta abundância e ausência de endemismo. No entanto, é importante entender como se comportam as composições de anuros e suas particularidades. Aqui, avaliamos dois pontos de amostragem relativamente próximos, mas com características ambientais distintas, no Pantanal de Cáceres, Mato Grosso, Brasil. Os registros ocorreram por metodologia de interceptação e queda (*pitfall*) e gravadores acústicos autônomos. Registramos 12 espécies de anuros e abundância de 106 indivíduos. Observamos que a composição se altera de acordo com o tipo de ambiente, mostrando ser condicionador da composição da fauna de anuros e que precisa ser levado em consideração em estudos ecológicos.

PALAVRAS-CHAVE: Zonas húmidas, Heterogeneidade ambiental, Anfíbios, Conservação.

INFLUENCE OF A MOUNTAINOUS ENVIRONMENT ON THE ANURANS COMPOSITION IN THE NORTHERN PANTANAL, CENTRAL-WEST BRAZIL

ABSTRACT: The anurans composition can change according to existing ecological processes. In the Pantanal, anurans show high abundance and no endemism. However, it is important to understand the anuran composition and its particularities. Here, we evaluate two relatively close sampling points, but with distinct environmental characteristics, in the Pantanal of Cáceres, Mato Grosso, Brazil. The records were made using the intercept and fall (*pitfall*) methodologies and autonomous acoustic recorders. We recorded 12 species of anurans and an abundance of 106 individuals. We observed that the composition changes according to the type of environment, showing that it is a condition of the anuran fauna composition which should be taken into account in ecological studies.

KEYWORDS: Wetlands, Environmental heterogeneity, Amphibians, Conservation.

As comunidades ecológicas são agrupamento de espécies coexistentes, podendo ser formadas de acordo com processos ecológicos existentes (LEIBOLD, 1998). O Pantanal compreende uma das maiores regiões de área úmida do mundo (ALHO & SABINO, 2011), e apresenta uma abundância relativamente alta de anuros e ausência de endemismo (ALHO, 2011). A região do Pantanal pode ser dividida em duas macrorregiões: planalto, caracterizado pelo complexo serrano que o circunda, e a planície que consiste em grandes áreas planas que passam por inundações sazonais (MERCANTE et al. 2011). Aqui, avaliamos dois pontos de amostragem, distantes entre si 6 km, localizados no Pantanal de Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

As coletas ocorreram em novembro de 2017, em dois pontos de área de vegetação nativa nas margens do rio Paraguai, principal canal de escoamento do Pantanal (figura 1). O primeiro ponto (-16.632083; -57.847556), com 117 m acima do nível do mar, é uma área característica do Pantanal influenciada pelo pulso de inundação, passando por períodos de seca, vazante e inundação anual. O segundo ponto (-16.685028; -57.843694), com 171 m acima do nível do mar, constitui uma área de ambiente serrano com característica do bioma Cerrado, que não sofre com inundações anuais.

Em cada ponto foram instalados três conjuntos de armadilhas de interceptação e queda (pitfall), dispostas em formato de “Y”, utilizando-se de quatro baldes de 60 L, distantes 15 m do centro e interligados por cerca guia de lona com altura de 70 cm. Também instalamos dois gravadores autônomos (Arbimon Acoustics), programados para gravar 6 minutos/hora. As armadilhas e gravadores foram organizados na direção borda para o interior do fragmento da vegetação ripária, permanecendo instalados por 10 dias consecutivos. Totalizando 240 baldes/noite e 1.440 horas de áudio.

Os espécimes testemunhos capturados foram eutanasiados utilizando-se de administração lidocaína (2%), fixados em formalina a 10%, e conservados em álcool 70%. Depois os indivíduos foram tombados na coleção do Centro de Pesquisa de Limnologia, Biodiversidade e Etnobiologia do Pantanal (CELBE), Universidade do Estado de Mato Grosso – Cáceres – MT. As coletas ocorreram sob licença permanente de coleta SISBIO número 8849-1 e 59443-1, registro de expedição número 10128 e tiveram aprovação no Comitê de Ética de Uso de Animais da UNEMAT, sob processo número 007/2018 CEUA/UNEMAT, parecer 003/2019.

Encontramos 12 espécies de anuros e abundância de 106 indivíduos (Tabela 1). A maioria das espécies foram coletadas por armadilhas de interceptação e queda. Apenas a espécie *Boana punctata* foi registrada exclusivamente por gravadores autônomos.

Família/espécies	Ambiente	
	Pantanal	Serrano
Bufonidae		
<i>Rhinella diptycha</i> (Cope, 1862)	2	11
<i>Rhinella scitula</i> (Caramaschi and Niemeyer, 2003)	10	-
Craugastoridae		
<i>Oreobates heterodactylus</i> (Miranda-Ribeiro, 1937)	-	8
Hylidae		
<i>Boana punctata</i> (Schneider, 1799)	1	-
<i>Trachycephalus typhonius</i> (Linnaeus, 1758)	1	-
Leptodactylidae		
<i>Adenomera cf. diptyx</i> (Boettger, 1885)	-	1
<i>Leptodactylus macrosternum</i> Miranda-Ribeiro, 1926	1	4
<i>Leptodactylus elenae</i> Heyer, 1978	1	6
<i>Leptodactylus podicipinus</i> (Cope, 1862)	26	14
<i>Physalaemus albonotatus</i> (Steindachner, 1864)	-	6
Microhylidae		
<i>Elachistocleis matogrossensis</i> Caramaschi, 2010	1	1

<i>Dermatonotus muelleri</i> (Boettger, 1885)	-	11
Total	43	63

Tabela 1 – Riqueza e abundância de anfíbios anuros registrados no Pantanal Norte, município de Cáceres, Mato Grosso, Brasil.

Seis espécies se apresentaram bem distribuídas e encontradas em ambos os pontos de amostragem, sendo elas, *Elachistocleis matogrossensis*, *Leptodactylus macrosternum*, *L. elenae*, *L. podicipinus* e *Rhinella diptycha*. Esses dois últimos, o sapo cururu *R. diptycha* e a rã *L. podicipinus* também foram os mais abundantes. As espécies que ocorreram apenas na área característica do Pantanal foram *Boana punctata* e *Trachycephalus typhonius*.

Já na área de ambiente serrano, as espécies de registro exclusiva foram *Adenomera cf. diptychus*, *Dermatonotus muelleri*, *Physalaemus albonotatus*, *Rinella scitula* e *Oreobates heterodactylus*, sendo essas espécies típicas do Cerrado, onde a última é endêmica do bioma (PASONATO *et al.* 2020). O ambiente serrano também se apresentou com maior riqueza (9 spp.), abundância (n=63) e registros exclusivos (5 spp.) de anuros. Demonstrando que áreas com essas características comportam particularidades importantes para conservação de anuros no Pantanal.

Nesse contexto, é possível observar que a composição se altera de acordo com o tipo de ambiente amostrado e que se mostra condicionador da composição da fauna de anuros. Os resultados deste estudo mostram que no Pantanal as diferenças de altitudes, e sua influência direta na inundação das áreas, constitui um fator importante na composição e riqueza das espécies de anfíbios anuros e que precisa ser levado em consideração em estudos ecológicos.

REFERÊNCIAS

ALHO, C.J.R. **Biodiversity of the Pantanal: Its magnitude, human occupation, environmental threats and challenges for conservation**. Brazilian Journal of Biology, 71: 229-232. 2011.

ALHO, C.J.R.; J. SABINO. **A conservation agenda for the Pantanal's biodiversity**. Brazilian Journal of Biology 71: 327-335. 2011.

LEIBOLD, M. **Similarity and local coexistence of species in regional biotas**. Evolutionary Ecology 12:95-100. 1998.

MERCANTE, M.A.; RODRIGUES, S.C.; ROSS, J.L.S. **Geomorphology and habitat diversity in the Pantanal**. Brazilian Journal of Biology, 71(1):241-253. 2011.

PASONATO, A. *et al.* **On the identity of species of *Oreobates* (Anura: Craugastoridae) from Central South America, with the description of a new species from Bolivia**. Journal of Herpetology 54: 393–412. 2020.

CAPÍTULO 22

CARACTERIZAÇÃO DO REGIME PLUVIOMÉTRICO EM MUNICÍPIOS NO SERTÃO DO PAJEÚ – PERNAMBUCO

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 06/07/2021

Juliana Melo da Silva

Engenheira Agrônoma, Diaconia
Recife/PE

<http://lattes.cnpq.br/5271108622932745>

Fábio dos Santos Santiago

Doutor em Engenharia Agrícola, Diaconia
Recife/PE
<http://lattes.cnpq.br/8936925556381385>

Ricardo Menezes Blackburn

Especialista em Desenvolvimento Rural
Sustentável, Diaconia
Recife/PE
<http://lattes.cnpq.br/5651283775756164>

Maria Clara Correia Dias

Mestre em Extensão Rural/ UFRPE, Diaconia
Recife/PE
<http://lattes.cnpq.br/7132727000089497>

Dayane das Neves Maurício

Engenheira Agrônoma, Diaconia
Recife/PE
<http://lattes.cnpq.br/4733494055564300>

RESUMO: O Semiárido do Nordeste brasileiro é um dos mais chuvosos do mundo. Apresenta elevada variabilidade de precipitação no tempo e no espaço. A precipitação é uma das variáveis climáticas mais importantes para o desenvolvimento de culturas de sequeiro. O conhecimento das chuvas e a variabilidade

são fundamentais para a seleção de espécies e época de plantio, contribuindo para redução de riscos de perda. Neste contexto, o Projeto Algodão em Consórcios Agroecológicos, coordenado pela Diaconia, com apoio do Instituto C&A e em parceria com Embrapa Algodão, UFS e ONGs vem assessorando famílias agricultoras no aprimoramento e expansão de sistemas de produção de base agroecológica. O objetivo do trabalho é avaliar a variabilidade de precipitação no Sertão do Pajeú/PE, no período de 1999 a 2018, visando sugerir a época de plantio dos consórcios agroecológicos em regime de sequeiro e espécies adaptadas as condições do semiárido. Utilizaramse a distribuição de frequência, análise probabilística, teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e a curva de permanência de dados pluviométricos. As séries pluviométricas apresentaram elevada variabilidade temporal e espacial e baixos índices de precipitação, indicando a seleção de culturas com baixa demanda hídrica. É fundamental concentrar o plantio em janeiro, início do período mais chuvoso nos municípios em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Semiárido, precipitação, cultivo de sequeiro.

CHARACTERIZATION OF THE PLUVIOMETRIC REGIME IN MUNICIPALITIES IN THE SERTÃO DO PAJEÚ - PERNAMBUCO

ABSTRACT: The Brazilian Northeast Semi-arid is one of the雨量最大的地区 in the world. It presents high variability of precipitation in time and space. Precipitation is one of the most important climatic variables for the development of rain fed crops.

Knowledge of rainfall and variability are fundamental for species selection and planting period, contributing to risk reduction of loss. In this context, the Cotton in Agroecological Consortiums Project, coordinated by Diaconia, with support of C & A Institute and in partnership with Embrapa Algodão, Federal University of Sergipe and Non-Government Organizations, giving assistance to families in the improvement and expansion of agroecological-based production systems. The objective of this work is to evaluate the variability of precipitation in the Sertão do Pajeú / PE, from 1999 to 2018, in order to suggest the period for planting the agroecological consortia and species adapted to the semi - arid conditions. Frequency distribution, probabilistic analysis, Kolmogorov-Smirnov normality test and the pluviometric data permanence curve were used. The hydrological series under study presented high temporal and space variability of precipitation and low indices, indicating the need to select crops that adapt to the Brazilian Northeast semi - arid conditions.

KEYWORDS: Semi-arid, precipitation, cultivation of landander.

INTRODUÇÃO

O Semiárido do Nordeste brasileiro é um dos mais chuvosos, em comparação com outras regiões semiáridas do mundo (80 a 250 mm/ano). A pluviosidade média é de 750 mm/ano (variando de 250 a 800 mm/ano). Há déficit hídrico em todos os meses do ano, devido à evapotranspiração (3.000 mm/ano) ser maior que a precipitação e elevada variabilidade no tempo e no espaço (SANTIAGO et al., 2013).

O Ministério da Integração Nacional determinou os critérios para caracterizar os municípios que estão inseridos na região semiárida, sendo estes: a) a precipitação pluviométrica média anual inferior a 800 mm; b) um índice de aridez de até 0,5 no período de 1962 e 1990, calculado pelo balanço hídrico que relaciona precipitação e a evapotranspiração potencial; c) e o risco de seca maior que 60% no período de 1970 e 1990 (BRASIL, 2005).

O regime de chuvas é determinante na região semiárida no Nordeste do Brasil por interferir diretamente nas alternâncias de rendimento das culturas (SILVA et al., 2003; BANNAYAN, 2011) e produção primária (YE et al., 2013). A irregularidade das chuvas e os baixos índices pluviométricos são os principais obstáculos ao desenvolvimento das atividades agrícolas (MARENKO, 2011).

A precipitação é uma das variáveis climáticas mais importantes para o desenvolvimento de culturas de sequeiro. O conhecimento das chuvas e a variabilidade são fundamentais para a seleção de espécies e planejamento de época de plantio, de modo a contribuir para as estratégias de convivência com a região semiárida no Nordeste do Brasil.

É neste contexto que o Projeto Algodão em Consórcios Agroecológicos vem desenvolvendo o aprimoramento e expansão dos consórcios agroecológicos por famílias agricultoras em sete territórios do Semiárido brasileiro (seis estados), para produção de

alimentos, fibra direcionada à indústria da moda na geração de renda, desenvolvimento das organizações sociais de base familiar, conservação de recursos naturais e aproximação ao comércio justo e ao mercado orgânico. É coordenado pela Diaconia, com apoio do Instituto C&A e em parceria com Embrapa Algodão, Universidade Federal de Sergipe e organizações da sociedade civil nos territórios de atuação.

Este trabalho tem como objetivo avaliar a variabilidade de precipitação em municípios de atuação do Projeto, visando sugerir a época de plantio dos consórcios agroecológicos em regime de sequeiro e espécies adaptadas as condições do semiárido.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em três municípios no Sertão do Pajeú - PE: Afogados da Ingazeira/PE ($7^{\circ}75'72''S$ e $37^{\circ}63'33''W$); Serra Talhada/PE ($7^{\circ}93'06''S$ e $38^{\circ}28'86''W$) e Sertânia/PE ($8^{\circ}06'44''S$ e $37^{\circ}22'39''W$). Os dados pluviométricos foram registrados pela Agência Pernambucana de Águas e Climas (APAC), através da plataforma principal, sendo captados por quatro postos diferentes: estação 290 em Afogados da Ingazeira/PE; estação 13 em Serra Talhada/PE e estações 337 e 185 em Sertânia/PE. O registro da precipitação foi diário, com agrupamento mensal e anual. Os dados foram processados numa série pluviométrica de 20 anos (1999 a 2018), com exceção de Afogados da Ingazeira/PE de 18 anos (2001 a 2018).

Foram considerados todos os eventos de precipitação de cada mês no período de estudo e a formação de uma série pluviométrica com as médias mensais para observar o comportamento anual das chuvas. Na ocorrência de dados agrupados, para a composição da distribuição de frequência, deve-se inicialmente estabelecer o número e o intervalo de classes. Para a definição do intervalo de classes de precipitação foi empregada a expressão empírica proposta por Sturges (1962), a partir da seguinte expressão:

$$I = 1 + 3,3(\log n) \quad (1)$$

Onde:

I = número de intervalo de classes;

n = número de eventos observados;

$\log n$ = logaritmo de base 10.

A amplitude foi mensurada pela diferença entre os valores máximos e mínimos de precipitação:

$$A = P_{máx} - P_{min} \quad (2)$$

Em que:

A = amplitude;

P_{máx} = maior valor de precipitação no período;

P_{mín} = menor valor de precipitação no período.

Dividindo a amplitude pelo número de intervalo de classes é exequível obter a diferença entre os limites superior e inferior:

$$H = \frac{A}{I} \quad (3)$$

Assim:

H= diferença entre os limites superior e inferior;

A= amplitude;

I = número de intervalo de classes.

Posteriormente, foi determinada a probabilidade de ocorrência de precipitação mediante da equação de Kimball:

$$P(x) = \frac{m}{(n+1)} \quad (4)$$

Onde:

P(x) = probabilidade de acontecer o evento;

n = número de eventos da série;

m = número do termo da série.

O tempo de recorrência (T) do evento é o intervalo de tempo, em anos, onde um determinado evento deve ser igualado ou excedido pelo menos uma vez, através da expressão abaixo:

$$T = \frac{n+1}{m} \quad (5)$$

No qual:

T = período de retorno;

n = número de eventos da série;

m = número do termo da série.

A probabilidade de não acontecer, é denominado também como Índice de Risco:

$$P' = 1 - P \quad (6)$$

Sendo:

P' = Índice de Risco;

P = Probabilidade de acontecer o evento.

Utilizou-se o Teste Kolmogorov-Smirnov para o teste de normalidade, que mede

a distância máxima entre os resultados de uma distribuição e os valores associados à distribuição hipoteticamente verdadeira (SILVA et al., 2012):

$$D = \max |F(x) - F(a)| \quad (7)$$

Assim:

D = diferença máxima entre as funções acumuladas de probabilidade teórica e empírica;

$F(x)$ = função teórica;

$F(a)$ = função experimental.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A **Figura 1** apresenta as precipitações das médias mensais e totais anuais nas séries hidrológicas nos municípios de Afogados da Ingazeira/PE, Serra Talhada/PE e Sertânia/PE.

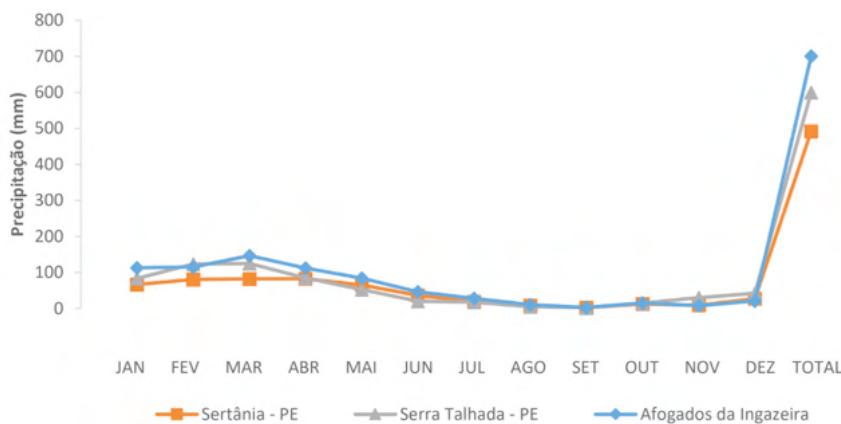


Figura 1: Precipitações das médias mensais e totais anuais.

As precipitações médias totais correspondem a 492 mm para Sertânia/PE, 600 mm em Serra Talhada/PE e em Afogados da Ingazeira/PE de 701 mm, sendo o período mais chuvoso entre janeiro a abril (**Figura 1**). As precipitações nesses períodos correspondem a 63,41% das precipitações totais anuais em Sertânia/PE, 69,32% em Afogados da Ingazeira e 69,5% em Serra Talhada/PE. Nota-se que janeiro é o início do período mais chuvoso.

A **Figura 2** demonstra as curvas de probabilidade das séries hidrológicas mensais. A declividade acentuada caracteriza um regime de chuvas com alta variabilidade espacial e temporal durante os meses do ano. Observam-se que 30% dos meses apresentaram precipitações acima de: 67 mm, 80 mm e 115 mm nos municípios de Sertânia/PE, Serra Talhada/PE e Afogados da Ingazeira/PE, respectivamente.

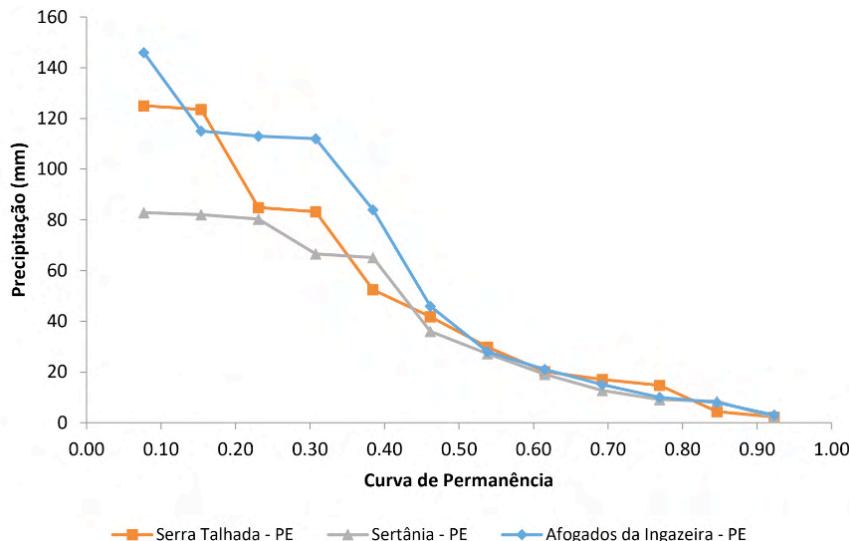


Figura 2: Curvas de probabilidade das séries hidrológicas com as médias mensais.

A alta variabilidade temporal e espacial e os baixos índices pluviométricos indicam desafios às famílias agricultoras com as culturas de sequeiro. O uso de espécies vegetais no início do período chuvoso é uma estratégia importante para a convivência com o semiárido, de modo a mitigar as perdas na produção. A caracterização da quadra climática é fundamental para definição do período anual com maiores precipitações.

O agrupamento de dados em cinco blocos distintos consta na **Tabela 1, 2 e 3**, sendo referenciados em médias mensais de cada município em estudo. Nota-se que em Serra Talhada/PE, Tabela 2, não houve eventos de precipitação entre 77 mm e 107 mm; 67% dos meses tiveram eventos médios inferiores a 47 mm. A maioria das chuvas em Sertânia/PE (75%), Tabela 1, foi abaixo de 61,5 mm. Em Afogados da Ingazeira/PE, Tabela 3, 66% dos meses apresentaram precipitações inferiores a 77 mm.

Bloco	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)
10,5	4	33	33,00
27,5	2	17	50,00
44,5	1	8	58,00
61,5	2	17	75,00
78,5	3	25	100,00

Tabela 1. Distribuição de frequência absoluta, relativa e acumulada de precipitação mensal em Sertânia/PE.

Bloco	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)
17	6	50	50,00
47	2	17	67,00
77	2	17	84,00
107	0	0	84,00
137	2	16	100,00

Tabela 2. Distribuição de frequência absoluta, relativa e acumulada de precipitação mensal em Serra Talhada/PE.

Bloco	Frequência Absoluta	Frequência Relativa (%)	Frequência Acumulada (%)
17	6	50	50,00
47	1	8	58,00
77	1	8	66,00
107	3	25	91,00
137	1	9	100,00

Tabela 3. Distribuição de frequência absoluta, relativa e acumulada de precipitação mensal em Afogados da Ingazeira/PE.

As **Tabelas 4, 5 e 6** demonstram a variabilidade da precipitação média mensal com tratamento probabilístico. Na segunda coluna de cada tabela é possível verificar a alta amplitude entre o maior e o menor registro de precipitação. Isso elucida o elevado grau de irregularidade das séries hidrológicas. A probabilidade de ocorrer um evento de precipitação mensal de 83 mm em Sertânia/PE, 125 mm em Serra Talhada/PE e 146 mm em Afogados da Ingazeira/PE é de 8%.

Nas precipitações médias mensais entre 8 mm e 2 mm, em Sertânia/PE, observam-se as probabilidades dos eventos se repetirem em 85% e 92%, respectivamente. Para Serra Talhada/PE, entre 4 mm e 2 mm há probabilidades de ocorrência de 85% e 92%, respectivamente. Em Afogados da Ingazeira/PE, entre 8 mm e 3 mm as probabilidades de ocorrência de 85% e 92%, respectivamente.

Número do termo da série (m)	Precipitação (mm)	Probabilidade (P) ou frequência acumulada	Tempo de Retorno (T)	Índice de Risco (J)
1	83	0,08	13,00	0,92
2	82	0,15	6,50	0,85
3	80	0,23	4,33	0,77
4	67	0,31	3,25	0,69
5	65	0,38	2,60	0,62
6	36	0,46	2,17	0,54
7	27	0,54	1,86	0,46
8	19	0,62	1,63	0,38
9	13	0,69	1,44	0,31
10	9	0,77	1,30	0,23
11	8	0,85	1,18	0,15
12	2	0,92	1,08	0,08

Tabela 4. Análise probabilística da série pluviométrica mensal em Sertânia/PE.

Número do termo da série (m)	Precipitação (mm)	Probabilidade (P) ou frequência acumulada	Tempo de Retorno (T)	Índice de Risco (J)
1	125	0,08	13,00	0,92
2	124	0,15	6,50	0,85
3	85	0,23	4,33	0,77
4	83	0,31	3,25	0,69
5	52	0,38	2,60	0,62
6	42	0,46	2,17	0,54
7	30	0,54	1,86	0,46
8	20	0,62	1,63	0,38
9	17	0,69	1,44	0,31
10	15	0,77	1,30	0,23
11	4	0,85	1,18	0,15
12	2	0,92	1,08	0,08

Tabela 5. Análise probabilística da série pluviométrica mensal em Serra Talhada/PE.

Número do termo da série (m)	Precipitação (mm)	Probabilidade (P) ou frequência acumulada	Tempo de Retorno (T)	Índice de Risco (J)
1	146	0,08	13,00	0,92
2	115	0,15	6,50	0,85
3	113	0,23	4,33	0,77
4	112	0,31	3,25	0,69
5	84	0,38	2,60	0,62
6	46	0,46	2,17	0,54
7	28	0,54	1,86	0,46
8	21	0,62	1,63	0,38
9	15	0,69	1,44	0,31
10	10	0,77	1,30	0,23
11	8	0,85	1,18	0,15
12	3	0,92	1,08	0,08

Tabela 6. Análise probabilística da série pluviométrica mensal em Afogados da Ingazeira/PE.

Os dados das séries hidrológicas foram testados e apresentam distribuição normal pelo Teste Kolmogorov-Smirnov a 5% de significância.

Observa-se que o período de quatro meses (janeiro, fevereiro, março e abril) corresponde a quadra climática com mais de 60% das precipitações anuais das séries hidrológicas. Neste contexto, algodão herbáceo (*Gossypium Hirsutum L.*) deve ser consorciado com culturas de baixa necessidade hídrica como o feijão de corda (*Vigna unguiculata*) - 300 mm/ciclo (EMBRAPA MEIO NORTE, 2003); o sorgo (*Sorghum bicolor*) - 380 mm/ciclo (Aguiar et al., 2007); o gergelim (*Sesamum indicum L.*) - 200 a 500 mm/ciclo (Queiroga et al., 2007) e outras espécies com demandas hídricas similares.

CONCLUSÕES

As séries pluviométricas em estudo apresentaram elevada variabilidade temporal e espacial e baixos índices de precipitação, indicando a necessidade de selecionar culturas que se adaptem às condições do clima semiárido do Nordeste brasileiro. Ademais, é fundamental concentrar o plantio das espécies dos consórcios agroecológicos em janeiro, haja vista que é o início do período (janeiro, fevereiro, março e abril) mais chuvoso nos municípios em estudo no Sertão do Pajeú/PE. Assim, estabelecendo estratégias de convivência com as peculiaridades do clima da região semiárida.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. M. S.; MORAIS, A. V. C.; GUIMARÃES, D. P. Clima. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). *Cultivo do sorgo*. 3. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção).

BANNAYAN, M. *Effects of precipitation and temperature on crop production variability in northeast Iran*, International Journal of Biometeorology, v.55, p.387-401, 2011.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *Portaria 89*, de 16 de março de 2005. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/RE_89_16_03_2004.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2019.

EMBRAPA MEIO-NORTE. (2003). *Cultivo de feijão caupi*. Disponível em: <<https://www.cpamn.embrapa.br/pesquisa/graos/FeijaoCaupi/referencias.htm>> . Acesso em: 20 de abril de 2013.

JOSÉ A. MARENKO (Paraíba). *Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro*. In: SALOMÃO DE SOUSA MEDEIROS (Brasil). **Recursos Hídricos em Regiões Áridas e Semiáridas**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. Cap. 13. Disponível em: <http://plutao.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/plutao/2011/09.22.18.52.30/doc/Marengo_Variabilidade.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2019.

SANTIAGO, Fábio dos Santos et al. *Variabilidade pluviométrica em agricultura de sequeiro no sertão do Pajeú-Pernambuco*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves. Anais... . Bento Gonçalves: Abrh, 2013. v. 1, p. 1 - 7.

SILVA, J. W.; GUIMARÃES, E. C.; TAVARES, M. *Variabilidade temporal da precipitação mensal e anual na estação climatológica de Uberaba-MG*. Ciências e Agrotecnologia, v.27, p.665-674, 2003.

SILVA, B. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, F. B. da; ARAÚJO FILHO, P. F. de. (2012). *Chuvas Intensas em Localidades do Estado de Pernambuco*. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 17. n. 3, pp. 135-147.

STURGES, H. A. (1962). *The Choice of a Class Interval*. Journal of the American Statistical Association. v. 21, p. 65-66.

QUEIROGA, Vicente de Paula et al. *Cultivo Ecológico do gergelim: Alternativa de produção para comunidades de produtores familiares da região semiárido do nordeste, Campina Grande, Paraíba. Embrapa Algodão*, Campina Grande, documento 171, dez. 2007. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/12870749-Cultivo-ecologico-do-gergelim-alternativa-de-producao-para-comunidades.html>>. Acesso em: 22 abr. 2019.

YE, J. S.; REYNOLDS, J. F.; SUN, G. J.; LI, F.M. *Impacts of increased variability in precipitation and air temperature on net primary productivity of the Tibetan Plateau: a modeling analysis*. Climatic Change, v.119, p.321-332, 2013.

CAPÍTULO 23

NÚCLEO DE ESTUDOS EM AGROECOLOGIA E PRODUÇÃO ORGÂNICA DO VALE DO ARAGUAIA: INTERAÇÃO PESQUISA, ENSINO E EXTENSÃO

Data de aceite: 27/09/2021

Daisy Rickli Binde

Docente do Instituto Federal do Mato Grosso – Barra do Garças. Doutoranda em Agricultura Tropical

João Luis Binde

Docente do Instituto Federal do Mato Grosso – Barra do Garças. Doutor em Ciência Política

RESUMO: Esse texto objetiva compartilhar as experiências vividas no Núcleo de Estudo em Agroecologia e Produção Orgânica no Instituto Federal de Mato Grosso, *campus* Barra do Garças (NEA-VA) e relacionar suas práticas com o processo de ensino e aprendizagem na busca pela integração pesquisa-ensino-extensão. O NEA-VA foi organizado para colaborar na consolidação do desenvolvimento sustentável local e regional e realizou estudos em agroecologia e produção orgânica. Frente ao modelo agropecuário existente, desenvolveu uma percepção crítica, criativa e ética dos envolvidos em relação à realidade, no sentido de colaborar na construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Agroecologia; Sustentabilidade; Núcleo de Estudos em Agroecologia.

ABSTRACT: This text aims to share the experiences of the Study Center in Agroecology and Organic Production at the Federal Institute of Mato Grosso, Barra do Garças campus (NEA-

VA) and relate its practices to the teaching and learning process in the search for research-teaching integration -extension. The NEA-VA was organized to collaborate in the consolidation of sustainable local and regional development and carried out studies in agroecology and organic production. Faced with the existing agricultural model, it developed a critical, creative and ethical perception of those involved in relation to reality, in order to collaborate in the construction of a fairer and more sustainable society.

KEYWORDS: Agroecology; Sustainability; Center for Studies in Agroecology.

As ações do núcleo foram calcadas na possibilidade de emancipação do sujeito e na melhoria da qualidade de vida. A socio-biodiversidade local foi valorizada, as pesquisas buscaram produções com menor impacto ambiental e de baixo custo com segurança alimentar e nutricional, estimulando a produção orgânica. A comunidade escolar foi envolvida em todo processo e a educação ambiental foi abordada sob práticas agroecológicas e temas como conservação e integração de ecossistemas locais enriqueceram a formação de todos em um processo contínuo.

Os protagonistas no Brasil das experiências agroecológicas são os agricultores que possuem habilidades para transformar os meios de produção, com base ecológica. Por meio dos núcleos e redes de núcleos de estudo em agroecologia e sistemas orgânicos

de produção (NEAs e R-NEAs) instituições científico-acadêmicas movimentam um número expressivo de profissionais, fomentados até 2018 pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por meio de chamadas públicas lançadas e com aporte financeiro de ministérios envolvidos com o tema. Relacionada às práticas das universidades brasileiras, os NEAs, ao longo de suas trajetórias procuram garantir o exercício da indissociabilidade entre pesquisa-ensino-extensão e espaços de diálogo (SILVA, et al., 2017). Essa é garantida pela Constituição Brasileira de 1988 no artigo 207 para as universidades brasileiras e é mote dos editais de fomento do CNPq para os NEAs. E os Institutos Federais nesse cenário possuem estrutura multicampi e territorialidade definida, pois são criados com o compromisso de intervenção por meio das ações de pesquisa, ensino e extensão (PACHECO, 2010; BRASIL, 2008).

As premissas da educação é a formação profissional, científica e de senso social. Neste formato educacional, a escola deve fornecer serviços e conhecimentos para sociedade - por meio dela e para ela. Tal premissa ocorre por meio da integração do ensino, da pesquisa e da extensão, na qual a última acontece pela relação entre o espaço educacional e a sociedade. Tal relação é fundamental para que a educação seja dinâmica, pois parte da realidade que está em constantes mudanças e assim fornecem objeto a ser investigado na pesquisa e, portanto, pode ser sistematizado e ensinado, dessa forma transmitido, compartilhado e universalizado. Nesse sentido, o estudante não é simplesmente um espectador e sim atuante em parceria com o professor e juntos fazem parte do processo contínuo e transformador, o processo de ensino e aprendizagem. O currículo, portanto, deve ter papel social político, econômico e cultural (SILVA, 2020).

Nesse viés a pesquisa pode ser tratada como método de ensino, no qual ensinar e aprender correspondem ao processo de construção do objeto. Dessa forma, o conhecimento resulta da indagação da pesquisa sobre o objeto, portanto, o conhecimento é científico e não popular, pois deve ser pautado em métodos que integram uma diversidade de conhecimento, possibilitada pela interdisciplinaridade (SILVA, 2020; MICHEL, 2005).

Nessa perspectiva é ilusório apresentar o conteúdo no ensino como algo acabado, como absoluto ou como “anterior à atividade de transmissão de conhecimento” (MICHEL, 2005). Então a própria definição do que é pesquisa dita pelo autor, mostra que o caminho é a integração da pesquisa e do ensino, porque parte do princípio que o conhecimento nunca se esgota. A prática pedagógica deve ser continuamente aperfeiçoada, portanto o ensino e a pesquisa são indissociáveis (DEMO, 2000).

Partindo do pressuposto que a pesquisa é consequência do diálogo constante com a sociedade, isso é o objeto dado a priori corresponde às indagações e limitações vividas na realidade, a interação do ensino e da extensão possibilitam um processo de transformação social. Tal dinamismo é dado em qualquer esfera da sociedade e não se limita a um campo da ciência, mas do diálogo entre diversos atores de várias áreas do saber. Nesse sentido a R-NEAs formam uma rede de interlocução entre universidades, Institutos Federais,

organizações sociais e sociedade civil espalhadas no Brasil com objetivo de questionar os modelos de produção agropecuária existente, por meio da educação ambiental e de práticas agroecológicas.

11 NEAS

Para promoção de uma agricultura sustentável a agroecologia, como ciência, busca conceitos e princípios ecológicos para gerar base científica (GLIESSMAN, 1990). No entanto, segundo Wezel (2009) a agroecologia é dita como ciência, prática e movimento social. Ela envolve a produção científica, porém advinda não somente de centros tecnológicos, mas também do conhecimento tradicional, dessa forma a Agroecologia é prática, porque é feita com o campesinato. E é movimento social, porque envolve gestores públicos, representantes de organizações e movimentos sociais, acadêmicos e está diretamente ligada a sociedade, por indissociar ensino, pesquisa e extensão.

Portanto, o desenvolvimento do conhecimento agroecológico ocorre de forma participativa pela socialização e troca de saberes entre as comunidades (CAPORAL; COSTABEBER, 2004). No contexto histórico, sua trajetória está ligada às lutas e mobilizações populares no país, marcada pela derrota da mobilização camponesa em 1964 pela instauração da política militar. Essa época foi marcada pela migração dos camponeses para as cidades, devido as políticas destinadas ao meio rural, como modernização da agricultura, garantias de preços mínimos, créditos rurais e consequente saída dos camponeses. Nesse contexto, as CEBs (Comunidades Eclesiais de Base), sistematizadas pela Comissão Pastoral da Terra (CPT) em 1970, foram importantíssimas para o movimento agroecológico no Brasil, pois articularam espaços em que os camponeses refletiam sobre suas realidades na busca de alternativas contra o modelo hegemônico de desenvolvimento rural. Por consequência muitos outros movimentos surgiram e concomitante na década de 1980, grupos fortes contestavam os prejuízos ambientais como a perda da biodiversidade e danos à saúde pelo uso excessivo de agrotóxico. Dessa forma, essa década foi marcada pela influência de pesquisadores e estudantes contestando a “Revolução Verde” e tiveram grandes influência na construção de caminhos alternativos para a agricultura dentro das universidades. No Brasil, Ana Maria Primavesi, Dra. Johanna Döbereiner, Ernst Gotsch, entre outros marcaram a construção da chamada genericamente como agricultura alternativa. Surge então os primeiros congressos da área: Encontro Brasileiro de Agricultura Alternativa (EBAA), marcando o movimento com amplitude nacional (MONTEIRO; LONDRES, 2017).

Entretanto houve divergências conceituais, tais como a valorização das experiências dos agricultores por meio de metodologias participativas. Esse movimento ocorreu pela presença da rede Projeto Tecnologias Alternativas (PTA), vinculado à Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional (FASE) articulados à agricultores familiares em várias regiões do país. Essa contradição teve grande relevância para a evolução do movimento

agroecológico no Brasil, que em 1990 foi incorporado o conceito de agroecologia no Brasil como uma ideia evoluída de agricultura alternativa, passando a ter um enfoque no desenvolvimento local. Isso representava a luta pelo direito da modernização (não somente um retorno ao passado), reforma agrária e o atendimento de demandas locais por alimentos saudáveis e não a uma demanda elitizada. Dessa forma a Agroecologia é uma ciência que busca princípios ecológicos e estabelece aproximação entre os saberes tradicionais e da pesquisa (MONTEIRO; LONDRES, 2017).

Em 2012 inicia-se um aporte de investimentos para criação dos Núcleos de Estudo em Agroecologia (NEAs) como estratégia para atender o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (Planapo) que promoveu avanços em nível nacional no campo da agroecologia e colaborou na inserção da proposta em instituições de ensino, pesquisa e extensão. Assim os NEAs proporcionam espaços nas universidades, institutos federais e centros de pesquisa para a construção e compartilhamento de conhecimentos agroecológicos (BRASIL, 2016). Porém anteriormente, o Departamento de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ministério do Desenvolvimento Agrário (Dater/MDA), em 2007 e 2009, já estava fomentando de forma indireta a agroecologia e em 2010 surgiu o primeiro edital para criação de NEAs (SOUZA, et al., 2017).

Como princípio as chamadas públicas para criação ou apoio aos NEAs possuíam em sua estrutura o requisito de envolver ações de ensino, pesquisa e extensão. As metas estabelecidas eram: soberania alimentar e nutricional; uso sustentável dos recursos naturais; conservação dos ecossistemas naturais e recuperação de ambientes degradados; promoção da sustentabilidade na produção; valorização da agrobiodiversidade; além de outros ligados às questões de juventude e gênero (SOUZA, et al., 2017).

2 | NEA-VA: EXPERIÊNCIAS E METODOLOGIAS;

O NEA-VA foi criado e apoiado pela Chamada no 21/2016 (MCTIC/Mapa/MEC/SAF-Casa Civil/CNPq) lançada no final de 2016 com a finalidade de apoiar a implantação e manutenção de NEAs e CVTs (Centros Vocacionais Tecnológicos) em universidades públicas ou privadas, porém sem fins lucrativos e para instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica. Houve atraso no resultado e no repasse do recurso financeiro dessa chamada, fato que atrasou a execução das atividades submetidas. Dessa forma, o NEA-VA finalizou suas ações em 30 de julho de 2021 e devido a pandemia, atividades como, divulgação do resultado do diagnóstico e a proposta de organização de uma CSA (Comunidade que Sustenta a Agricultura), juntamente com discussão do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) serão executadas em tempo oportuno, considerando que a comunidade em questão está isolada.

A força propulsora para lançamento dos resultados surgiu em 2014, quando um grupo

de docentes do IFMT-BAG (Instituto Federal do Mato Grosso – campus Barra do Garças) fomentaram discussões para a criação de uma especialização na área de Agroecologia, que teve início, posteriormente, em 2016. Os objetivos foram construídos para apoiar a transição dos atuais modelos de desenvolvimento rural e de agricultura convencional para estilos de desenvolvimento rural e de agriculturas sustentáveis na região de Barra do Garças – MT. Para o fortalecimento das ações do curso de especialização, foi criado o NEA-VA que iniciou suas atividades em 2018.

As atividades seguiram os caminhos propostos historicamente aos núcleos, alicerçados na indissociabilidade entre o ensino, a pesquisa, e a extensão (Figura 1). O ensino viabilizou cursos de capacitação técnica, sensibilização e prática. A comunidade rural - produtores rurais do Assentamento Serra Verde e de povos indígenas - povo Xavante da Terra Indígena de São Marcos estiveram sempre juntos ao núcleo, próximos a comunidade acadêmica e lideranças locais. A pesquisa fomentou o ensino, que também colaborou com a pesquisa, o qual foi realizado a partir de três sistemas agroecológicos: animal, vegetal e humano. O ensino e a pesquisa culminaram na extensão rural que possibilita a organização e criação da CSA na região para valorizar e empoderar jovens, homens e mulheres do campo por meio de princípios agroecológicos. A universalização do ensino e pesquisa também proporcionaram espaços para ações de educação ambiental.

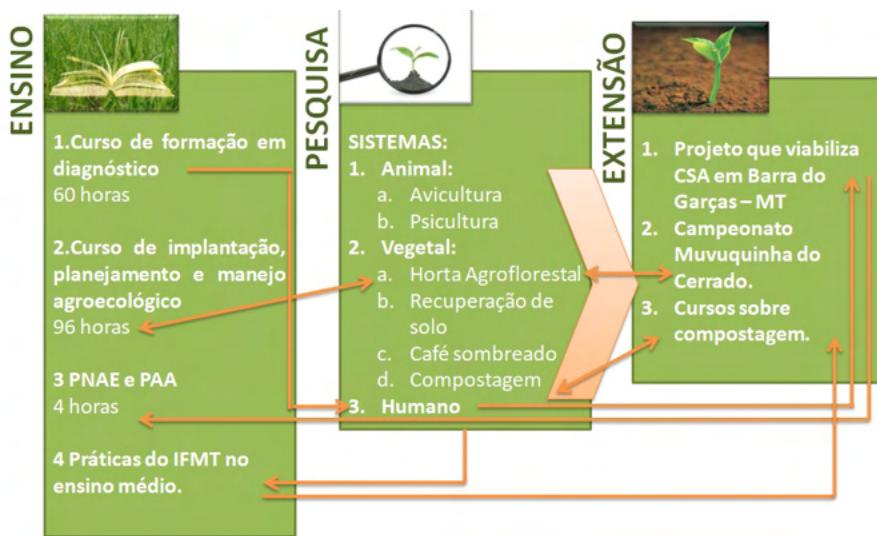


Figura 1: Integração ensino, pesquisa e extensão no âmbito do NEA-VA.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

As ações realizadas serão didaticamente sistematizadas a seguir e posteriormente será feita a explanação de como os eixos do ensino, da pesquisa e da extensão, entrelaçaram-se formando um “organismo” vivo.

2.1 Ensino

2.1.1 *Implantação, Planejamento e Manejo Agroecológico de Sistemas Agroflorestais (SAFs)*

O curso *Implantação, Planejamento e Manejo Agroecológico de Sistemas Agroflorestais* (Curso SAFs) foi realizado na modalidade FIC (Formação Inicial e Continuada) e teve carga horária de 96 horas. Os participantes do curso foram agricultores do Programa de Assentamento Serra Verde (PASV), indígenas Xavante e demais interessados (Figura 2). Conforme relatado por Binde, Nascimento, Carvalho (2021, p.3) o curso:

(...) procurou proporcionar um ambiente de aprendizagem adequado por meio de aulas práticas e teóricas a respeito da atividade agrícola agroecológica, a fim de conscientizar assentados, indígenas e extensionistas da região sobre a sustentabilidade no meio rural e sobre os benefícios socioambientais dos Sistemas Agroflorestais (SAFs). Além disso, buscou-se trazer o entendimento sobre os mecanismos dos sistemas ecológicos e as formas de recuperação e conservação de ambientes produtivos. A proposta teve ainda como objetivo a implantação de 3 (três) unidades demonstrativas de SAFs no sistema sucessional, onde conceitos como planejamento, implantação e manutenção foram explorados.

O curso foi ofertado por meio de trocas de experiências, integrando o conhecimento acadêmico e a valorização do saber tradicional, por meio de momentos práticos e teóricos. O seu desenvolvimento foi feito com base na pedagogia da alternância, onde os encontros correram em finais de semana e intervalo de 3 semanas em média, “possibilitando a continuidade dos trabalhos dos cursistas no campo, bem como a prática dos aprendizados nas comunidades onde estão instalados” (BINDE; NASCIMENTO; CARVALHO; 2021, p.5).



Figura 2: Cursistas e organizadores do Curso: *Implantação, Planejamento e Manejo Agroecológico de Sistemas Agroflorestais (Curso SAFs)*.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

As parcerias firmadas nessa prática foram muito importantes para integração de diversas organizações: civis, públicas e privadas. São elas:

- Instituto Flor de Ibez – Instituto de Vida Integral;
- Assentamento Serra Verde;
- IFMT, campus Barra do Garças;
- FUNAI (Fundação Nacional do Índio);
- Rede de Sementes do Xingu;
- Prefeitura Municipal de Barra do Garças.

Vale enfatizar a finalização do curso que “brindou” a experiência com a I Feira Agroecológica de Barra do Garças – no centro de Barra do Garças na Praça Sebastião Júnior. Foi realizada dessa forma uma das metas do projeto que é a Campanha Anual pela Promoção de Alimentos Orgânicos (Figura 3, 4 e 5)



Figura 3: Produção orgânica do campus Barra do Garças do IFMT.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).



Figura 4: Cursistas do PASV participando da feira com suas produções.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).



Figura 5: Cursistas indígenas participando da feira com sua arte.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

2.1.2 *Curso: Diagnóstico Integrado na Agricultura Familiar*

O curso teve duração de quatro (04) meses e duração de 60 horas e objetivou fomentar o diálogo entre instituições públicas e privadas na intenção de fortalecer a Assistência Técnica e Extensão Rural no Vale do Araguaia. Temas como políticas públicas para o desenvolvimento rural sustentável, territorialidades, luta pela terra, sustentabilidade no campo e pesquisa participativa, enquanto ferramenta de diagnóstico de áreas de agricultura familiar, foram abordadas. Visou assim, articular as dinâmicas da realidade local, estimular processos de participação cidadã e levantar desafios e possibilidades socioterritorial a fim de contribuir com o desenvolvimento social do território.

A execução do curso contou com a parceria da Secretaria de Educação – Baliza/GO, da UNEMAT - Universidade do Estado de Mato Grosso e da UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso. As metodologias de ensino foram teóricas e práticas, as quais possibilitaram a interlocução com o PASV, dinamizou e integrou as atividades do NEAVA. A figura 6 ilustra uma das ações práticas no assentamento, que iniciou a atividade de pesquisa - Diagnóstico Socioeconômico, Ambiental e Produtivo no assentamento e será abordada no item 3.2.7 desse capítulo.



Figura 6: Aula prática realizada no PASV.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

2.2 Pesquisa

2.2.1 Avicultura

As atividades da avicultura aconteceram no sentido de possibilitar a criação de um modelo agroecológico de produção semi-intensiva de aves poedeiras. Nesse sentido, a produção sustentável de ovos visou a integração da produção de aves com produções vegetais para minimizar custo com ração. Também objetivou elaborar tecnologias de aplicação prática como modelo para implantação em propriedades de pequenos produtores, por meio da integração de conhecimentos de instituições parceiras experientes na produção agroecológica de aves. Nesse sistema foi possível pesquisar formas diferentes de criação e engorda de aves poedeiras, comparando a dieta aplicada.

As experiências vividas foram publicadas por Cardoso, Moreira, Caetano (2021)

onde relatam os aprendizados obtidos em todo processo vivência no âmbito do IFMT - campus Barra do Garças. Além dessa publicação, houve sucesso na proposição de formas alternativas de criação e engorda de aves com resíduo de gergelim, possibilitando um formato que visa minimizar os custos sem perder a qualidade. Porém esses resultados ainda serão publicados e também será lançada uma ficha de produção agroecológica, como tecnologia apropriada para a produção orgânica.

2.2.2 Psicultura

A psicultura é uma cultura que tem crescido na região e muitos produtores de pequeno e médio porte tem se aventurado nessa prática. Um exemplo de sucesso é a agroindústria de piscicultura, Água Limpa, localizada no distrito de Vale dos Sonhos a 62 km de Barra do Garças – MT e o produtor responsável é o piscicultor e empresário Job Alves. A Piscicultura Água Limpa produz 40 toneladas, corresponde a 16,5% do consumo regional. Isso mostra a importância da produção e valorização do produto local (AMORIN, 2019). No estado, a cadeia produtiva tem potencial promissor e está em pleno desenvolvimento. Mato Grosso é 5º maior produtor do Brasil, conforme dados do Observatório do Desenvolvimento da Sedec. A maioria dos municípios do estado produzem peixes, 139 de 141 municípios, o que representa uma produção de 34 mil toneladas por ano (CAJU, 2021).

Esses dados mostram a importância da cultura para região e portanto, é essencial a integração entre Institutos, Universidades e sociedade civil para apontar alternativas de produção que incluam o maior número de produtores. O trabalho desenvolvido no âmbito do IFMT foi exitoso no sentido de buscar alternativas e iniciar estudos na área. Conforme relatado por Fabian, et al. (2021) no trabalho intitulado: “Uso de farinha de inseto como alimento alternativo na dieta de alevinos de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*)”, como forma alternativa e sustentável de produção de peixes a ração pode ser substituída por níveis crescentes de farinhas de inseto, no entanto deve ter cautela com a farinha de larvas de *Tenebrio*. Nas concentrações pesquisadas houve efeito negativo no desempenho dos animais, portanto recomendou-se mais estudos nas mais variadas espécies de peixes de interesse comercial.

2.2.3 Horta agroflorestal

As hortas fazem parte do cotidiano de muitas famílias e em Barra do Garças pertencem ao cenário rural e urbano, no entanto não é tarefa fácil encontrar produção orgânica na região. Fato diagnosticado na campanha anual pela promoção de alimentos orgânicos, data em foi visitada as propriedades que, segundo a EMPAER - Empresa Matogrossense de Pesquisa Assistência e Extensão Rural, havia maior interesse de fornecer alimentos seguros na região. No entanto o mais próximo de “orgânico” era o uso de esterco e hidroponia. Porém existe um interesse por esses produtos na região. No

trabalho sobre o perfil dos consumidores da Feira Coberta Fleury Belém realizado em 2019 e publicado 2021, os autores concluem que 68,08% dos entrevistados na pesquisa dizem ter muito interesse em comprar orgânicos e 63.83% teriam interesse de participar de projetos como o da CSA (LUZ, *et al.*, 2021).

É notável a importante da divulgação de modelos alternativos de produção orgânica e a agrofloresta tem sido uma forma de viável e sustentável. A agrofloresta sucessional, utilizada nessa pesquisa, inspira-se em mecanismos naturais da floresta, possibilitando independência da utilização de insumos externos e, portanto podem garantir melhorias ambientais, onde há elevada biodiversidade de espécies, a estratificação e a sucessão ecológica (VAZ, 2017). Para Longhi e Pinto (2005, p.19) o grande desafio demonstrar que é possível consorciar espécies de hortaliças, “cultivos bianuais e perenes de forma a constituir um consórcio de espécies de diferentes estratos, imitando a sucessão vegetal que ocorre nas florestas”. Nesse sentido o trabalho de pesquisa realizado no IFMT teve como objetivo a implantação uma horta agroflorestal sucessional que combinou o cultivo de espécies de horticultura, fruticultura e de culturas anuais de potencial para região. Santos e Binde (2021, p.50) relatam a importância da pesquisa para:

(...) fomentar discussões sobre transição agroecológica, também se consolida como uma Unidade de Referência de consulta e de experimentação, possibilitando aos alunos, indígenas, agricultores, comunidade em geral a promoção de ações sustentáveis com intuito de dirimir os impactos ao meio ambiente.

A diversidade de espécies cultivadas promoveu biodiversidade ao sistema, proporcionando maior resistência a pragas e garantiu a oferta de produtos variados por um período de tempo mais prolongado. E para além da produção, o espaço foi um ambiente de aprendizado e troca de experiência da comunidade interna e externa (SANTOS, BINDE, 2021). A figura 7 mostra uma visita na horta agroflorestal, promovida pelo CVT – Centro Vocacional Tecnológico de São Vicente – MT na II Caravana Agroecologica e Cultural do Centro-Oeste – “Em Defesa do Cerrado”, demonstrando a interação interinstitucional promovida. A visita também ocorreu no PASV, na roça agroflorestal implantada no curso FIC, proporcionando assim uma troca de experiência dos assentados com agricultores e educadores de todo o estado (Figura 8). Essas histórias e experiências trazem aos envolvidos, comunidade escolar e produtores, sentimento de pertencimento.



Figura 7: II Caravana Agroecologica e Cultural do Centro-Oeste visitando a horta agroflorestal do IFMT.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).



Figura 8: II Caravana Agroecologica e Cultural do Centro-Oeste visitando a roça agroflorestal do PASV.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

2.2.4 Recuperação de solo

Os SAFs além de oferecerem um ambiente produtivo são sistemas que proporcionam a recuperação de áreas degradadas possibilitando uma agricultura sustentável. Dessa forma BINDE *et al.* (2021) relata observações qualitativas e quantitativas sobre a melhora do solo em SAFs quando comparado com a regeneração espontânea, isso é quando o local simplesmente é deixado para recuperar sozinho. Nesse trabalho as amostras de solo

foram coletas dentro e fora dos SAFs em dois momentos, após 12 e 18 meses depois da implantação o que permitiu uma análise temporal.

Qualitativamente, segundo relato dos produtores responsáveis houve uma melhora visual que eles não observaram antes em nenhum sistema. Relatam sobre a reestruturação do solo observada por diferenças de textura, cor e aroma, também pela presença de mesofauna, de hifas de fungos e aumento de raízes. O surgimento de espécies arbóreas de forma espontânea no sistema e mais vigorosas, diferente do que ocorre em áreas adjacentes – fora do sistema, também indicam melhor fertilidade do solo. Segundo dados quantitativos, o trabalho demonstrou que a enzima arilsulfatase é um bom indicador para quantificar as melhoras observadas pelos produtores no tempo usado e mostrou o aumento do estoque de carbono. Por meio da análise enzimática foi possível perceber que os SAFs apresentam um ganho qualitativo na saúde solo, o que torna viável a utilização da técnica para recuperação de área degradada (BINDE, *et al.*, 2021a).

2.2.5 Café sombreado

Essa atividade foi incorporada ao núcleo devido à parceria firmada com o professor associado Glauco Vieira Oliveira, do curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto de Ciências Exatas e da Terra do Campus Universitário do Araguaia – UFMT. Entre suas atividades de docência, a educação agroflorestal no PASV já acontecia desde 2013 e uma o café sombreado foi uma experiência muito exitosa, que representa uma alternativa substancial para região para o rompimento do sistema convencional e proporcionar uma possibilidade de transição agroecológica (OLIVEIRA, *et al.*, 2017).

No artigo: “Estudos em um cafezal sombreado por mata nativa em Barra do Garças – MT”, o professor Glauco e colaboradores relatam os estudos realizados sobre o café sombreado cultivado na propriedade dos produtores rurais, Valdelino Carlos de Souza e Selma Alves de Lima Souza, do PASV. O trabalho tem relevância importante para a produção de café na região, pois trás uma “contribuição introdutória na determinação da flutuação populacional de bicho-mineiro (*L. coffeella*) na região; o potencial de controle com uso de calda sulfocálcica; e a produtividade de cafezal sombreado por matanativa” (OLIVEIRA, *et al.*, 2021, p.101).

2.2.6 Compostagem

O gerenciamento de resíduos sólidos também esteve no plano de metas do NEA-VA e a execução do projeto foi importantíssimo para estudo e socialização do tema em Barra do Garças e região, por se tratar de uma problemática que atinge toda a sociedade. Para tanto foi realizado no âmbito da pesquisa um estudo de viabilização e posterior produção de um material (ficha agroecológica) minucioso para execução de compostagem de resíduos sólidos orgânicos pelo método UFSC. Vale ressaltar que 51,4 % dos resíduos

sólidos urbanos são materiais passíveis de compostagem e, portanto a técnica viabiliza uma mudança substancial para a questão na região.

Segundo artigo publicado, o pátio de compostagem de área aproximada de 35 m², promoveu o tratamento de 3 (três) T (toneladas) de resíduos e 14 m³ de resíduos de jardinagem, limpeza urbana e serragem. Essa área reduzida foi capaz de fazer o tratamento de todo resíduo em 3 (três) meses, portanto fica a injustificativa para existência de lixões a céu aberto. É possível recomendar a técnica para tratamento da fração orgânica e comunidades civis organizadas podem se beneficiar, por ser uma alternativa de renda devido ao composto orgânico gerado que pode ser vendido, nesse sentido há possibilidade de transformação social. Assim além da pesquisa, ações de extensão permitiram a transferência dessa tecnologia por meio de cursos com a comunidade interna e externa (YAMAUCHI; BINDE; SACCO, 2021).

2.3 Extensão

2.3.1 *Projeto que viabiliza a CSA*

O diagnóstico socioeconômico, ambiental e produtivo no PASV deu suporte para a criação de uma proposta da CSA na região, por meio de perspectivas de implantação apresentadas por Garcia e Binde (2021). Foi levantado pelos autores que os produtores estão envolvidos com uma diversidade grande de produtos, no entanto para geração de renda não há efetividade. O modelo da CSA é apontado como uma oportunidade de mudar a realidade atual, no entanto “É importante ressaltar que formar esse sistema exige uma relação de confiança, assim, o sucesso do modelo está atrelado ao comprometimento e ao diálogo entre os produtores e coprodutores” (GARCIA; BINDE, 2021, p.167). Dessa forma novos caminhos devem ser traçados para construção de processos colaborativos, essenciais para o sucesso dessas atividades.

2.3.2 *Campeonato Muvuquinha do Cerrado*

O “Campeonato Muvuquinha do Cerrado” não estava no projeto inicial do NEA-VA, no entanto pelo envolvimento da comunidade escolar foi englobado por abordar práticas conservacionistas e de valorização do ecossistema local por meio da educação ambiental. Dessa forma a atividade acorreu por diversas mãos e foi institucionalizada por meio de portaria interna do IFMT. Configurou-se como atividade colaborativa entre núcleo e comunidade acadêmica pelo entendimento de que a atividade teria grande relevância educacional e possibilitaria o enriquecimento dos SAFs devido à coleta de sementes nativas do Cerrado. Essas sementes não estão nas prateleiras de lojas agropecuárias, elas estão na natureza, lançadas ao vento no final do inverno, no período de estiagem em uma tentativa resiliente da natureza sobreviver. E nesse contexto de resiliência, de recuperação de áreas degradadas e de produção sustentável, é necessário valorizar os

sistemas endêmicos.

O Brasil é riquíssimo em biodiversidade e o Cerrado é considerado o ambiente mais biodiverso do mundo, portanto carrega consigo as chaves para a vida. No entanto está constantemente ameaçado e a educação ambiental é indispensável para construção de uma sociedade que respeite a diversidade cultural e biológica. Dessa forma, BINDE et al. (2021b) relatam a experiência vivenciada no “1º Campeonato de Coleta de Sementes Muvuquinha do Cerrado” e teve como objetivo promover um campeonato entre as turmas do IFMT-BAG em que os estudantes deveriam coletar o maior número de sementes de espécies nativas do Cerrado.

Por meio dessa atividade também se buscou estimular os discentes a identificar as espécies arbóreas do bioma onde vivem, conhecendo sua morfologia, diversidade genética, áreas de coleta, tipos de frutos, flores e sementes, polinização e dispersão. Por fim, buscou-se promover a integração, o espírito participativo e a cooperação entre os membros da equipe, assim como desenvolver valores relacionados à sustentabilidade dos ecossistemas” (BINDE, et al.; 2021b, p. 422)

Devido ao sucesso da atividade vivida em 2019, em 2020 foi realizado o segundo campeonato (Figura 9), em uma nova versão devido à pandemia do covid-19. Essa versão foi feita com formato de troca de sementes por brindes. A atividade teve um resultado muito positivo apesar do isolamento social, o que demonstrou que a prática foi interiorizada pelos alunos e servidores.



Figura 9: Material de divulgação do II Campeonato Muvuquinha do Cerrado.

Fonte: Material de divulgação do IFMT-BAG. Foto: Vinícius Xavier Perpétuo (2020).

3 I INTEGRAÇÃO ENTRE O ENSINO, A PESQUISA E A EXTENSÃO PROPOSTO PELO NEA-VA

Os caminhos percorridos foram de muito aprendizado coletivo. No caminhar obstáculos foram encontrados, atalhos também e o sucesso foi inerente à proposta, no entanto é importante destacar alternativas para que novos horizontes sejam alcançados. Portanto, é importante fazer uma análise do que foi feito e analisar aspectos positivos e negativos para construir novas possibilidades.

Em análise a figura 1 e na explanação das ações, pode-se observar que houve integração entre elas. O curso de formação em diagnóstico integrou com a pesquisa e foi objeto usado para construção de uma proposta extensionista e nessa perspectiva nossas possibilidades são criadas e por sua vez pode colaborar para consolidação dos programas PAA e PNAE no município. Essas por sua vez poderiam ter sido dadas a priori, por exemplo, em relação ao curso SAFs. No entanto, quando a realidade local é conhecida, nota-se que as terras ocupadas são em sua maioria, degradadas e, portanto é necessária a divulgação de técnicas conservacionistas e que possibilitem a recuperação de áreas, como é o caso da agrofloresta compartilhada no curso. Porém mudanças podem ser sugeridas para contribuir com a consolidação da proposta na região, como abertura de mais espaços de diálogo com a comunidade no sentido de construir propostas articuladas com os diversos atores. O principal público do curso SAFs foi indígenas e assentados e no caso dos indígenas, houveram dificuldades no entendimento devido à limitação da língua e para continuidade das ações nas aldeias foi relato dificuldades culturais em relação a multiplicação de agrofloresta e a cobertura do solo foi um limitador do modelo. Em relação ao assentamento houve dificuldade posterior para realização das atividades em cooperação entre famílias, porém a técnica foi interiorizada com maior eficácia. Ficou evidente a necessidade incluir outras propostas, como criação de espaço de diálogo contínuo entre instituições e comunidade.

Para continuidade das ações com indígenas é fundamental o diálogo entre FUNAI, IFMT e representantes ou interessados das aldeias, para ampliar o diálogo e provocar mudanças em todos os setores. Esse primeiro passo foi pertinente para transformação do IFMT, instituição de ensino, que ampliou suas possibilidades educacionais indígenas, na medida que houve entendimento que as salas de aulas, ou até mesmo as atividade práticas, não atingem qualitativamente esses povos. Em relação aos assentados, ficou claro que as ações propostas devem ir além da assistência técnica e atividades de gestão, cooperativismo e integração devem ser analisadas para colaborar na consolidação das atividades que estão sendo propostas por diversas instituições da região – EMPAER, SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural) e instituições de ensino.

Ainda em análise a figura 1, as atividades de pesquisa estiveram diretamente relacionadas com as atividades ensino do NEA-Va e do IFMT. Como já mencionado, o Curso de Formação em Diagnóstico foi espaço integrador entre pesquisa e extensão e

ainda possibilitou aos estudantes do Curso Superior de Tecnologia em Gestão Pública do IFMT-BAG um espaço de integração com a comunidade (Figura 10). É importante compartilhar que esses estudantes formaram uma equipe de voluntários que se revezavam para preparar a alimentação dos participantes do curso de SAFs (Figura 11). No terceiro módulo desse curso, executado nas dependências do IFMT-BAG, os estudantes dos Cursos Técnicos de Nível Médio Integrado (CTNMI) de Controle Ambiental e Alimentos participaram e também colaboraram anteriormente no preparo dos materiais necessários para sua execução. A participação deles foi essencial, considerando que os mesmos fariam manutenção do local e alguns eram bolsistas do projeto. Inclusive a horta implantada no curso era objeto de pesquisa do sistema vegetal.



Figura 10: Integração os estudantes do Curso de Formação em Diagnóstico e o PASV.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).



Figura 11: Voluntariado na cozinha do Curso SAFs.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Além dessa interação dos estudantes com os cursos oferecidos via NEA-VA, as atividades de pesquisa da avicultura, psicultura, horta agroflorestal, café sombreado e compostagem foram verdadeiras “salas de aula” para os estudantes do CTNMI. A figura 12 mostra um aluno bolsista explicando para os colegas como foi preparado o substrato para a produção de mudas. Eles aprenderam e colaboraram em todo processo, como bolsistas, estagiários e voluntários. Os professores da instituição também levaram suas turmas para execução de aulas práticas e de observação. Os mutirões promovidos para limpeza, colheita e venda de produtos dentro da instituição, também foi um espaço de aprendizagem e transformação. Na figura 13 os alunos estão no pátio da escola comercializando de forma simbólica os produtos orgânicos da horta e promovendo uma ação de educação ambiental, que se repetiu na feira mencionada anteriormente. Experiências na apresentação de trabalhos científicos também foram oportunizados (Figura 14), inclusive permitiu a divulgação das ações para comunidade interna e externa.



Figura 12: Aula prática do CTNMI em Controle Ambiental para o preparo de mudas para a horta agroflorestal.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).



Figura 13: Comercialização simbólica dos produtos orgânicos da horta.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).



Figura 14: Apresentação de trabalho em evento científico da instituição.

Fonte: Elaborada pelos autores (2021).

Todas as ações de pesquisa devem culminar na extensão (Figura1), porém esse caminho ainda deve ser ampliando. A compostagem e o café sombreado são ações que já tiveram ações para suas universalizações, como exemplo: visitas técnicas, reportagens, minicursos e oficinas. No caso da compostagem será necessário fazer uma reunião com a gestão pública do município para apresentar os dados obtidos no projeto. A pesquisa do setor humano possibilitou a construção de uma proposta de extensão que foi a CSA, no entanto ainda há muitas etapas para serem executadas.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A criação do NEA-VA foi estratégica para ampliar as discussões a respeito da agroecologia e produção orgânica na região. Em consonância com SOUZA, et al. (2017), o desenvolvimento da agroecologia depende de articulações fora das instituições de ensino e de pesquisa, para promoção de processos de experimentações que articulem com a sociedade, em especial com os agricultores para construção coletiva do conhecimento. Apesar das limitações, o conhecimento construído até aqui é inegável e a continuidade das atividades depende de fomento. Diante dos benefícios trazidos pelos NEAs de todo o Brasil e dos impactos gerados na sociedade é necessário a continuidade e ampliação dos projetos, para consolidação de ações iniciadas e superação de desafios.

É importante dizer que a agroecologia é um meio possível para o desenvolvimento sustentável e essa temática emerge no contexto de déficit hídrico e de alterações climáticas, dois fatores essenciais para produção de alimentos e que não depende de tecnologias. São fatores que dependem do bom funcionamento dos ciclos biogeoquímicos e que podem ser restaurados pela construção de sistemas ecológicos. Nessa perspectiva é necessária a manutenção de espaços que visem a produção dentro desses sistemas para ampliar e fortalecer a produção orgânica e de base agroecológica. Agricultores familiares, assentados e povos tradicionais, devem fazer parte da construção desses espaços, que visam além da produção, o uso e conservação de recursos naturais, portanto é necessário promover o reconhecimento da sociobiodiversidade e da sua valorização. A ampliação do conhecimento da Agroecologia depende de políticas públicas fortes e na sua inexistência é necessário a resiliência para que em tempo oportuno as sementes germinem e deem seus frutos.

REFERÊNCIAS

AMORIN, F. **Semana 7: acesso a verdade.** Agroindústria de Vale dos Sonhos recebe selo de inspeção para a produção do pescado. Disponível em: <<https://www.semana7.com.br/economia/agroindustria-de-vale-dos-sonhos-recebe-selo-de-inspeo-para-a-produo-do-pescado/> 448>. Acesso em: 30 de agosto de 2021.

BINDE, R. B.; NASCIMENTO, A. R. O.; CARVALHO, M. A. P. Agrofloresteiros do araguaia: relato de uma proposta pedagógica para cursos de formação inicial. **Revista Panorâmica**: Edição Especial, v.2, 2021.

BINDE, R. B.; SANTOS, T. R. R. dos; MORAIS, M. A. V.; CARVALHO, M. A. de P. Eficiência do uso de sistemas agroflorestais sucessionais na recuperação do solo em Flor de Ibez/BARRA DO GARCAS-MT. **Revista Panorâmica**: Edição Especial, v.2, 2021a.

BINDE, R. B.; SILVA, C. de F. S.; RODRIGUES, I.L. da A.; NUNES, R. J. T. LOPES, R. F. F. Campeonato de coleta de sementes para reflorestamento do cerrado: conceitos de gamificação e consciência ambiental. **Revista Panorâmica**: vol.33, 2021b.

BRASIL. Lei nº11.892 de 28 de dezembro de 2008. **Dispõe sobre a criação dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm>. Acesso em 12 de agosto de 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Brasil agroecológico**: Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica – Planapo: 2016-2019. Brasília: MDA, 2016.

CAJU, J. **Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico – SEDEC**. Piscicultura tem grande potencial de expansão em Mato Grosso, aponta diagnóstico apresentado pela Sedec. Disponível em: <<http://www.sedec.mt.gov.br/-/16902176-piscicultura-tem-grande-potencial-de-expansao-em-mato-grosso-aponta-diagnostico-apresentado-pela-sedec>>. Acesso em: 30 de agosto de 2021.

CAPORAL, F. R. Superando a Revolução Verde: a transição agroecológica no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: MDA, 2004.

CARDOSO, S. P.; MOREIRA, A. F.; CAETANO, V. C. O processo de instalação de uma avicultura semi-caipira sustentável como espaço de ensino-aprendizagem: um relato de experiência sob a ótica agroecológica. **Revista Panorâmica**: Edição Especial, v.2, 2021.

DEMO, P. **Pesquisa: princípio científico e educativo**. São Paulo: Cortez, 2000.

FABIAN, F. T. C.; FABIAN, E. C.; COSTA, D. V. de; SILVA, A. C.; CARDOSO, S. P. Uso de farinha de inseto como alimento alternativo na dieta de alevinos de pirapitinga (*Piaractus brachypomus*) **Revista Panorâmica**: Edição Especial, v.2, 2021.

GARCIA, D. P.; BINDE, J. L. Comunidade que sustenta a agricultura (csa): perspectivas para o assentamento serra verde em Barra do Garças (MT). **Revista Panorâmica**: Edição Especial, v.2, 2021.

LONGHI, A.; PINTO, R. A. DA S. **Sistemas agroflorestais e os sabores da floresta**. Passo Fundo: Centro de Tecnologias Alternativas Populares – CTAP, 2005.

LUZ, V. S. V.; LUZ, W. E. S.; BINDE, D. R.; MORAIS, M. A. V.; SILVA, V. L. da. Perfil dos consumidores da feira livre em Barra do Garças –MT: interesse em produtos orgânicos e por ações que sustentem o pequeno agricultor. **Revista Panorâmica**: vol.33, 2021.

MICHEL, M. H. **Metodologia e Pesquisa Científica em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 2005.

MONTEIRO, D.; LONDRES, F. Pra que a vida nos dê flor e frutos: notas sobre a trajetória do movimento agroecológico no Brasil. In: **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Regina Helena Rosa Sambuichi [et al.] (Orgs.). Brasília: Ipea, 2017.

OLIVEIRA, G. V.; FERREIRA, P. A.; LAURINDO, A. K. O. A.; TOLEDO, G. A. de. Estudos em um cafezal sombreado por mata nativa em Barra do Garças – MT. **Revista Panorâmica**: Edição Especial, v.2, 2021.

OLIVEIRA, G. V.; FERREIRA, P. A.; RONAN, T. C.; GAVLIK, M. Educação agroflorestal no assentamento rural Serra Verde: quatro anos de vivência. Corixó - **Revista de Extensão Universitária**: n.6, 2017.

PACHECO, E. **Os Institutos Federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica**. Natal: IFRN, 2010.

SANTOS, T. R. R. dos S. BINDE, D. R. Implantação e levantamento de custos de uma horta agroflorestal sucessional no IFMT, *campus Barra do Garças*. **Revista Panorâmica**: Edição Especial, v.2, 2021.

SOUZA, N. A.; FERREIRA, T; CARDOSO, I. M.; OLIVEIRA, C. L; AMÂNCIO, C.; DORNELAS, R. S.. Os Núcleos de Agroecologia: Caminhos e desafios Na indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão. In: **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Regina Helena Rosa Sambuichi [et al.] (Orgs.). Brasília: Ipea, 2017, p.53-87.

VAZ, P. Agroflorestas, clareiras e sustentabilidade. In: Canuto, J.C. **Sistemas agroflorestais: experiências e reflexões**. Brasília: Embrapa, 2017.

WEZEL, A. et al. Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, vol. 29, p. 503–515, 2009.

YAMAUCHI, T. E.; BINDE, D. R.; SACCO, A. P. Compostar: uma proposta para a destinação da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos gerados em Barra do Garças – MT. **Revista Panorâmica**: Edição Especial, v.2, 2021.

CAPÍTULO 24

IMPACTO DEL PRIMER CICLO DE CORTA DEL MANEJO FORESTAL EN FELIPE CARILLO PUERTO, MÉXICO

Data de aceite: 27/09/2021

Zazil Ha Mucui Kac García Trujillo

Profesora del Instituto Tecnológico de la Zona Maya, Quintana Roo. México

Jorge Antonio Torres Pérez

Profesor Investigador de la Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México

Martha Alicia Cazares Moran

Profesora del Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Quintana Roo. México

Alicia Avitia Deras

Profesora del Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Quintana Roo. México

Cecilia Loria Tzab

Profesora del Instituto Tecnológico de la Zona Maya. Quintana Roo. México

que las especies de alto valor disminuyeron. El manejo forestal fue la base del desarrollo económico que cimentó la creación de empresas ejidales, sin embargo, este dejó de ser el sustento principal de ingresos por lo que el interés en el manejo ha sido desplazado por otras actividades económicas. Se concluye que, durante el primer ciclo de corta, los aprovechamientos forestales fueron la base del desarrollo económico social y ambiental y esto garantiza la permanencia de la selva.

PALABRAS CLAVE: Bosque tropical, Conservación de la selva, Desarrollo comunitario, Organización campesina.

ABSTRACT: In Quintana Roo, Mexico began community forest management in the early 1980s and has been a pillar of the economy of forest ejidos (communities). At the close of the first cutting cycle, was carried out the investigation for the Evaluation of the forest management of the Carrillo Puerto ejido, it had the purpose of assessing the environmental, social and economic impacts of the forest use of a 25-year cycle and determining if permanence of the forest is feasible in the long term. The research was participatory, with 5 workshops, documentary research, and interviews. The main results were that an area of 20,000 ha was conserved despite the fact that high-value species decreased. Forest management was the basis of economic development that consolidate the creation of ejidal companies, however, the forest management ceased to be the main source of income, so interest in management has been displaced by other economic activities. It is concluded

RESUMEN: En Quintana Roo, México se inició el manejo forestal comunitario a principios de los años 80 y ha sido pilar de la economía de los ejidos forestales. Al cierre del primer ciclo de corta se realizó la investigación para la Evaluación del manejo forestal del ejido Carrillo Puerto, tuvo la finalidad de valorar los impactos ambientales, sociales y económicos del aprovechamiento forestal de un ciclo de 25 años y determinar si es viable la permanencia de la selva a largo plazo. La investigación fue de tipo participativo, con 5 talleres, investigación documental y entrevistas. Los principales resultados fueron que se logró conservar un área de 20,000 ha a pesar de

that, during the first logging cycle, forest exploitation was the basis of economic, social and environmental development and this guarantees the permanence of the forest.

KEYWORDS: Tropical forest, Jungle conservation, Community development, Peasant organization.

1 I INTRODUCCIÓN

En México se estima que el 80 % de los bosques y selvas pertenecen a comunidades y ejidos, lo que vincula estrechamente la conservación a los grupos sociales y el manejo que estos le den y por consecuencia, son los encargados del manejo forestal en el país.

A pesar de que los ejidos forestales casi 30 años manejan el recurso, el futuro de la masa forestal sigue siendo una interrogante. Pues a través de los años se han realizado estudios que indican que el aprovechamiento ejidal es sustentable, sin embargo, los ejidos forestales aún presentan problemas en los volúmenes de maderas preciosas, lo que ha originado una baja en el ingreso económico.

Algunos ejidos han hecho esfuerzos por diversificar la actividad económica incorporando proyectos de ecoturismo que han contado con financiamiento externo, sin embargo, estos proyectos no han logrado detonar y la economía en gran medida sigue basada en el aprovechamiento forestal.

Sin embargo, la situación económica de los grupos forestales sigue siendo precaria, y cada vez se tiene menos inventario de maderas que tienen mercado.

A pesar de que el discurso de la política va encaminada a la conservación de los recursos forestales, y el apoyo al sector productivo, la inversión pública muchas veces es contradictoria a esta meta. Se otorga más financiamiento y con mayores facilidades de acceso a proyectos que implican la deforestación y uso de pesticidas que a proyectos de desarrollo productivo para los recursos forestales.

Para entender el manejo de los recursos forestales en Quintana Roo, es necesario tener una perspectiva histórica del desarrollo del manejo forestal en la zona, pues los pobladores fueron actores pasivos por muchos años en el aprovechamiento forestal. El papel que desempeñaron hasta inicios de los años 80 del siglo pasado fue de trabajadores para las compañías que tenían la concesión forestal de las tierras, a pesar de que los pobladores eran dueños de ellas. La transición a administradores del recurso en un principio, se dio con asistencia externa, y posteriormente los ejidos iniciaron el proceso de toma de decisiones independientes por lo que se responsabilizaron directamente de su desarrollo comunitario. (Arguelles y Armijo 1995)

En Quintana Roo, se implementó el Plan Piloto Forestal (PPF), como estrategia gubernamental para regular los aprovechamientos comunitarios, contrataron equipos técnicos y establecieron reglas para que las comunidades se integraran al PPF. Una de las estrategias fue que las comunidades establecieran Áreas Forestales Permanentes (AFP),

que consistió en declarar un área exclusivamente para aprovechamiento forestal por lo que no podía tener cambio de uso de suelo. Los ejidos participantes en el PPF establecieron sus formas de organización interna, lo que se tradujo en que surgieron diferentes sistemas de producción, reparto de volúmenes de madera y de utilidades. (Arguelles, 2005).

Al inicio del manejo forestal comunitario los ejidos desarrollaron una organización para la producción de trozas, tomando en sus manos la administración del negocio forestal y organizando las tareas de extracción a partir de los criterios mínimos de ordenación forestal. Con esto se pretendía sentar las bases de organización necesarias para comenzar un proceso de ordenación forestal más complejo. A nivel de conducción se logró pasar hasta cierto punto de una estructura personalista (la autoridad ejidal tradicional) a una estructura de funciones -áreas de trabajo diferentes con responsables diferentes- (Flachsenberg y Galletti, 1999).

El manejo forestal comunitario en los ejidos con vocación forestal es la herramienta para mantener los macizos forestales en pie, por lo que los arreglos de sociales que se tomen van a establecer las bases de la conservación, si el manejo que se le dé a la selva no satisface las necesidades económicas de los ejidatarios existe el riesgo de deforestación porque van a buscar otras opciones productivas en los terrenos.

Las comunidades que dependen de los bosques para su supervivencia enfrentan serios desafíos técnicos para lograr un manejo forestal socialmente aceptable y económicamente competitivo en un contexto cada vez más orientado al mercado libre. Un manejo exitoso en tal contexto parte de una visión del futuro, identifica los desafíos que deben enfrentarse para llevar a una comunidad de su estado actual al estado deseado y propone las actividades y metas intermedias que permitan avanzar hacia este estado (Sabogal et all, 2008).

No cabe duda que a partir del PPF hubo una apropiación del recurso natural y que se crearon las condiciones para que las comunidades aprendieran sobre la marcha, sin embargo, no se previó un sistema de seguimiento y evaluación de los impactos sociales, ambientales y económicos que este proceso tendría en el futuro.

De acuerdo a Galletti, (1998), el PPF ha sido una de las pocas políticas exitosas de forestería comunal en América Latina y prácticamente la única experiencia exitosa en el trópico mexicano.

El primer ciclo de corta de los aprovechamientos (25 años) está terminando en los ejidos participantes en el PPF, estos ejidos tienen que realizar otro programa de manejo para el segundo ciclo de corta y con estos instrumentos establecer las bases y sistemas de aprovechamiento para otros 25 años, por lo que es importante contar con un estudio de caso que aporte datos sobre el impacto social, ambiental y económico que el manejo forestal ejidal aportó en los primeros 25 años. En la zona se han realizado varios estudios referentes principalmente al aprovechamiento y crecimiento de la caoba, y estudios de organización social ejidal, pero no existen parámetros que midan los impactos del aprovechamiento

forestal ejidal como un sistema sustentable.

El proyecto Evaluación de impactos de manejo forestal del Ejido FCP se llevó a cabo con la finalidad de Evaluar los impactos ambientales, sociales y económicos del aprovechamiento forestal de un ciclo de corta de 25 años en el Ejido Felipe Carrillo Puerto para obtener información de impactos en la comunidad y el ecosistema forestal y contar con elementos para continuar con el manejo forestal a nivel ejidal.

La importancia del presente estudio radica en que puede ser la base de análisis del sistema de manejo ejidal que proporcione datos que puedan ayudar a otros ejidos a establecer parámetros de sustentabilidad para el siguiente ciclo de corta.

2 I METODOLOGÍA

La presente investigación se llevó a cabo con la participación activa del núcleo ejidal, en un proceso de investigación – acción en donde se generó información necesaria para establecer posibles escenarios de manejo forestal en el ejido Felipe Carrillo Puerto en el siguiente ciclo de corta. Se solicitó el apoyo ejidal y del responsable técnico para el desarrollo de la investigación.

Se hizo una recopilación bibliográfica de los estudios realizados en el área de influencia y específicamente en el ejido para tener un marco conceptual de su situación y su organización.

Para la reconstrucción de los aprovechamientos forestales se hizo una recopilación de las personas que fueron responsables de esta actividad (jefes de monte) así como de los miembros del comisariado ejidal a partir del inicio de las operaciones forestales y se entrevistaron para obtener información cuantitativa de los aprovechamientos y con el apoyo de planos ejidales se ubicaron los sitios de aprovechamiento anual para determinar el área de aprovechamiento histórica.

Se realizaron 5 talleres participativos con miembros del ejido para determinar los impactos sociales, ambientales y económicos que tuvieron los aprovechamientos forestales y para validar la información recabada en estos, así mismo se realizó una recopilación de los datos económicos contenidos en las actas de asamblea para obtener información de los ingresos y egresos obtenidos durante los aprovechamientos forestales. Se revisaron los índices y estadísticas nacionales para determinar el grado de marginación de la población.

3 I RESULTADOS

El Ejido Felipe Carrillo Puerto se localiza en la parte centro Sur del Municipio del mismo nombre, en la porción centro oriente del estado de Quintana Roo, denominada localmente “La Zona Maya” de Quintana Roo.

En los años 1935 y 1940 se les otorgó por decreto presidencial la dotación 47,000 ha

de tierras a 117 ejidatarios. Actualmente el ejido está formado por 203 ejidatarios legalmente reconocidos con derechos agrarios. (RAN, 1985)

El uso de la tierra sigue siendo de uso común a excepción de lotes urbanos que se otorgaron a los ejidatarios a raíz del proceso de ordenamiento territorial llevado a cabo en 2005 (Ejido Felipe-Carrillo y Uyo'olche, 2005).

La historia del ejido Felipe Carrillo Puerto está fuertemente ligada al aprovechamiento de los recursos naturales, desde su fundación con la agricultura tradicional y el aprovechamiento de los recursos de la selva para autoconsumo, así como también servían de mano de obra para las concesiones forestales y posteriormente iniciaron trabajos en la explotación del chicle (Ejido Felipe-Carrillo y Uyo'olche, 2005).

Aspectos sociales

De acuerdo al INEGI (2010), la población total de la ciudad de Felipe Carrillo Puerto es de 25,744 habitantes, siendo estos 12,572 hombres y 13,172 mujeres. FCP es una población de origen predominantemente maya. El núcleo ejidal está compuesto por 203 ejidatarios registrados y su totalidad son maya hablantes.

En cuanto al acceso a servicios, la totalidad de los ejidatarios cuentan con acceso al agua potable, teléfono, energía eléctrica, calles pavimentadas, servicio de recolección de basura, y son visitadas por los servicios de salud. Así mismo se cuenta con servicio de Internet de alta velocidad, televisión por cable y por satélite, recepción de dos televisoras nacionales, oficina de correos y telégrafos, 3 radiodifusoras, y telefonía celular. Existe en Felipe Carrillo Puerto un mercado público y un rastro municipal.

De acuerdo al Ejido FCP- Uyo'ol'che (2005), el 80.5% de los ejidatarios son hombres y el 19.5% son mujeres, de estas el 79% de las ejidatarias son viudas, y el 20 % son herederas del título de su padre o madre. El 31% del total de ejidatarios tienen más de 70 años, el 48% están entre los 50 y 69 años, el 18 % entre 31 y 49, y solamente el 3% entre los 18 y 30 años de edad, esto hace que la mayor parte de la población ejidal (79 %) sea mayor de 50 años, y ya no participan en la actividad forestal directamente. Aunado a esto, de acuerdo a CONEVAL (2012) el 71.6 % de la población vive en pobreza y de éstos el 24.9 % vive en pobreza extrema.

Aspectos económicos

La economía del ejido está sustentada en diversas actividades, como la renta de casas y edificios, cuotas por aprovechamiento de material pétreo, y de otros recursos naturales y ventas de lotes urbanos (Ejido FCP, Uyo'ol'che, 2005).

El manejo forestal fue la base del desarrollo económico que cimentó la creación de nuevas empresas ejidales que generaron ingresos, sin embargo, el aprovechamiento forestal ha dejado de ser el sustento principal de ingresos por lo que el interés en el manejo ha sido desplazado por otras actividades económicas. Los volúmenes de madera ya no

son suficientes para mantener una economía basada en esta, por lo que se tiene que replantear el manejo forestal para el próximo ciclo de corta de 25 años de forma que sea una alternativa económica viable para los ejidatarios. Esta reconversión tiene que estar basada la diversificación de las especies y productos provenientes del sistema ambiental, así como en la venta de servicios ambientales.

En este sentido, se puede impulsar la incursión en el turismo forestal. En la actualidad el ejido ya cuenta con un balneario con cabañas y servicios para grupos, este es un primer paso si se toma en cuenta el gran potencial que tiene la zona, pues la comunidad es paso obligado del flujo turístico entre las zonas de turismo desarrolladas en el estado, conectando la zona norte con la zona sur. El turismo ya llega al estado, por lo que ya se tienen los primeros pasos.

El aprovechamiento forestal ejidal tradicionalmente no se ha tomado como un negocio que subsista por sí mismo, ha sido un impulsor social que da ingresos a los pobladores y ayuda a la obtención de recursos para la administración ejidal.

La percepción de los ejidatarios, derivada de los talleres participativos, es que la actividad forestal, aunque es importante, ya no significa el principal ingreso al ejido, por lo que se tienen que buscar estrategias para darle más valor económico, pues constituye un vínculo entre la sociedad y el medio ambiente.

Lo más sobresaliente es que los ejidatarios mantienen el vínculo con la selva como impulsor de su desarrollo, lo que hace falta es desarrollar alternativas de aprovechamiento y conservación de los recursos naturales.

Como cabecera municipal con un crecimiento poblacional, se deben establecer reglas para respetar los acuerdos de ordenamiento territorial y planificar las iniciativas que tengan impacto en el ecosistema forestal para que siga siendo la base del desarrollo sin destruirlo.

Análisis ambiental

De acuerdo a la FAO (Bruce J. W. 1995), la forestería comunitaria es una de las estrategias más exitosas y frecuentes para la conservación de una forma sustentable de los recursos forestales, debido a que conjuga el manejo apropiado de los ecosistemas con beneficios sociales a los poseedores de los bosques y selvas, siempre bajo en esquema de organización ejidal basada en acuerdos comunales respecto a la propiedad común y la aplicación de programas de manejo. La Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT), textualmente dice que “La silvicultura comunitaria posiblemente sea la única forma eficaz de conseguir el objetivo de la ordenación forestal sostenible” esto de acuerdo a las experiencias de los países miembros.

En el área que ocupa el ejido Felipe Carrillo Puerto están presentes la mayoría de los ecosistemas típicos de la región: selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia, y selva baja inundable. Dentro de esta región la fauna es típicamente

Neotropical y pertenece a la Provincia Yucatanense (Barrera, 1982); debido al variado mosaico ambiental existen un número considerable de especies faunísticas.

A partir de los talleres participativos, se reafirmó el compromiso de los ejidatarios por conservar el área forestal y respetar los acuerdos de conservación de los recursos forestales, estos compromisos están reflejados en el estudio de ordenamiento territorial realizado en 2005, mismo que fue validado por la asamblea general de ejidatarios. En el OT, el ejido designó un Área forestal permanente de 24,543.14 ha y un Área de conservación de 10,024.12 ha lo que significa un 73 % del total del territorio ejidal destinado a aprovechamiento forestal y conservación.

La reconstrucción de los aprovechamientos reflejó que las áreas de producción se respetaron. Los aprovechamientos forestales se concentraron en 16,990 ha. En 3,024 ha se ejecutaron dos pasos de corte durante el ciclo de 25 años que se planeó y 9,109 hectáreas no fueron aprovechadas porque en ellas no había caoba para una operación forestal rentable, esto se puede apreciar en la figura 1.

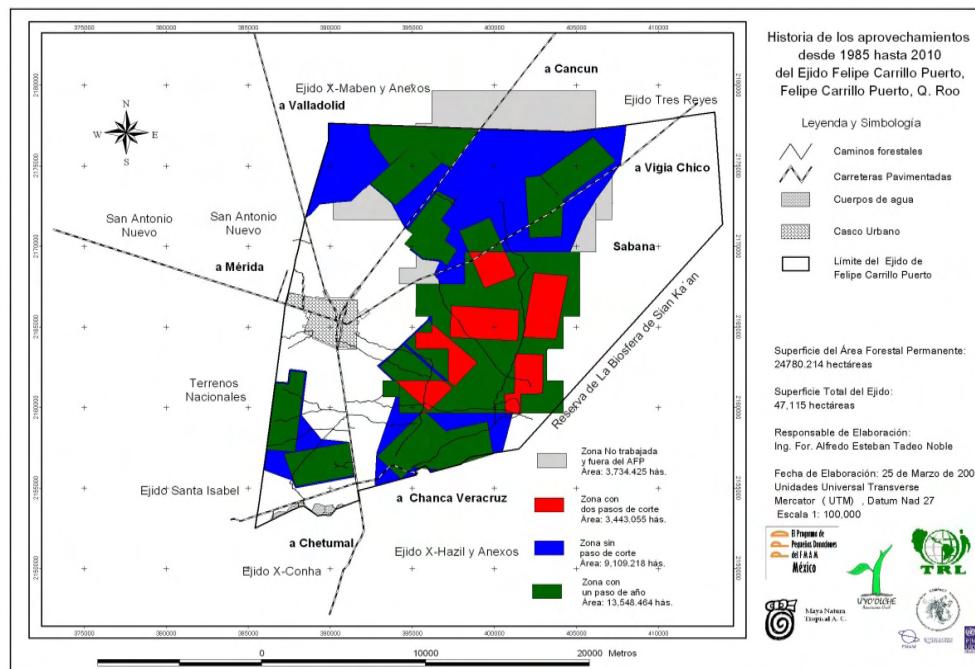


Figura1. Historia de los aprovechamientos forestales.

En la ordenación espacial de las áreas de corte se puede apreciar que de las 16990.00 ha afectadas por la operación maderera, en 13966.00 ha se realizó un paso de corte, en 3024.00 se realizaron dos pasos de corte y en 9109.00 ha no se realizó ningún aprovechamiento por áreas de corte, esto no significa que no se removiera durmientes

y/o palizada. En la figura 1 las áreas afectadas por dos pasos de corta, se ilustran con rojo. También nótese que en el ejido existen más de 20,000 ha forestales, ya que el área afectada más la no afectada por áreas de corta suman un total de 26099 ha., esto significa que a pesar de que inicialmente se previó un área forestal permanente de 25,000 ha en realidad el área de protección por manejo forestal es mayor.

A pesar de que el manejo no se apegó estrictamente a los programas de manejo, en la realidad se cumplió la meta de que el aprovechamiento forestal fuera el sustento familiar y el motor de desarrollo ejidal. Los miembros del ejido supieron aprovechar las oportunidades e invirtieron en activos que ahora son una forma de recibir ingresos para el bienestar de la comunidad.

4 I CONCLUSIONES

El manejo forestal en México está en manos de los ejidos y comunidades. Se ha demostrado que con una organización social es factible que el aprovechamiento forestal funcione como base de la economía local y a la vez conserve los ecosistemas forestales. Aunque existen casos exitosos de manejo forestal y conservación, la tendencia hasta ahora ha sido la deforestación y la degradación de los bosques y selvas de México.

El primer ciclo de corta de 25 años dejó beneficios a la comunidad en aspectos sociales, ambientales y económicos.

El manejo forestal fue la base del desarrollo económico que cimentó la creación de nuevas empresas ejidales que generaron ingresos, sin embargo, el aprovechamiento forestal ha dejado de ser el sustento principal de ingresos por lo que el interés en el manejo ha sido desplazado por otras actividades económicas.

El Programa de Manejo Forestal que terminó, a nivel ambiental logró la meta de conservar el macizo forestal del ejido Felipe Carrillo Puerto. El ejido respetó el área forestal permanente de 20,000 ha y amplio áreas de reserva ecológica por lo que el monte sigue cumpliendo la función de proporcionar servicios ambientales. La actividad forestal funge como una actividad de identidad y cohesión que le da beneficio a la totalidad del núcleo ejidal.

El ejido FCP tiene una estructura social sólida con un sistema de gobernabilidad respetado por los miembros, las condiciones sociales mejoraron substancialmente en los 25 años de aprovechamiento y cuentan con todos los servicios en los hogares.

Todos los aspectos de desarrollo comunitario fueron posibles por la cohesión social que existe en la comunidad, el respeto a las decisiones comunitarias y a la cultura.

REFERENCIAS

Angelsen, A. (ed.) (2008) Moving ahead with REDD: Issues, options and implications. Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR), Bogor, Indnesia.

Arguelles A- Armijo N. (1995). Utilización y conservación de los recursos forestales en Quintana Roo. Problemática y perspectivas del manejo forestal, Unión de Organizaciones de Forestería Comunal AC.

Argüelles Suárez L A, (2005). Diagnóstico y Programa de Desarrollo del Ejido Felipe Carrillo Puerto, Corredor Sian ka'an- Calakmul. CBM-M.

Arreola Palacios, José Antonio. (2005). Actualización Del Programa De Manejo Forestal Para El Aprovechamiento De Recursos Forestales Maderables. Predio "Ejido Felipe Carrillo Puerto" Municipio Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.

Bruce John W. (1995). Diagnóstico rápido de árboles y tenencia de la tierra. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)

CONEVAL. (2012). Informe de pobreza y evaluación en el estado de Quintana Roo, 2012 <http://desarrollosocial.guanajuato.gob.mx/coneval/informe-quintana-roo.pdf>

Ejido Felipe Carrillo Puerto, U`yo`olche. (2005). Estudio de Ordenamiento Territorial del Ejido Felipe Carrillo Puerto. CONAFOR.

FAO. (2004). Actualización de la evaluación de los recursos forestales mundiales a 2005. Especificaciones para la elaboración de las Tablas informativas nacionales destinadas a FRA 2005. Departamento de montes. Roma, Italia

Flachsenberg Henning, Galletti Hugo Alfredo. (1999). El manejo forestal de la selva en Quintana Roo, México, in La Selva Maya, Conservación y Desarrollo, Siglo XXI Editores, México 1999, 475 pp

Galletti, H. (1998), "Consejo regional de X'Puhal" (mimeo), Chetumal, pp. 1-106.

INEGI. (2010). Censo de población y vivienda.

Ostrom Elinor. (2000). El Gobierno de los Bienes Comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva. Universidad Nacional Autónoma De México. Centro Regional De Investigaciones Multidisciplinarias. Fondo De Cultura Económica. México ISBN: 968-16-6343-8. Páginas: 395 pp.

RAN. (1985). Carpeta básica del ejido Felipe Carrillo Puerto.

Sabogal César, de Jong Wil, Pokorny Benno, Louman Bastiaan (editores) (2008). Manejo forestal comunitario en América Latina Experiencias, lecciones aprendidas y retos para el futuro. CIFOR – CATIE. Bogor, Indonesia. Centro para la Investigación Forestal (CIFOR), 274 p. ISBN: 978-979-1412-73-5

CAPÍTULO 25

RESPOSTA FUNCIONAL EM INIMIGOS NATURAIS E SUA APLICAÇÃO NO MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS

Data de aceite: 27/09/2021

Milena Larissa Gonçalves Santana

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/0618095736089309>

Valeria Wanderley Teixeira

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Morfologia e Fisiologia
Animal
Recife-PE
Orcid: 0000-0001-9533-5476

Carolina Arruda Guedes

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/6013290951230793>

Glaucilane dos Santos Cruz

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/3795270436231657>

Camila Santos Teixeira

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
Orcid: 0000-0001-8733-9020

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Morfologia e Fisiologia
Animal
Recife-PE
Orcid: 0000-0001-5940-9220

José Wagner da Silva Melo

Universidade Federal do Ceará, Departamento
de Fitotecnia
Fortaleza-CE
Link do lattes: 0000-0003-1056-8129

Solange Maria de França

Universidade Federal do Piauí, Departamento
Agronomia
Teresina-PI
Orcid: 0000-0001-7602-6635

RESUMO: A atividade de inimigos naturais (parasitóides e predadores) é considerada como um dos agentes significativos de mortalidade biótica que reduz as populações de insetos-pragas, e sua aplicabilidade em programas de manejo tem recebido atenção constante. A resposta funcional de um parasitóide/predador é uma peça chave que controla a dinâmica populacional dos sistemas predador-presa. Consiste na taxa na qual um predador mata suas presas em diferentes densidades e pode, portanto, determinar a eficiência de um predador na regulação das populações de presas. Para isso, foi feita uma revisão de literatura realizada entre os meses de Março a Junho de 2021, no qual foram coletados dados a partir de estudos acadêmicos já existentes, artigos em jornais de grande circulação e boletins de empresas e agências públicas selecionados através do banco de dados do Scielo, Google Acadêmico, Science Direct, Pubmed e Periódicos Capes. Assim, conclui-se que diante de tal importância, é necessária uma melhor compreensão dos diversos fatores que podem interferir na resposta

funcional, objetivando melhores resultados no manejo de pragas.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico; parasitismo; tempo de busca; tempo de manuseio.

FUNCTIONAL RESPONSE IN NATURAL ENEMIES AND ITS APPLICATION IN INTEGRATED PEST MANAGEMENT

ABSTRACT: The activity of natural enemies (parasitoids and predators) is considered as one of the agents due to the biotic mortality that reduces insect-pest populations, and its applicability in constant care management programs. The functional response of a parasitoid / predator is a key piece that controls the population dynamics of predator-prey systems. It consists of the rate at which a predator kills its prey at different densities and can, determine, determine the efficiency of a predator in regulating prey populations. For this, a literature review was carried out between March 2021 and May 2021, in which data were collected from existing academic studies, articles in large circulation newspapers and bulletins from companies and public agencies selected through from the database of Scielo, Google Scholar, Science Direct, Pubmed and Capes Periodicals. Thus, it is concluded that, given such importance, a better understanding of the various factors that can interfere with the functional response is necessary, aiming at better results in pest management.

KEYWORDS: Biological control, parasitism. searching time, handling time.

1 | MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa constitui-se de uma revisão de literatura realizada entre os meses de Março de 2021 a Junho de 2021, em que foram levantados dados a partir de estudos acadêmicos já existentes, artigos em jornais de grande circulação e boletins de empresas e agências públicas. Os artigos científicos foram selecionados através da base de dados do Google acadêmico, Periódico Capes e Scifinder. A busca de dados foi realizada utilizando as terminologias preconizadas pelos descritores na área de ciências agronômicas em inglês, e além disso, os artigos foram limitados aos anos de 1959 a 2020.

2 | INTRODUÇÃO

Os insetos parasitóides e predadores são os principais agentes que contribuem para o controle biológico de insetos pragas economicamente importantes em ambientes agrícolas e naturais. Esses insetos dependem de uma variedade de estímulos, principalmente visuais, à medida que procuram hospedeiros, alimentos e parceiros em ecossistemas complexos. A eficiência do comportamento de busca de hospedeiro é um determinante crucial no desempenho reprodutivo de parasitóides/predadores fêmeas (GIUNTI *et al.*, 2015).

Uma característica importante nos estudos ecológicos envolvendo parasitóides é determinar os atributos que tornam as espécies como agentes de biocontrole bem-sucedidos, como por exemplo, o seu comportamento individual em resposta ao aumento da densidade de hospedeiros em um determinado intervalo de tempo, comumente conhecido

como resposta funcional (FERNÁNDEZ-ARHEX & CORLEY, 2003; MILLS & LACAN, 2004). A natureza da resposta funcional determina se um parasitóide/predador é capaz de regular a densidade de seu hospedeiro/presa (MONTOYA *et al.*, 2000; YAZDANI & KELLER, 2016).

O estudo da resposta funcional é um dos recursos necessários para a seleção de inimigos naturais para programas de controle biológico (MOEZIPOUR *et al.*, 2008).

Da densidade de presas e predadores como duas variáveis que afetam o número de presas atacadas, surge então, dois componentes de predação, isto é, a resposta funcional e a resposta numérica (HOLLING, 1961).

Os insetos necessitam de uma quantidade mínima de alimento para se manterem, crescer e reproduzir. Assim, quando há um aumento na disponibilidade de presas haverá um aumento no consumo, pois as chances de encontro serão maiores, sendo um tipo de resposta funcional. Por outro lado, uma população de predadores saciada por uma maior disponibilidade de presas terá maior chance de sobreviver e se reproduzir, resultando em um aumento populacional, sendo essa a resposta numérica (FONSECA *et al.*, 2000).

Ambas respostas, a numérica (uma resposta de reprodução) e a funcional (uma resposta de predação) determinam a capacidade de regulação da população de pragas de um parasitóide/predador (VAN LETEREN *et al.*, 2016).

Três tipos de resposta funcionais foram sugeridas originalmente por HOLLING (1959), respostas do tipo I, II, e III, que respectivamente descrevem curvas que são lineares, côncavas aumentando para uma assíntota e sigmoides (Figura 1), quando o número de hospedeiros parasitados por fêmea são plotados contra a densidade do hospedeiro. (XU *et al.*, 2015; YAZDANI & KELLER, 2016).

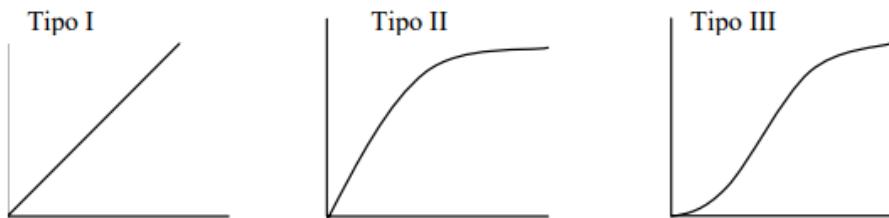


Figura 1: Curvas de Resposta Funcional (Holling 1959).

Entretanto, mesmo sendo o formato da curva de resposta funcional um fator considerável, é insuficiente como um critério para prever o sucesso ou o fracasso de um inimigo natural como agente de biocontrole. Outros fatores como resposta numérica, taxas de crescimento intrínsecas, manchas do hospedeiro, competição e complexidades ambientais (fatores abióticos e bióticos) também têm uma grande influência na eficiência de um predador no manejo de uma população de pragas (JALALI, *et al.*, 2009).

Os tipos de resposta funcional podem ser explicados pelas combinações de cinco

componentes: tempo em que predador e presa ficam expostos; tempo de busca; tempo de manuseio, incluindo identificação, captura e consumo; fome e estímulo do predador para cada presa reconhecida (TOSTOWARYK, 1972).

Holling modelou o tipo II usando a “Equação do Disco” onde, “ N_a ” é o número de hospedeiros atacados, “ a ” taxa de ataque, que relaciona a taxa de encontro com o hospedeiro a N_0 (a densidade inicial do hospedeiro), “ T ” o tempo total de busca disponível e T_h , o tempo de manuseio.

$$N_a = \frac{aTN_0}{1+aThN_0}$$

Como a resposta funcional determina a dependência da densidade da resposta de curto prazo de um predador à variação espacial e temporal na densidade da presa, há considerável interesse em fatores que podem afetar a forma desta resposta (MILONAS *et al.*, 2011).

Entender a relação entre parasitóide e hospedeiro é um objetivo principal na ecologia, e um fator significativo da relação parasitóide-hospedeiro é a taxa de alimentação do parasitóide sobre o hospedeiro (SKALSKI & GILLIAM, 2001).

3 I TIPOS DE RESPOSTA FUNCIONAL

A resposta funcional é uma característica fundamental na dinâmica parasitóide-hospedeiro e é, um importante determinante da estabilidade do sistema proposto. (MCKENZIE *et al.*, 2012).

No tipo I, o número de hospedeiros/presas mortos aumenta linearmente a um platô, onde a taxa de ataque é constante (independente de densidade), produzindo uma resposta linear até que a saciedade seja alcançada; no tipo II, uma ascensão curvilínea a um platô que então se estabiliza sob a influência do tempo de manuseio ou saciedade e na resposta predador/parasitóide, consistindo em uma desaceleração negativa onde a taxa de ataque diminui gradualmente (dependência de densidade inversa) se referindo ao ato de subjugar, matar e comer uma presa e, talvez limpar e descansar antes de prosseguir para procurar mais presas e por fim a; tipo III, onde ocorre um aumento sigmóide nas presas/hospedeiros atacados, nela a taxa de ataque aumenta e depois diminui gradualmente (dependência da densidade) até atingir um limite superior. Acredita-se que a forma sigmoidal seja o resultado de uma mudança na atividade de busca de predadores conforme a densidade da presa altera (DONELLY & PHILLIPS, 2001; MENON *et al.*, 2002; MOEZIPOUR *et al.*, 2008).

As curvas de resposta funcional podem ser diferenciadas analisando os parâmetros: coeficiente de taxa de ataque e tempo de manipulação (tempo gasto para atacar, matar, subjugar e digerir a presa). O coeficiente da taxa de ataque estima a inclinação do aumento na predação com o aumento da densidade da presa, e o tempo de manipulação ajuda a estimar o limiar de saciedade (SHAH & KHAN, 2013).

As três respostas funcionais mencionadas são baseadas na suposição de que os indivíduos presas agem independentemente uns dos outros. Em particular, eles não cooperam (GERITZ & GYLLENBERG, 2012).

A resposta funcional dos insetos parasitóides à densidade do hospedeiro é freqüentemente assumida como sendo do tipo II, com respostas do tipo III ocorrendo ocasionalmente, sendo menos comum, e o tipo I sendo uma situação improvável (MILLS & LACAN, 2004).

Um parasitóide com resposta linear (tipo I) não exibe o potencial teórico de controle do hospedeiro necessário para o controle biológico clássico, mas a presença de uma resposta linear é importante para a interação contínua do hospedeiro e do parasitóide, e podem ser mais comuns na natureza do que foi relatado (KALYEBI *et al.*, 2005).

Os parasitóides *Pachycrepoideus vindemiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) e *Trichopria drosophilae* (Hymenoptera: Diapriidae), demonstraram resposta funcional linear aos seus hospedeiros *Drosophila suzukii* e *D. melanogaster*, em condições de laboratório utilizadas, onde a resposta funcional de *P. vindemiae* foi limitada por seu suprimento de ovos e tempo (tempo de manuseio do hospedeiro) enquanto *T. drosophilae* foi limitada apenas pelo tempo (KAÇAR *et al.*, 2017).

Uma resposta funcional do tipo II pode desestabilizar a dinâmica parasitóide-hospedeiro, pois isso implica na mortalidade dependente da densidade inversa do hospedeiro (MILONAS *et al.*, 2011).

As respostas funcionais de *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae) a diferentes presas demonstrou resposta curvilínea do tipo II em que a maioria dos predadores matou a maioria das presas em baixas densidades e, em seguida, exibiu uma diminuição na taxa de predação em altas densidades (DONNELLY & PHILLIPS, 2001).

Semelhantemente, *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) em ovos de *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) sob densidades crescentes de ovos foi observado um aumento gradual no número de ovos consumidos e uma tendência de estabilizar em densidades mais altas, que proporcionalmente, o consumo de ovos diminuiu com o aumento da densidade de ovos, indicando uma resposta funcional do tipo II (MENDES *et al.*, 2018).

A eficiência do parasitismo em uma resposta funcional do tipo II reduz à medida que o tempo total de manuseio aumenta com a densidade do ovo do hospedeiro, enquanto o tipo III geralmente está relacionado a um aumento na atividade de busca quando as densidades do hospedeiro aumentam em baixas, mas não em altas densidades. (FARROKHI *et al.*, 2010).

A resposta funcional dos parasitóides pode mudar de um tipo para outro conforme as condições ambientais mudam. Diferentes fatores abióticos e bióticos podem influenciar a resposta funcional, como temperatura e presas ou espécies hospedeiras, bem como variar de acordo com a densidade, linhagem ou idade do parasitóide e do hospedeiro. Essas mudanças podem ser devido a efeitos no comportamento de forrageamento dos

parasitóides (FARROKHI *et al.*, 2010; MILANEZ *et al.*, 2018).

É também conhecido que a resposta funcional decorrente de estudos em laboratório pode ter diferenças com as que podem ser medidas em campo. (MONTOYA *et al.*, 2000).

4 | FATORES QUE AFETAM A RESPOSTA FUNCIONAL

A performance de um parasitóide/predador depende de várias características, sendo que a resposta funcional pode ser regulada por uma série de fatores, como planta hospedeira da presa, comportamento alimentar, espécie de presa e predador; e também temperatura, com capacidade de afetar o crescimento, desenvolvimento e comportamento de forrageamento do predador (VAN LETEREN *et al.*, 2016; ISLAM, *et al.*, 2020).

O efeito da temperatura na resposta funcional de fêmeas adultas da joaninha predadora *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) sob diferentes densidades do pulgão *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae), mostrou uma resposta funcional do tipo II do predador em três temperaturas testadas, variando de 19°C a 27°C, demonstrando que *A. bipunctata* exibe altas taxas de predação em *M. persicae* para uma ampla gama de temperaturas, indicando seu potencial para liberações aumentativas contra este pulgão-praga (JALALI *et al.*, 2009).

O parasitóide *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) a ovos de *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae) em diferentes temperaturas (20, 25 e 30°C) e densidades de ovos (5, 10, 15, 20, 25 e 30 ovos) mostrou resposta funcional do tipo II para todas as temperaturas testadas, apresentando maior eficiência a 30°C (MILANEZ *et al.*, 2018).

Características da planta hospedeira, como densidade de tricomas, podem alterar os padrões de busca e tempos de permanência de predadores, alterando a eficiência de forrageamento. Por exemplo, o estabelecimento de *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) em tomateiros foi afetado pela pilosidade da planta, fazendo com que *N. californicus* exibisse uma forte resposta numérica e uma baixa resposta funcional. (CÉDOLA *et al.*, 2001).

Quando a estrutura do ambiente se torna mais complexa, o sucesso de forrageamento e as taxas de consumo diminuirão subsequentemente à medida que a obtenção de recursos se torna mais difícil (HODDLE, 2003).

O aumento da complexidade ambiental teve efeitos significativos na resposta funcional de *Franklinothrips orizabensis* (Thysanoptera: Aeolothripidae), quando *Scirtothrips perseae* (Thysanoptera: Thripidae) foi apresentado como presa. A resposta funcional do tipo II foi mais pronunciada em ambiente mais complexo. *S. perseae* apresentaram maior mortalidade em arena menos complexa (modelo círculo) e significativamente menos tripes foram mortos na arena mais complexa (modelo floco de neve) (HODDLE, 2003).

Pesticidas também podem interferir nas interações predador-presa, por exemplo,

o tipo de resposta funcional e o tempo de manuseio da presa não foram alterados pelos pesticidas abamectina, azadiractina e fenpiroximato em *Neoseiulus baraki* (Acari: Phytoseiidae) em diferentes densidades de *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae). No entanto, a taxa de ataque foi modificada por abamectina e fenpiroximato, e o pico de consumo foi reduzido por abamectina. Todos permitiram a manutenção do predador no campo, mas a exposição à abamectina e ao fenpiroximate comprometeu o consumo das presas (LIMA *et al.*, 2015).

O pressuposto dos tipos de resposta funcional e seus parâmetros em tratamentos com compostos botânicos, incluindo óleos essenciais e extratos, são também fatores importantes em programas de MIP. Os óleos de *Allium sativum*, *Rosmarinus officinalis*, *Piper nigrum*, *Salvia officinalis*, e *Glycyrrhiza glabra* foram testados para o parasitóide *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) onde, *P. nigrum*, *S. officinalis* e *G. glabra* indicou resposta tipo II, e tipo III em *A. sativum* e *R. officinalis*. Além disso, o óleo essencial de *R. officinalis* e o controle apresentaram os tempos de manuseio mais longo (0,542 h) e mais curto (0,411 h), respectivamente. As maiores ($0,047 \text{ h}^{-1}$) e menores ($0,033 \text{ h}^{-1}$) taxas de ataque também foram registradas no controle e no óleo essencial de *R. officinalis*, respectivamente, indicando que esses óleos essenciais mudaram o comportamento e as outras atividades de parasitismo de *H. hebetor* (ASADI, *et al.*, 2018).

5 | IMPORTÂNCIA DA RESPOSTA FUNCIONAL NO CONTROLE DE PRAGAS

Um objetivo importante dos estudos ecológicos de parasitóides/predadores é determinar os atributos que tornam as espécies agentes de biocontrole bem-sucedidos. O tipo de resposta funcional dada por um parasitóide/predador é de fundamental importância nas interações parasitóide/hospedeiro ou predador/presa, sendo um elemento que determinará sua eficiência no controle de pragas, e possivelmente, indicar o número de agentes necessários para a liberação dentro de programas de controle biológico (VIEIRA, 1995; FERNÁNDEZ-ARHEX & CORLEY, 2003).

Exemplificando, adultos de *Neoseiulus bicaudus* (Acari: Phytoseiidae) podem ser agentes de controle biológico eficazes para as espécies de *Tetranychus truncatus* (Acari: Tetranychidae), *Tetranychus turkestani* (Acari: Tetranychidae) e *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) que frequentemente coexistem em plantações, onde *N. bicaudus* em todos os estágios de desenvolvimento exibiu uma resposta funcional do tipo II. *N. bicaudus* não exibiu preferência entre adultos de *T. truncatus* e adultos de *T. turkestani*, independentemente da proporção de presas. E, claramente preferia larvas de *T. tabaci* de primeiro instar a adultos de *T. turkestani* (ZHANG *et al.*, 2017).

Em outro estudo, *Rhynocoris longifrons* (Hemiptera: Reduviidae) pôde predar mais *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) em altas densidades; no entanto, *R. longifrons* também reduziu consideravelmente *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae),

Dysdercus cingulatus (Hemiptera: Pyrrhocoridae) do algodão, exibindo resposta funcional tipo II, onde seu potencial contra pragas pode ser devido à capacidade do predador em matar os estágios adultos de todas as espécies de presas avaliadas, de modo que poderia ser considerado um candidato em potencial para uso como agente de controle biológico para essas pragas (SAHAYARAJ et al., 2012).

Em suma, a resposta funcional é um indicador preliminar amplamente aceito, onde um agente de controle biológico será ou não capaz de regular a densidade de sua presa abaixo de um limiar econômico ou ecologicamente relevante.

6 | CONCLUSÃO

As taxas de predação/parasitismo obtidas através de inúmeros estudos para uma gama de densidades de presas/hospedeiros fornecem uma boa compreensão sobre a capacidade de reduzir as densidades de pragas. É somente através da compreensão dessas interações que podemos esperar desenvolver estratégias confiáveis para o controle biológico de pragas. O efeito da disponibilidade de recursos nas interações inter e intraespecíficas fornecerá uma visão melhor e ajudará a alcançar um nível mais alto de supressão do hospedeiro/presa.

REFERÊNCIAS

- ASIRI, M.; RAFIEE-DASTJERDI, H.; NOURI-GANBALANI, G.; NASERI, B.; HASSANPOUR, M. The effects of plant essential oils on the functional response of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) to its host. **Invertebrate Survival Journal**, v. 15, n. 1, p. 169-182, 2018
- CÉDOLA, C.V.; SÁNCHEZ, N.E.; LILJESTHRÖM, G.G. Effect of tomato leaf hairiness on functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 25 n. 10/11, p. 819–831, 2001.
- DONNELLY, B.E.; PHILLIPS, T.W. Functional Response of *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae) - Effects of Prey Species and Habitat. **Environmental Entomology**, v. 30, n. 3, p. 617–624, 2001.
- FARROKHI, S.; ASHOURI, A.; SHIRAZI, J.; ALLAHVARI, H.; HUIGENS, M.E. A Comparative Study on the Functional Response of *Wolbachia*-Infected and Uninfected Forms of the Parasitoid Wasp *Trichogramma brassicae*. **Journal of Insect Science**, v. 10, n. 167, p. 1–11, 2010.
- FERNÁNDEZ-ARHEX, V.; CORLEY, J.C. The Functional Response of Parasitoids and its Implications for Biological Control. **Biocontrol Science and Technology**, v. 13, n. 4, p. 403–413, 2003.
- FONSECA, A.R.; CARVALHO, C.F.; SOUZA, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 309-317, 2000.
- GERITZ, S.A.H.; GYLLENBERG, M. Group defence and the predator's functional response. **Journal of Mathematical Biology**, v. 66, n. 4-5, p. 705–717, 2012.

GIUNTI, G.; CANALE, A.; MESSING, R.H.; DONATI, E.; STEFANINI, C.; MICHAUD, J.P.; BENELLI, G. Parasitoid learning: Current knowledge and implications for biological control. **Biological Control**, v. 90 p. 208–219, 2015.

HODDLE, M.S. The effect of prey species and environmental complexity on the functional response of *Franklinothrips orizabensis*: a test of the fractal foraging model. **Ecological Entomology**, v. 28, n. 3, p. 309–318, 2003.

HOLLING, C.S. The components of predation as revealed by a study of small-mammal predation of the European pine sawfly. **The Canadian Entomologist**, v. 91, p. 293–320. 1959.

HOLLING, C.S. Principles of insect predation. **Annual Review of Entomology** v. 6, p. 163- 182, 1961.

ISLAM, Y.; SHAH, F.M.; SHAH, M.A.; MUSA KHAN, M.; RASHEED, M.A.; REHMAN, S.U.; ZHOU, X. Temperature-Dependent Functional Response of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on the eggs of *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae) in laboratory. **Insects**, v. 11, n. 9, p. 583.

KAÇAR, G.; WANG, X.-G.; BIONDI, A., DAANE, K. M. Linear functional response by two pupal *Drosophila* parasitoids foraging within single or multiple patch environments. **PLOS ONE**, v. 12. n. 8, p. 1-17, 2017.

KALYEBI, A.; OVERHOLT, W. A.; SCHULTHESS, F.; MUEKE, J. M.; HASSAN, S. A.; SITHANANTHAM, S. Functional response of six indigenous trichogrammatid egg parasitoids (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Kenya: influence of temperature and relative humidity. **Biological Control**, v. 32, n. 1, p. 164–171, 2005.

LIMA, D.B.; MELO, J.W.S.; GONDIM, M.G.C.; GUEDES, R.N.C.; OLIVEIRA, J.E.M.; PALLINI, A. Acaricide-impaired functional predation response of the phytoseiid mite *Neoseiulus baraki* to the coconut mite *Aceria guerrenonis*. **Ecotoxicology**, v. 24, n. 5, p. 1124–1130, 2015.

MCKENZIE, H.W.; MERRILL, E.H.; SPITERI, R.J.; LEWIS, M.A. How linear features alter predator movement and the functional response. **Interface Focus**, v. 2, n. 2, p. 205–216, 2012.

MENDES, J.A.; LIMA, D.B.; NETO, E.P.S.; GONDIM JR, M.G.C.; MELO, J.W.S. Functional response of *Amblyseius largoensis* to *Raoiella indica* eggs is mediated by previous feeding experience. **Systematic and Applied Acarology**, v. 23, n. 10, p. 1907-1914, 2018.

MENON, A.; FLINN, P. W.; DOVER, B. A. Influence of temperature on the functional response of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae), a parasitoid of *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). **Journal of Stored Products Research**, v. 38, n. 5, p. 463–469, 2002.

MILANEZ, A.M.; CARVALHO, J.R.; LIMA, V.L.S.; PRATISSOLI, D. Functional response of *Trichogramma pretiosum* on *Trichoplusia ni* eggs at different temperatures and egg densities. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 5, p. 641–645, 2018.

MILLS, N.J.; LACAN, I. Ratio dependence in the functional response of insect parasitoids: evidence from *Trichogramma minutum* foraging for eggs in small host patches. **Ecological Entomology**, v. 29, n.2, p. 208–216, 2004.

MILONAS, P.G.; KONTODIMAS, D.C.; MARTINOU, A.F. A predator's functional response: Influence of prey species and size. **Biological Control**, v. 59, n. 2, p. 141–146, 2011.

MOEZIPOUR, M.; KAFIL, M.; ALLAHYARI, H. Functional response of *Trichogramma brassicae* at different temperatures and relative humidities. **Bulletin of Insectology**, v. 61, n. 2, p. 245–250, 2008.

MONTOYA, P.; LIEDO, P.; BENREY, B.; BARRERA, J. F.; CANCINO, J.; ALUJA, M. Functional Response and Superparasitism by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), a Parasitoid of Fruit Flies (Diptera: Tephritidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.93, n. 1, p. 47–54, 2000.

SAHAYARAJ, K.; KALIDAS, S.; TOMSON, M. Stage preference and functional response of *Rhynocoris longifrons* (Stål) (Hemiptera: Reduviidae) on three hemipteran cotton pests. **Brazilian Archives of Biology and Technology** [online], v. 55, n. 5, p. 733-740, 2012.

SHAH, M.A.; KHAN, A.A. Functional response- A function of predator and prey species. **The Bioscan**, v. 8, n. 3, p. 751-758, 2013.

SKALSKI, G.T. GILLIAM, J.F. Functional responses with predator interference: Viable alternatives to the Holling type II model. **Ecology**, v. 82, n. 11; p. 3083–3092, 2001.

TOSTOWARYK, W. The effect of prey defense on the functional response of *Podisus modestus* (Hemiptera: Pentatomidae) to densities of the sawflies *Neodiprion swainei* and *N. pratti banksianae* (Hymenoptera: Neodiprionidae). **The Canadian Entomologist**, v. 104, p.61-69, 1972.

VAN LETEREN, J.; HEMERIK, L.; LINS, J.; BUENO, V. Functional responses of three neotropical mirid predators to eggs of *Tuta absoluta* on tomato. **Insects**, v. 7, n. 3, p. 34, 2016.

VIEIRA, G.F. Resposta funcional e númerica de *Scymnus (Pullus) argentinicus* (Weise, 1906) (Coleoptera: Coccinellidae) a diferentes densidades do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). Dissertação de Mestrado, UFLA, Lavras-MG, 1995.

XU, H.Y.; YANG, N.W.; DUAN, M.; WAN, F.H. Functional response, host stage preference and interference of two whitefly parasitoids. **Insect Science**, v. 23, n. 1, p. 134–144, 2015.

YAZDANI, M.; KELLER, M. The shape of the functional response curve of *Dolichogenidea tasmanica* (Hymenoptera: Braconidae) is affected by recent experience. **Biological Control**, v. 97, p. 63–69. 2016.

ZHANG, Y.N.; JIANG, J.Y.Q.; ZHANG, Y.J.; QIU, Y.; ZHANG, J.P. Functional Response and Prey Preference of *Neoseiulus bicaudus* (Mesostigmata: Phytoseiidae) to Three Important Pests in Xinjiang, China. **Environmental Entomology**, v. 46, n. 3, p. 538–543, 2017.

CAPÍTULO 26

PROCESSO DE SELEÇÃO DE HOSPEDEIRO E FATORES QUE INFLUÊNCIAM NO SUCESSO DO PARASITISMO DE *Trichogramma* spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

Data de aceite: 27/09/2021

Camila Santos Teixeira

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
Orcid: 0000-0001-8733-9020

Valeria Wanderley Teixeira

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Morfologia e Fisiologia
Animal
Recife-PE
Orcid: 0000-0001-9533-5476

Álvaro Aguiar Coelho Teixeira

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Morfologia e Fisiologia
Animal
Recife-PE
Orcid: 0000-0001-5940-9220

Carolina Arruda Guedes

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/6013290951230793>

Glaucilane dos Santos Cruz

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
Orcid: 0000-0001-6012-1945

Catiane Oliveira Souza

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/5156282820589894>

Milena Larissa Gonçalves Santana

Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Agronomia
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/0618095736089309>

RESUMO: Parasitoides do gênero *Trichogramma* são utilizados em todo mundo para o controle de importantes pragas agrícolas, com o intuito de reduzir o uso de produtos químicos em campo que possam afetar negativamente o homem e o meio ambiente. Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo demonstrar o modo pelo qual fêmeas do parasitoide *Trichogramma* realizam a escolha de seus hospedeiros e fazem sua postura, bem como os fatores que podem influenciar nesse processo de escolha e alterar as taxas de parasitismo e emergência do parasitoide, fornecendo informações para pontos que devem ser observados a fim de garantir o sucesso da microvespa, contribuindo para implementação do manejo integrado de pragas e desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável. Para isso, foi feita uma revisão de literatura realizada entre os meses de fevereiro de 2021 a maio de 2021, no qual foram coletados dados a partir de estudos acadêmicos já existentes, artigos em jornais de grande circulação e boletins de empresas e agências públicas selecionadas através do banco de dados do Scielo, Google Acadêmico, Science Direct, Pubmed e Periódicos Capes. Assim, concluímos que as diversas pesquisas cujo foco é demonstrar a capacidade de controle realizada pelo inimigo natural, fornecem informações relevantes para se conhecer particularidades

do parasitoide e determinar como se pode contribuir para aumentar a sua eficiência em campo, colaborando para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável e segura ambientalmente.

PALAVRAS-CHAVE: *Trichogramma*; Controle biológico; Parasitismo; *Hymenoptera*.

HOST SELECTION PROCESS AND FACTORS THAT INFLUENCE THE SUCCESS OF PARASITISM OF *Trichogramma* spp. (HYMENOPTERA: TRICHOGRAMMATIDAE)

ABSTRACT: Parasitoids of the *Trichogramma* genus are used all over the world to control important agricultural pests, in order to reduce the use of chemical products in the field that can negatively affect humans and the environment. Given the above, this study aimed to demonstrate the way in which females of the parasitoid *Trichogramma* choose their hosts and make their posture, as well as the factors that can influence this choice process and change the parasitism and emergence rates of the parasitoid, providing information on points that must be observed in order to ensure the success of the microwasp, contributing to the implementation of integrated pest management and the development of a more sustainable agriculture. For this, a literature review was carried out between the months of April 2021 to May 2021, in which data were collected from existing academic studies, articles in large-circulation newspapers and bulletins from companies and public agencies selected through the database from Scielo, Google Scholar, Science Direct, Pubmed and Capes Periodicals. Thus, we conclude that the various researches which focus on demonstrating the control capacity performed by the natural enemy, provide relevant information to know the parasitoid's particularities and determine how it can contribute to increase its efficiency in the field, contributing to the development of an agriculture sustainable and environmentally safe.

KEYWORDS: *Trichogramma*; Biological control; Parasitism; *Hymenoptera*.

1 | MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa constitui-se de uma revisão de literatura realizada entre os meses de fevereiro de 2021 a maio de 2021, no qual foram coletados dados a partir de estudos acadêmicos já existentes, artigos em jornais de grande circulação e boletins de empresas e agências públicas. Os artigos científicos foram selecionados através do banco de dados do Scielo, Google Acadêmico, Science Direct, Pubmed e Portal Periódicos Capes. A busca nos bancos de dados foi realizada utilizando as terminologias utilizadas pelos descriptores em ciências agronômicas em português e inglês, além disso, os artigos foram limitados aos anos de 1958 a 2020.

2 | INTRODUÇÃO

O controle biológico de pragas é uma das vertentes presentes dentro do manejo integrado de pragas (MIP), que tem como objetivo oferecer uma metodologia de controle que provoque menos danos ao meio ambiente e ao ser humano, além de contribuir para

a redução do uso de produtos químicos. Baseado no uso de diferentes organismos, este método conta com uso de fungos, bactérias, vírus, artrópodes predadores e parasitoides, denominados inimigos naturais (PINÓIA, 2012).

Com destaque para o uso de parasitoides, a microvespa do gênero *Trichogramma*, parasita ovos e vêm sendo empregada em diversos programas de MIP, tendo mais de 200 espécies descritas em todo o mundo e dessas menos da metade é encontrada na América do Sul, com cerca de 26 no Brasil. Apresenta eficácia no parasitismo de várias espécies de importância agrícola, principalmente lepidópteros praga, contribuindo para a redução de danos provocados às culturas implantadas em campo (PINTO 2006; QUERINO *et al.*, 2010; COELHO JR *et al.*, 2016; SIGSGAARD *et al.*, 2017).

Um dos fatores intrísecos ao seu uso em plantios está sua adaptabilidade ao ambiente agrícola e disponibilidade no ambiente natural, dentre as espécies encontradas e adaptadas utilizadas no Brasil pode-se citar o exemplo do *T. gallo*Zucchi, 1988 (Hymenoptera: Trichogrammatidae), que faz parte do controle de *Diatraea saccharalis* Fabr., 1794 (Lepidoptera: Crambidae) em plantios de cana e *T. pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) que é o mais comercializado, sendo relatado parasitando mais de 240 espécies de lepidópteros, a exemplo da broca pequena do tomate (*Neoleucinodes elegantalis* Guenée) (Lepidoptera: Crambidae); traça do tomateiro (*Tuta absoluta* Meyrick, 1917) (Lepidoptera: Gelechiidae); lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda* J. E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae); e *Helicoverpa* (*Helicoverpa armigera* Hübner, 1809) (Lepidoptera: noctuidae), o que demonstra seu potencial emprego para o controle de pragas agrícolas que reduzem a produtividade de diversas culturas de importante valor comercial (MAGALHÃES *et al.* 2012; QUERINO *et al.*, 2016, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Para garantir sucesso nesse método é importante que sejam conhecidos os fatores que possam interferir e provocar redução nas taxas de parasitismo e de emergência, como por exemplo conhecer a biologia do parasitoide no hospedeiro estudado, a interferência das condições bióticas e abióticas, como temperatura, a idade e densidade dos ovos dos hospedeiros e a seletividade de produtos comumente utilizados (FUENTES 1994; DAVIES *et al.*, 2011).

O que torna importante ser considerado todo processo de desenvolvimento embrionário e das fases imaturas do parasitoide, iniciando com a escolha do ovo hospedeiro pelas parasitoides fêmeas, uma vez que refletirá na disponibilidade de nutrientes aos imaturos, sendo esse processo dividido na distribuição do parasitoide no ambiente do hospedeiro; o contato do parasitoide com o hospedeiro; seleção e aceitação do ovo hospedeiro para determinar sua qualidade; e a adequação do hospedeiro para o desenvolvimento da nova prole (DOUTT, 1958; PRATISSOLI *et al.*, 2007; POLTRONIEIRI *et al.*, 2008; KO *et al.*, 2014).

3 I PROCESSO DE SELEÇÃO DO HOSPEDEIRO PELO PARASITOIDE DO GÊNERO *TRICHOGRAMMA*

Para encontrar o hospedeiro, o parasitoide de ovos se utiliza de alguns sentidos visando facilitar a identificação, através de diferentes estímulos, podendo ser físicos ou químicos e também visuais. Os pontos físicos a serem observados são: a cor dos ovos e o seu tamanho, som e vibração do ambiente; e como químicos cairomônios emitidos pelos ovos e sinomônios da própria planta, cujo objetivo é indicar e guiar o parasitoide até a localização do habitat e dos ovos a serem parasitados (VINSON, 1985; 1997; 1998).

Ao localizar os ovos do hospedeiro a fêmea inicia um processo de inspeção da área externa, caminhando sobre sua superfície e tocando com as antenas, além da identificação de volume interno do ovo de modo que possa definir quantos ovos serão depositados; formato e também verificar se já se encontra parasitado (PAK; JONG, 1987; PAK *et al.*, 1990; SUVERKROPP, 1997).

Outro fator observado pelas fêmeas antes de realizar a oviposição é com relação ao tamanho do hospedeiro, pois influencia diretamente no tamanho da prole, onde parasitoíde maiores têm uma chance superior de ser mais fecundo e apresentar alta longevidade do que os gerados em ovos de menor tamanho (BOLDT, 1974; BAI *et al.*, 1992).

Possíveis substâncias químicas presentes na superfície dos ovos também podem influenciar o processo de seleção e serem percebidas por meio da comunicação química entre parasitoide-hospedeiro, levando a sua aceitação ou causar inibição e rejeição pelas espécies do parasitoide, por representar riscos ao desenvolvimento da nova geração (ANUNCIADA, 1983; PAK; JONG, 1987).

Após o processo de avaliação externa do hospedeiro o parasitoide fêmea inicia o processo de inserção do ovipositor, perfurando o córion, o que permite que seja feita o reconhecimento do interior do ovo. Seguidos pela inserção completa do ovipositor e deposição dos ovos no interior do ovo-hospedeiro (SUZUKI *et al.*, 1984; BLANCHÉ *et al.*, 1996; HASSAN, 1997; NURINDAH *et al.*, 1999).

4 I FATORES QUE PODEM INTERFERIR NO PARASITISMO E EMERGÊNCIA DE *Trichogramma*

Para garantir a eficiência no uso do parasitoide como método de controle é importante que se observe fatores que podem comprometer a sua ação em campo, visto que diferente do que ocorre em laboratório o ambiente não pode ser controlado. Deve-se considerar restrições ambientais, tais como: porte da planta; espaçamento utilizado; variedade, para prevenir possível efeito de repelência; características biológicas da espécie hospedeira que se deseja controlar, como tamanho do ovo e idade; fatores climáticos, como temperatura e umidade; além da seletividade dos produtos que estão sendo aplicados no campo (DAVIES *et al.*, 2011).

4.1 Fatores bióticos

Um ponto importante a ser analisado é a idade dos ovos-hospedeiro, visto que podem influenciar no valor nutricional disponível para o desenvolvimento embrionário do parasitoide, o que influência negativamente a taxa de parasitismo (PRATISSOLI *et al.*, 2007; POLTRONIEIRI *et al.*, 2008; KO *et al.*, 2014).

Polanczyck *et al.*, (2007) identificaram em seu estudo que houve uma preferência de *T. exiguum* por ovos com cerca de 72h de desenvolvimento embrionário de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). Enquanto Faria *et al.*, (2000) observaram que houve maior taxa de parasitismo de *T. pretiosum* em ovos de 36h de *T. absoluta*.

Para definir a melhor idade a ser utilizada deve-se observar particularidades em cada espécie hospedeira, visto que o sucesso do uso do parasitoide como método de controle está associado ao conhecimento de seus parâmetros biológicos (SIQUEIRA *et al.*, 2012).

4.2 Fatores abióticos

Estudos acerca da influência climática, com destaque para a temperatura são cruciais para determinar a eficiência do uso dos parasitoides (Foerster *et al.*, 2014). Ao estudar a variação de parâmetros biológicos e o requerimento termal de *T. pretiosum* em ovos de *N. elegantalis*, OLIVEIRA *et al.*, (2017) observaram uma queda na porcentagem de parasitismo quando as temperaturas ultrapassaram 30° C, sendo a faixa de temperatura variando de 25 a 28° C considerada a mais adequada para o parasitoide, chegando a porcentagens de parasitismo maiores que 70% e taxa de emergência de até 100%, o que explica sua capacidade adaptativa a diferentes ambientes.

SILVA *et al.*, (2018) em seu estudo observaram a presença do parasitoide *T. pretiosum* ocorrendo naturalmente em uma plantação de tomate em campo aberto em todas as estações do ano, sendo um dos fatores que contribuem com a mortalidade da broca pequena, influenciando no controle da praga, indicando a capacidade de adaptação do inimigo natural à plasticidade das variações climáticas ao longo de um ano.

4.3 Seletividade de óleos essenciais e inseticidas

Outro ponto importante a ser analisado é a seletividade de produtos químicos e botânicos junto ao uso de inimigos naturais, esse procedimento deve ser realizado com cuidado visto que alguns produtos podem ser tóxicos a esses organismos, como já foi observado por CARVALHO *et al.*, (2010) em *T. pretiosum*, onde alguns produtos testados, como lufenuron e imidacloprid foram ligeiramente tóxicos ao parasitoide, influenciando no parasitismo.

Rampelotti-Ferreira *et al.*, (2017) observaram que o produto comercial a base de óleo de nim foi capaz de reduzir cerca de 70 % do parasitismo de *T. pretiosum*, sendo

considerado levemente nocivo ao mesmo. Enquanto Parreira *et al.*, (2018) encontraram óleos essenciais inócuos à emergência da mesma espécie de parasitoide, ou seja, não afetou o desenvolvimento dos imaturos, a exemplo dos óleos de *Allium sativum*, *Piper nigrum* e *Syzygium aromaticum* que foram testados no estudo.

Em um estudo feito por Parreira *et al.*, (2018) utilizando *T. galloii* foi constatado que todos os dez óleos testados provocaram redução na taxa de parasitismo, com destaque para o óleo de *Zingiber officinale* que apresentou a maior taxa de redução de emergência, além de ter apresentado efeito na longevidade, reduzindo o tempo de pré-pupa e pupa em até 50%, sendo considerado não seletivo para este parasitoide.

Ao testar a seletividade dos óleos essenciais de *Lippia origanoides*, *Cymbopogon winterianus* e *Cymbopogon citratus* sobre adultos de *T. pretiosum*, Sombra (2019) observou que os três óleos foram seletivos a esses indivíduos, provocando baixa mortalidade, variando entre 17,2 e 32,2%. Destacando o óleo de *L. origanoides* na dose de 0,01% que apresentou a menor taxa de redução de parasitismo, o que ressalta a importância de estudos que visam identificar os efeitos que outros métodos de controle possam apresentar sobre o parasitoide de modo a garantir seu desenvolvimento sem nenhuma interferência e viabilizar o uso integrado dos diferentes métodos de controle (MAGALHÃES *et al.*, 2012).

5 | CONCLUSÃO

Diante do exposto podemos afirmar que o controle biológico utilizando o parasitoide de ovos *Trichogramma* spp. é eficiente para o controle de diferentes pragas agrícolas. Para garantir o sucesso do uso desse método é importante que se conheça suas particularidades para seleção e aceitação do ovo-hospedeiro, além de conhecer os fatores que podem interferir no desenvolvimento do parasitoide. De modo a contribuir para que este consiga se estabelecer e contribuir para redução de danos nos cultivos agrícolas.

REFERÊNCIAS

ANUNCIADA, L. A escolha de um oófago *Trichogramma* para o controlo biológico de *Mythimna unipuncta*. Diss. Doutoramento Biologia, Univ. Açores, **Ponta Delgada**, 380 p., 1983.

BAI, B.; LUCK, R.F.; FORSTER, L.; STEPHENS, B.; JANSEN, J.A.M. The effects of host size on quality attributes of the egg parasitoid, *Trichogramma pretiosum*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 64, p. 37-48, 1992.

BLANCHÉ, S.; CASAS, J.; BIGLER, F.; JANSSEN-VAN BERGEIJK, K. E. An individual-based model of *Trichogramma* foraging behavior: parameter estimation for single females. **Journal of Applied Ecology**, v. 33, p. 425-434, 1996.

BOLDT, P.E. Temperature, humidity, and host: effect of rate of search of *Trichogramma evanescens* and *T. minutum* auctt. (not Riley, 1871), **Annals of Entomological Society of America**, v. 67, p. 706-708, 1974.

CARVALHO, G. A.; GODOY, M. S.; PARREIRA, D. S.; LASMAR, O.; SOUZA, J. R.; MOSCARDINI, V. F. Selectivity of growth regulators and neonicotinoids for adults of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 36, p. 195-201, 2010.

COELHO JUNIOR, A.; RUGMAN-JONES, P.F.; REIGADA, C.; STOUTHAMER R.; PARRA, J.R. Laboratory performance predicts the success of field releases in inbred lines of the egg parasitoid *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **PloS One**, v. 11, p. 16, 2016.

DAVIES, A.P.; CARR, C.M.; SCHOLZ, B.C.G.; ZALUCKI, M.P. Using *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) for insect pest biological control in cotton crops: an Australian perspective. **Australian Journal of Entomology**, v. 50, p. 424-440, 2011.

DOUTT, R.D. The biology of parasitic hymenoptera. **Annual Review of Entomology**, v. 4, p. 161-182, 1958.

FARIA, C.A.; TORRES, J.B.; FARIAS, A.M.I. Resposta funcional de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitando ovos de *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae): efeito da idade do hospedeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 85-93, 2000.

FOERSTER, M.R.; MARCHIORO, C.A.; FOERSTER, L.A. Temperature-dependent parasitism, survival, and longevity of five species of *Trichogramma* westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) associated with *Anticarsia gemmatalis* Hübner (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 43, p. 176-182, 2014.

FUENTES, S.F. Producción y uso de *Trichogramma* como regulador de plagas. Lima: **RAAA**, 192 p., 1994.

HASSAN, S. A. Seleção de espécies de *Trichogramma* para o uso em programas de controle biológico. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A. **Trichogramma e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, cap 7, p. 183-206, 1997.

KO, K.; LIU, Y.; HOU, M.; BABENDREIER, D.; ZHANG, F.; CANÇÃO, K. Evaluation for potential *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) strains for control of the striped stem borer (Lepidoptera: Crambidae) in the Greater Mekong Subregion. **Journal of Economic Entomology**, v. 107, p. 955-963, 2014.

MAGALHÃES, G.O.; GOULART, R.M.; VACARI, A.M.; BORTOLI, S.A. Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros e cores de cartelas. **Arquivos do Instituto Biológico** v. 79, n. 1, p. 55-60, 2012.

NURINDAH; CRIBB, B. W.; GORDH, G. Experience acquisition by *Trichogramma australicum* Girault (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Australian Journal of Entomology**, v. 38, p. 115-119, 1999.

OLIVEIRA, C.M.; OLIVEIRA, J.V.; BARBOSA, D.R.S.; BREDA, M.O.; FRANÇA, S.M.; DUARTE, B.L.R. Biological parameters and thermal requirements of *Trichogramma pretiosum* for the management of the tomato fruit borer (Lepidoptera:Crambidae) in tomatoes. **Crop Protection**, v. 1, n. 99, p. 39-44, 2017.

OLIVEIRA, R. C. M.; PASTORI, P. L.; COUTINHO, C. R.; JUVENAL, S. O.; AGUIAR, C. V. S. Natural parasitism of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in *Neoleucinodes elegantalis* (Lepidoptera: Crambidae) eggs on tomato (Solanales: Solanaceae) in the Northeast region, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 80, n. 2, p. 474-475, 2020.

PAK, G. A.; JONG, E. J. de. Behavioural variations among strains of *Trichogramma* spp.: host recognition. **Netherlands Journal of Zoology**, v. 37, n.2, p. 137-166, 1987.

PAK, G. A.; KASKENS, J. W. M.; JONG, E. J. de. Behavioural variation among strains of *Trichogramma* spp.: host-species selection. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 56, p. 91-102, 1990.

PARREIRA, D. S.; LA CRUZ, R. A.; ZANUNCIO, J. C.; LEMES, P. G.; ROLIM, G. S.; BARBOSA, L. R.; LEITE, G. L. D.; SERRÃO, J. E. Essential oils cause detrimental effects on biological parameters of *Trichogramma galloii* immatures. **Journal of Pest Science**, v. 91, n. 2, p. 887-895, 2018.

PARREIRA, D.S.; DE LA CRUZ, R.A.; LEITE, G.L.D.; RAMALHO, F.S.; ZANUNCIO, J.C.; SERRÃO, J.E. Quantifying the harmful potential of ten essential oils on immature *Trichogramma pretiosum* stages. **Chemosphere**, v. 199, p. 670-675, 2018.

PINÓIA, S.S.F. Eficácia de *Bacillus thuringiensis* (Berliner) e spinosade no combate a *Helicoverpa armigera*(Hbn) (Lepidoptera: Noctuidae) em tomateiro. Dissertação de Mestrado, Lisboa, **Lisboa**, 89 p., 2012.

PINTO, J.D. A review of the New World genera of Trichogrammatidae (Hymenoptera). **Journal Hymenoptera Research**, Madison, v.15, p.38–163, 2006.

POLANCZYK, R.A.; PRATISSOLI, D.; HOLTZ, A.M.; PEREIRA, C.L.T.; FURTADO, I.S.A. Efeito da idade de *Trichogramma exiguum* e do desenvolvimento embrionário da traça-das-crucíferas sobre as características biológicas do parasitóide. **Acta Scientiarum Biological Sciences**, v. 29, p. 161-166, 2007.

POLTRONIERI, A.S.; SILVA, E.D.B.; ARAUJO, E.S.; SCHUBER, J.M.; PASTORI, P.L. Características biológicas de duas linhagens de *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em ovos da mariposa-oriental com diferentes idades. **Boletin de Sanidad Vegetal Plagas**, v. 34, p. 349-356, 2008.

PRATISSOLI, D.; POLANCZYK, R.A.; PEREIRA, C.L.T.; FURTADO, I.S.A.; COCHETO, J.G. Influência da fase embrionária dos ovos da traça-das-crucíferas sobre fêmeas de *Trichogramma pretiosum* com diferentes idades. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 286-290, 2007.

QUERINO, R. B.; MENDES, J. V.; COSTA, V. A.; ZUCCHI, R. A. New species, notes and new records of *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in Brazil. **Zootaxa**, v. 4232, n.1, p.137-143. 2017.

QUERINO, R. B.; SILVA, N. N. P.; ZUCCHI, R. A. Natural parasitism by *Trichogramma* spp. in agroecosystems of the Mid-North, Brazil. **Ciência Rural**, v. 46, n. 9, p.1521-1523. 2016.

QUERINO, R.B.; ZUCCHI, R.A.; PINTO, J.D. Systematics of the Trichogrammatidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) with a focus on the genera attacking Lepidoptera. In: CONSOLI, F.L.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A. **Egg parasitoids in agroecosystems with emphasis on *Trichogramma***. New York: Springer, p. 191-218, 2010.

RAMPELOTTI-FERREIRA, F.T.; COELHO JR, A.; PARRA, J.R.P.; VENDRAMIM, J.D.V. Selectivity of plant extracts for *Trichogramma pretiosum* Riley (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 138, p. 78-82, 2017.

SIGSGAARD, L.; HERZ, A.; KORSGAARD, M.; WÜHRER, B. Mass release of *Trichogramma evanescens* and *T. cacoeciae* can reduce damage by the apple codling moth *Cydia pomonella* in organic orchards under pheromone disruption. **Insects**, v. 8, n. 2, p. 41, 2017.

SILVA, E.M.; SILVA, R.S.; SILVA, L.J.; GONTIJO, P.C.; GALDINO, T.V.S.; PICANÇO, M.C.; BACCI, L. Seasons of the year affect critical stage and key mortality factors for *Neoleucinodes elegantalis* in open field tomatoes. **Annals Of Applied Biology**, v. 174, n. 2, p. 133-141, 2018.

SIQUEIRA, J.R.; BUENO, R.C.O.F.; BUENO, A.F.; VIEIRA, S.S. Preferência hospedeira do parasitoide de ovos *Trichogramma pretiosum*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.1, p.1-5, 2012.

SOMBRA, K. E. S. Prospecção de óleos essenciais para o controle de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) e seletividade à *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará, **Fortaleza**, 98 p., 2019.

SUVERKROPP, B.P. Host finding behaviour of *Trichogramma brassicae* in maize. Diss. Doutoramento. Univ. Wageningen, Wageningen, **Holanda**, 249 p., 1997.

SUZUKI, Y; TSUJI, H.; SASAKA W A, M. Sex allocation and effects of superparasitism on secondary sex ratios in the gregarious parasitoid, *Trichogramma chilonis* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Animal Behavior**, v. 32, p. 478-484, 1984.

VINSON, S. B. Comportamento de seleção hospedeira de parasitóides de ovos, com ênfase na família Trichogrammatidae. In: PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R.A. ***Trichogramma* e o controle biológico aplicado**. Piracicaba: FEALQ, p. 67-120, 1997.

VINSON, S. B. The general host selection behavior of parasitoid Hymenoptera and a comparison of initial strategies utilized by larvaphagous and oophagous species. **Biological Control**, v. 11, p. 79-96, 1998.

VINSON, S.B. The behavior of parasitoids. In: KERTUT, G.A.; GILBERT, L.I. **Comprehensive insect physiology, biochemistry and pharmacology**. New York: Pergamon Press, p.417-469, 1985.

CAPÍTULO 27

MICOBIOITA, OCRATOXINA E NÍVEIS DE TRANS-RESVERATROL EM UVAS ORGÂNICAS

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 05/07/2021

Josemara Alves Apolinário

Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Animal
São Paulo – SP

<http://lattes.cnpq.br/5625312399153372>

Christiane Ceriani Aparecido

Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Vegetal
São Paulo - SP

<http://lattes.cnpq.br/2813714864052920>

Andrea Dantas de Souza

Faculdade das Américas
São Paulo – SP

<http://lattes.cnpq.br/8709060766452871>

Joana D'arc Felicio

Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Animal
São Paulo – SP

<http://lattes.cnpq.br/7226910605592143>

Roberto Carlos Felicio

Universidade Estadual de Santa Cruz,
Departamento de Ciências Exatas e
Tecnológicas
Ilhéus - Ba

<http://lattes.cnpq.br/2347603923082959>

Edlayne Gonçalez

Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Sanidade Animal
São Paulo – SP

<http://lattes.cnpq.br/6038537589754161>

RESUMO: As uvas estão entre os dez alimentos benéficos à saúde, pois possuem propriedades rejuvenescedoras, diuréticas e depurativas, além da presença de flavonoides e os polifenóis. Entre os polifenóis destaca-se o resveratrol, uma fitoalexina produzida pelo estresse da planta e, também, pela infecção fúngica. Este trabalho teve como objetivo identificar a micobiotas das amostras de uvas, ar e solo, detectar a presença da ocratoxina A e do resveratrol em uva Niágara rosada e branca, no sistema de produção orgânico em propriedades familiares. As amostras uvas, solo e ar foram coletadas três propriedades familiares do assentamento São Roque. Os fungos isolados das amostras de uvas Niágara branca e rosada em maior frequência pertencem aos gêneros *Pestalotiopsis* e *Aspergillus*. Nas amostras de solo foram isolados os gêneros *Trichoderma*, *Verticillium* e *Penicillium* e no ar o mais frequente foi o *Epicoccum*. O trans-resveratrol foi quantificado em 75 % e 80 % das amostras de uva Niágara branca e rosada, respectivamente. Das 36 amostras de uva analisadas para ocratoxina A, apenas duas amostras de uva Niágara branca apresentaram contaminação. Os teores de trans-resveratrol detectados e a ausência de ocratoxina A nas amostras analisadas demonstram a qualidade das uvas produzidas pelos produtores do assentamento São Roque.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura orgânica, micotoxinas, fungos, fitoalexina.

MYCOBIOTA, OCHRATOXIN AND LEVELS OF TRANS-RESVERATROL IN ORGANIC GRAPES

ABSTRACT: The grapes are among the ten important foods to health and should be consumed frequently, as have rejuvenating, diuretic and purgative properties, and the presence of flavonoids and polyphenols. Among the polyphenols stands out resveratrol, a phytoalexin that confers resistance against insects, and its production is the result of plant stress due to exposure to ultraviolet light and fungal infection. This study aimed to identify the mycobiota of samples of grapes, air and soil, the presence of ochratoxin A and resveratrol in grape pink and white Niagara, in the organic production system on family properties. The grape, soil and air samples were collected in three family properties of São Roque settlement. The fungi isolated from samples of white Niagara grapes and pink in more often belong to *Pestalotiopsis* and *Aspergillus*. All soil samples were isolated from the genera *Trichoderma*, *Verticillium* and *Penicillium* and more frequent air was *Epicoccum*. The trans-resveratrol was quantitated by 75 % and 80 % of grape samples Niagara pink and white, respectively. Of the 36 grape samples analyzed for ochratoxin A, only two white Niagara grape samples were contaminated. The detected trans-resveratrol levels and the absence of ochratoxin A in the analyzed samples showed the quality of grapes produced by the producers of São Roque settlement.

KEYWORDS: Organic agriculture, mycotoxins, fungi, phytoalexin.

1 | INTRODUÇÃO

A consciência ambiental crescente combinada com a preocupação sobre alimentos mais seguros conduziu as pessoas a questionarem as práticas agrícolas modernas. Isso refletiu em uma demanda crescente por produtos orgânicos, cuja popularidade vem aumentando internacionalmente, o qual é aceito como menos prejudicial ao meio ambiente e mais saudável em relação aos alimentos provenientes de cultivo convencional (WILLIAMS *et al.*, 2001).

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas, sendo que a maior parte da produção é destinada ao mercado interno. Dentre as principais frutas produzidas estão bananas, maçãs, uvas, melões e frutas tropicais como manga, abacate e abacaxi (OCDE, 2015). A produção de uva é uma atividade de grande importância econômica e social, pois, gera emprego e renda principalmente em pequenas propriedades (MELLO; ALMEIDA, 2012). Além disso, outro fator importante são os benefícios que a fruta proporciona a saúde. O resveratrol é um importante composto bioativo presente na uva e seus derivados que atua como antioxidante e com isso reduz os efeitos deletérios do estresse oxidativo, inflamatório e metabólico (TUFFI; GARCIA, 2020). Nas plantas, o resveratrol é uma fitoalexina com atividade microbiana inibidora, a qual confere resistência contra os insetos, e a sua síntese ocorre em resposta a exposição à luz ultravioleta e à infecção fúngica (CELOTTI; FERRARINI; ZIRONI; CONTE, 1996).

Um dos principais problemas das videiras é a ocorrência de doenças causadas por fungos que interfere diretamente na qualidade da fruta (SENTELHAS *et al.*, 1998).

De acordo com Garrido *et al.* (2007) as doenças fúngicas constituem um dos principais problemas em todas as regiões produtoras de uva no Brasil. Várias espécies de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* são capazes de produzir ocratoxinas (AISH *et al.*, 2004), uma substância altamente tóxica, que pode ocorrer em vários alimentos, tais como: trigo, café, uvas e uvas passas (BULLERMAN; BIANCHINI, 2007).

Este estudo teve como objetivo identificar a micobiota, a presença de ocratoxina A e o teor de trans-resveratrol em uvas Niágara branca e rosada cultivadas de forma orgânica.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local da Coleta

A coleta das uvas Niágara (*Vitis vinifera*) brancas e rosadas foram realizadas em três propriedades familiares pertencentes à Associação de Agricultores Familiares do Assentamento de São Roque - SP, as quais produzem uvas no sistema orgânico. A propriedade 1 (P1) cultiva as variedades branca e rosada de uva Niágara e as propriedades 2 (P2) e 3 (P3) cultivam apenas as variedades branca e rosada, respectivamente. As propriedades estão localizadas no município de Franco da Rocha (Latitude: 23° 19' 18" S Longitude: 46° 43' 37" W).

2.2 Amostragem das Uvas

As uvas brancas e rosadas foram coletadas nos estágios finais de maturação das bagas (época da colheita), sendo 10 amostras por variedade na propriedade 1; 06 amostras da variedade branca na propriedade 2 e 10 amostras da variedade rosada na propriedade 3. As amostras foram compostas por cachos de uvas, as quais totalizaram, em média, 600 g cada.

2.3 Amostragem do Solo

As amostras de solo, 500 g cada, foram obtidas na parte superficial (0-5 cm de profundidade) ao redor de cada videira selecionada para coleta dos frutos. No total foram coletadas 36 amostras de solo.

2.4 Determinação da Atividade de Água

A atividade de água das amostras de uvas foi determinada por meio do analisador da atividade de água Aqualab 4TE (Decagon).

2.5 Isolamento, Contagem e Identificação da Micobiota das Amostras de Ar (GAMBALE, 1980)

Um total de 36 placas de Petri contendo Batata Dextrose Ágar (BDA) foram expostas durante 10 minutos, nos pontos de coleta do solo e das uvas. Colônias de diferentes tipos morfológicos foram isoladas em BDA e submetidas à identificação e classificação em nível

de gênero de acordo com o compêndio de Barnett e Hunter, 1965.

2.6 Isolamento, Contagem e Identificação da Micobiota das Amostras de Uva

O isolamento dos fungos das uvas foi realizado conforme Samson et al., 2000. De cada amostra foram selecionadas ao acaso 10 bagas, as quais foram semeadas diretamente em placa de Petri contendo o meio de cultura Ágar Dicloran Rosa Bengala Dicloranfenicol (DRBC). As placas foram incubadas em BOD a 25 °C por 10 dias. Os fungos de diferentes tipos morfológicos foram isolados e submetidas à identificação em nível de gênero de acordo com as características descritas no compêndio de Barnett e Hunter, (1965).

2.7 Isolamento, Contagem e Identificação da Micobiota Fúngica das Amostras de Solo (SWANSON et al., 1992)

De cada amostra de solo foram retiradas 10 g e diluídas em 90 mL de salina 0,85 % esterilizada, obtendo-se diluição de 10^{-1} . A partir desta foram preparadas diluições decimais e sucessivas até 10^{-6} , onde, foram depositados 1,0 mL de cada diluição em placas de Petri contendo de 10 a 15 mL de meio de Martin (1950) e incubadas a 25 °C por sete dias. Colônias de diferentes tipos morfológicos foram isoladas em tubos contendo BDA e submetidas à identificação em nível de gênero compêndio de Barnett e Hunter, 1965.

2.8 Extração e Quantificação do Trans-Resveratrol

Após a coleta, foram selecionadas bagas de uvas, totalizando 85 g/amostra em média de cada cultivar. As amostras foram trituradas, peneiradas e centrifugadas durante 15 min a 3300 rpm para obtenção do suco. Em seguida as amostras foram filtradas no conjunto de filtração em policarbonato 47 mm com membrana HV (Durapore) em PVDF 0,45 μm . As amostras do suco foram armazenadas no freezer e analisadas por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em um período inferior a 01 mês (FELICIO et al., 2001). O trans-resveratrol foi quantificado por CLAE (cromatografia líquida de alta eficiência) segundo Felicio et al., 2001 e Zorzete et al., 2011. O cromatógrafo utilizado foi o LC6AD - Shimadzu, detector ultravioleta (UV) com comprometo de onda de 290 nm, coluna analítica utilizada foi de fase reversa C-18 (250mm x 4,6mm, 5m) e fase móvel metanol:água (35:75, v/v) suplementado com ácido acético a 5 % numa vazão de 1,0 mL/min. O método de quantificação das amostras foi padrão externo, utilizando curva de calibração com 5 pontos: 0,005; 0,02; 0,05 e 0,1 mg/mL.

2.9 Extração e Quantificação da Ocratoxina A (OTA)

Para extração da OTA foram retiradas bagas dos cachos de uvas, pesadas, trituradas, filtradas e centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos para obtenção do suco. O suco (10 mL) foi transferido para um frasco de boca larga e acrescidos 10 mL da solução de diluição (1% PEG/5% NaHCO₃, pH 8,3). Após agitação por 20 minutos, em agitador mecânico horizontal,

as amostras foram filtradas em filtro de microfibra e, em seguida, coletados 10 mL para purificação em coluna de imunoafinidade (OchraTest, Vicam) com fluxo de 2,0-3,0 mL por minuto. A coluna foi lavada com 5,0 mL de uma solução de 2,5% NaCl/0,5% NaHCO₃ e, posteriormente, com 5,0 mL de água ultrapura. A OTA foi eluída com 2,0 mL de metanol grau HPLC, evaporado até a secura e mantido em freezer até o momento da quantificação, onde as amostras foram ressuspensas em 250 µL da fase móvel ((VISCONTI; PASCALE; CENTONZE, 1999). A OTA foi identificada e quantificada em por CLAE (LC6AD – Shimadzu). As condições cromatográficas foram: fase móvel água:acetonitrila:ácido acético (99:99:2, v/v/v), com fluxo de 0,9 mL/min, detector de fluorescência com λ emissão 477 nm e λ excitação 333 nm, coluna C₁₈ 5,0X125 mm, 5 micron (VISCONTI; PASCALE; CENTONZE, 1999). O método de quantificação das amostras foi padrão externo, utilizando curva de calibração com cinco pontos: 5,34; 7,62; 10,01; 11,86 e 13,35 µg/mL.

2.10 Análise Estatística

Os resultados foram avaliados através da análise de variância pelo teste de ANOVA com nível de significância $p<0,05$ e o teste de T student por comparação múltipla com nível de significância $p<0,05$, utilizando o programa GraphPad Instat 3.10. As análises de correlação entre a frequência fúngica e a concentração de trans-resveratrol foi realizada pelo programa Excel 2010.

3 | RESULTADOS

3.1 Determinação da Micobiofa do Ar

Foram realizadas 36 exposições de placas no ar, 10 em cada propriedade com exceção da propriedade 02 que foram 06 placas. Os gêneros foram identificados em ordem crescente de porcentagem de contaminação: P1 (uva Niágara branca): *Epicoccum* (73 %), *Cladosporium* (12 %), *Curvularia* (9,0 %), *Alternaria* (4,1 %), *Penicillium* (1,3 %), *Aspergillus niger* (0,6 %); P1 (uva Niágara Rosada): *Epicoccum* (51 %), *Cladosporium* (22 %), *Penicillium* (18 %), *Curvularia* (2,0 %), *A. niger* (2,6 %); P2 (uva Niágara Branca): *Epicoccum* (83 %), *Curvularia* (12 %), *Alternaria* (4,2 %), *Cladosporium* (3,0 %), *A. niger* (0,2 %); P3 (uva Niágara rosada): *Epicoccum* (52 %), *Alternaria* (22 %), *Penicillium* (19 %), *Curvularia* (2,0 %). O gênero com maior frequência nas três propriedades independente da variedade foi *Epicoccum*.

3.2 Determinação da Micobiofa das Amostras de Uva

Os fungos identificados nas amostras de uva (Figura 1) em ordem crescente de porcentagem de contaminação foram: P1 (uva Niágara branca) *Pestalotiopsis* (77 %), *Penicillium* (13 %), *Aspergillus* (6,0 %), *Cladosporium* (1,2 %), *A. niger* (1,0 %), *Gliocladium* (0,4 %). Na P1 variedade Niágara rosada os gêneros que revelaram maior frequência

foram: *Pestalotiopsis* (58 %), *Aspergillus* (24 %), *Cladosporium* (17 %), *Gliocladium* (3,0 %), *Penicillium* (2,0 %) e *A. niger* (0,6%). Enquanto na P2 variedade Niágara branca os gêneros de maior frequência foram: *Pestalotiopsis* (62 %), *Aspergillus* (24 %), *Penicillium* (7,0 %), *A. niger* (6,0 %) e *Cladosporium* (0,92 %). Na P3 variedade de uva Niágara rosada os gêneros de maior frequência foram: *Pestalotiopsis* (89 %), *Aspergillus* (7,0 %), *A. niger* (2,0 %), *Penicillium* (2,0 %), *Cladosporium* (1,0 %) e *Gliocladium* (0,5 %). O gênero de maior frequência nas três propriedades foi o *Pestalotiopsis*. Entre os gêneros toxigênicos *Aspergillus* e *Penicillium* foram os isolados em maior frequência (Figura 1).

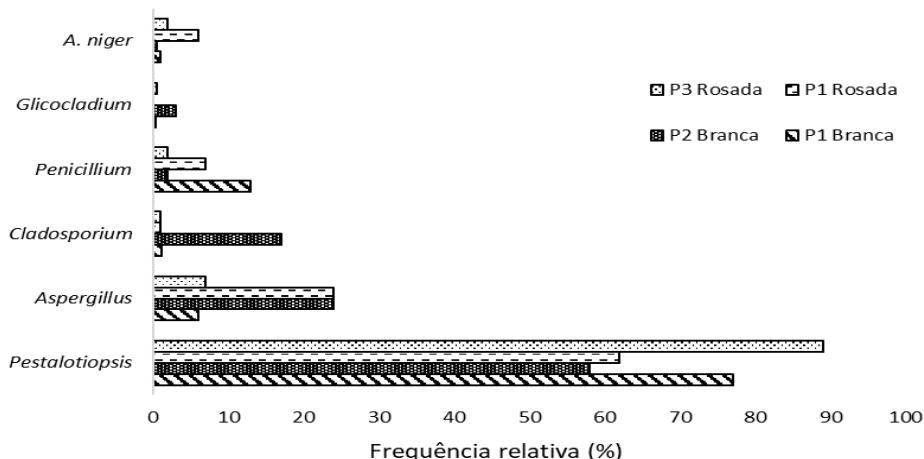


Figura 1: Comparação das frequências relativas (%) de isolamento de fungos em amostras de uva Niágara branca e rosada das propriedades P1, P2 e P3.

3.3 Determinação da Micobiota do Solo

A micobiota do solo nos vinhedos da P1 variedade branca apresentou os seguintes isolados em: *Trichoderma*, *Verticillium*, *Penicillium*, *A. niger*, *Fusarium*, *Botrytis*. Na P1 variedade rosada foram isolados os fungos *Penicillium*, *Verticillium*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Botrytis*, *Aspergillus* e *A. niger*. Na P2 foram isolados foi do gênero *Verticillium*, *Cladosporium* e *Fusarium* e na P3 *Cladosporium*, *Penicillium*, *Verticillium*, *Fusarium*, *Aspergillus* e *A. niger*.

3.4 Atividade de Água

As amostras de uva apresentaram valores médios de atividade de água (Aa) de 0,98 na propriedade 01, tanto para branca como para rosada; 0,97 nas amostras das propriedades 02 e 03. Esses valores são, de acordo Franco (2005), observados na maioria dos alimentos frescos.

3.5 Análise do Trans-Resveratrol

O método para análise do trans-resveratrol nas amostras de uva Niágara branca e rosada apresentou um percentual de recuperação de 100 %. Os limites de quantificação e detecção estabelecidos foram de 0,005 mg/g e 0,003 mg/g, respectivamente. A maior concentração média de trans-resveratrol para uva branca foi detectada na P2 (2,65 mg/g) e a menor na P1 (0,20 mg/g) (Tabela 1). Na uva rosada a concentração de trans-resveratrol também foi menor na P1 com média de 0,30 mg/g enquanto P3 foi 2,34 mg/g (Tabela 1).

Total de amostras	Propriedade	Variedade	Faixa de concentração de trans-resveratrol (média)
10	P1	Branca	0,002 – 1,858 (0,20)
06	P2	Branca	2,660 -4,913 (2,65)
10	P1	Rosada	0,008 – 0,865 (0,30)
10	P3	Rosada	1,831 – 4,537 (2,34)

Tabela 1: Concentração de trans-resveratrol (mg/g) em uvas Niágara branca e rosada.

3.6 Análise da Ocratoxina A

O método para análise de OTA nas amostras de uva Niágara branca e rosada apresentou um percentual de recuperação de 83 %. Os limites de quantificação e detecção estabelecidos foram de 0,02 µg/g e 0,001 µg/g, respectivamente. Das 36 amostras de uvas analisadas para OTA, apenas duas da variedade branca (5,5 %) apresentaram contaminação. As amostras de uva Niágara branca contaminadas por OTA foram coletas na P1, na concentração de 0,023 µg/g e apenas detectada na outra amostra.

4 | DISCUSSÃO

O clima do estado de São Paulo é favorável ao desenvolvimento de fungos nas videiras, pois, nas safras de verão ocorrem chuvas frequentes e elevação da temperatura do ar, condição propicia para propagação e desenvolvimento de várias espécies, os quais geralmente acometem ramos, folhas e frutos das videiras (HERNANDES; JUNIOR, 2011). Nas análises da micobiota do ar, o gênero *Epicoccum* revelou maior frequência em todas as amostras, sendo que, de acordo com a literatura, os gêneros *Epicoccum*, *Alternaria*, *Curvularia*, *Penicillium*, *Cladosporium* e *Aspergillus niger* isolados dos vinhedos do Assentamento São Roque são comumente encontrados no ar (BERNARDI e NASCIMENTO, 2005; GONÇALEZ *et al.*, 2008). Gêneros de fungos produtores de micotoxinas tais como *Alternaria*, *A. niger* e *Penicillium* também foram isolados nas amostras de ar nas três propriedades.

Apesar da literatura relatar a presença dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Cladosporium* como os gêneros de maior frequência em amostras de solo de diversas culturas (RECH *et al.*, 2013), os resultados obtidos neste trabalho revelaram *Verticillium* e *Fusarium* como os mais frequentes. Segundo a Organização de Proteção de Planta Europeia *Verticillium* é um fungo de solo, sua propagação pode ser através de pessoas, que levam o fungo de uma área para outra e plantas (bulbos e/ou tubérculos), portanto esse gênero é isolado com frequência (VALK; KLAASSEN; MEIS, 2008). No Assentamento São Roque as uvas são produzidas no sistema orgânico, onde o trato cultural de cada vinhedo varia de acordo com a família assentada. Na P1 o cultivo de uvas é predominante, porém na P2 e P3 os assentados também produzem outros alimentos como mandioca, banana e hortaliças. O solo dos vinhedos das propriedades P2 e P3 tem uma variedade de plantas ruderais. Na P1 a área é gramada, além de possuir em seu entorno, uma área de preservação ambiental. Esses fatores podem influenciar a presença ou ausência de alguns gêneros fúngicos, refletindo nos resultados obtidos.

Nas amostras de uvas, o gênero que revelou maior frequência foi *Pestalotiopsis*, isolado em todas as propriedades. Levantamentos de campo realizado no período de 2006 a 2009 em Missouri e Arkansas em amostras de videiras sintomáticas (dieback) de diversas variedades incluindo Niágara, revelou que o gênero *Pestalotiopsis* foi o segundo em maior frequência (URBEZ-TORRES *et al.*, 2012). Em relação aos gêneros toxigênicos foram isolados, das amostras de uva, *Penicillium* e *Aspergillus* (Figura 1). O gênero *Penicillium* revelou maior frequência nas amostras de uvas brancas e o gênero *Aspergillus* foi isolado nas amostras de uva das 3 propriedades, porém a maior frequência foi na P2 (Figura 1). Estudo realizado por Magnoli *et al.* (2004), das 50 amostras de uvas passas analisadas, o gênero *Aspergillus* foi isolado em maior frequência.

A OTA foi detectada em apenas 02 amostras uva Niágara branca da P1, porém, em apenas 01 amostra pode ser quantificada, devido ao limite de quantificação estabelecido pelo método (0,02 µg/g). Estudo realizado por Hoeltz, Monezzi, Manfroi, Noll e Dottori (2012) em 63 amostras de vinhos tintos brasileiros, argentinos, chilenos e uruguaios a OTA não foi detectada. Chulze, Magnoli e Dalcer (2006) relataram a presença de OTA em 29 % de amostras de suco de uva e 12,5 % de 16 amostras de polpa de uvas congeladas em níveis de 21 a 100 ng L⁻¹. As amostras analisadas foram oriundas de mercados do Rio de Janeiro e de outras partes do Brasil, Chile e Argentina. A produção de OTA depende, além da presença do fungo produtor, das condições climáticas, ou seja, temperatura e umidade altas. As condições meteorológicas no ano da coleta das amostras (2014) foram atípicas, com precipitações bem abaixo da média para o período, com isso, as condições ambientais podem não ter favorecido a produção da OTA, pois, a temperatura, atividade de água e umidade relativa podem afetar o crescimento de espécies de *Aspergillus* e, consequentemente, a produção de OTA em uvas (HOCKING; LEONG; KAZI; EMMETT; SCOTT, 2007).

Todas as amostras de uvas rosadas e brancas analisadas mostraram a presença de trans-resveratrol, sendo que a concentração média nas amostras de uva Niágara branca coletadas na propriedade P1 foi de 0,20 mg/g e na propriedade P2 foi de 2,65 mg/g (Tabela 1), diferença estatisticamente significante ($P<0,01$). O mesmo ocorreu com as amostras de uva Niágara rosada, onde as médias foram de 0,30 e 2,34 mg/g nas propriedades P1 e P3, respectivamente (Tabela 1), diferença também significante ($P<0,01$). De modo geral, concentrações significativas de resveratrol são encontradas nos vinhos e sucos de uvas brasileiros, porém essas concentrações variam de acordo com a origem e o tipo da uva, o processo de vinificação ou extração do suco e a infecção fúngica ocorrente na videira (FREITAS *et al.*, 2010). A propriedade P1 apresentou menor frequência de fungos em relação as propriedades P2 e P3, diferença significante pelo teste T student ($P<0,01$) e, todas as amostras apresentaram correlação positiva entre a frequência fúngica e as concentrações de trans-resveratrol. A deficiência no trato das culturas, limpeza de ruas e entrelinhas e a adubação nas propriedades P2 e P3 quando comparado a propriedade P1, pode ter levado a maior incidência de fungos nas videiras e, portanto, a maior produção de trans-resveratrol. A propriedade P1, produtora de uvas Niágara branca e rosada, não apresentou diferença significante na concentração de trans-resveratrol entre as duas variedades ($P<0,01$) (Tabela 1). De acordo com Freitas, *et al.* (2010), sucos de uva das variedades Concord e Rúbea apresentam elevado teor de resveratrol, independentemente do método de cultivo, orgânico ou convencional. Nikfardjam *et al.*, (2006) analisaram 18 vinhos de origem alemã produzidos de uvas saudáveis e botritizadas, isto é, contaminadas com o fungo *Botrytis cinerea*, sendo que, vinhos de uvas saudáveis apresentaram uma variação de trans-resveratrol de 0,5 a 4,4 mg/L e vinhos de uvas botritizadas apresentaram concentração de trans-resveratrol de 0,003 a 6,3 mg/L.

5 | CONCLUSÕES

Levando-se em consideração o sistema orgânico de produção, dependendo do tipo de manejo, a infecção fúngica é favorecida fazendo com que a planta produza maiores quantidades de trans-resveratrol para sua proteção. Uvas produzidas de forma sustentável, que apresentem maiores concentrações de trans-resveratrol sem a presença de ocratoxina A são bastante benéficas a saúde humana e ao meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- AISH, J. L.; RIPPON, E. H.; BARLOW, T.; HATTERSLEY, S. J.; MAGAN, N.; OLSEN, M. I. Ochratoxin. In: MAGAN, N.; OLSEN M.I. **Mycotoxins in food: detection and control**. Cambridge: Woodhead, 2004. cap. 13, p. 307-329.
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. Minneapolis: Burguess, 1965.
- BERNARDI, E.; NASCIMENTO, J. S do. Fungos anemófilos na Praia do Laranjal, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 1, p. 93-97, 2005.
- BULLERMAN, Lloyd B.; BIANCHINI, Andreia. Stability of mycotoxins during food processing. **International Journal of Food Microbiology**, v. 119, n. 1-2, p. 140-146, out. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.035>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17804104/>. Acesso em: 04 jul. 2021.
- CELOTTI, Emilio; FERRARINI, Roberto; ZIRONI, Roberto; CONTE, Lanfranco S.. Resveratrol content of some wines obtained from dried Valpolicella grapes: recioto and amarone. **Journal of Chromatography A**, [S.L.], v. 730, n. 1-2, p. 47-52, abr. 1996. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0021-9673\(95\)00962-0](http://dx.doi.org/10.1016/0021-9673(95)00962-0).
- CHULZE, S.N.; MAGNOLI, C.E.; DALCERO, A.M. Occurrence of ochratoxin A in wine and ochratoxigenic mycoflora in grapes and dried vine fruits in South America. **International Journal of Food Microbiology**, v. 111, p. 5-9, set. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2006.02.006>.
- FELICIO, J. D.; SANTOS, R. S.; GONÇALEZ, E. Chemical constituents from *Vitis vinifera* (Vitaceae). **Arquivos Instituto Biológico**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 47-50, 2001.
- FREITAS, Andréia Andrade de; DETONI, Alessandra Maria; CLEMENTE, Edmar; OLIVEIRA, Cláudio Celestino de. Determinação de resveratrol e características químicas em sucos de uvas produzidas em sistemas orgânico e convencional. **Revista Ceres**, v. 57, n. 1, p. 1-5, fev. 2010. UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2010000100001>.
- GAMBALE, W. Ação de fatores abióticos na dispersão aérea de fungos. 1980. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GARRIDO, L. R.; SÔNEGO, O. R.; SCHNEIDER, E. P. Doenças. In: NACHTIGAL, J. C.; SCHNEIDER, E. P. **Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. cap. 7, p. 47-54. (Documentos, 65).
- GONÇALEZ, Edlayne; NOGUEIRA, Juliana H.C.; FONSECA, Homero; FELICIO, Joana D.; PINO, Francisco A.; CORRÊA, Benedito. Mycobiota and mycotoxins in Brazilian peanut kernels from sowing to harvest. **International Journal of Food Microbiology**, v. 123, n. 3, p. 184-190, abr. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.01.012>
- HERNANDES, J. L; PEDRO JUNIOR, J. Sistema de Condução em Manjedoura na Forma de "Y" e Cultivo Protegido para a Videira. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2011. 42 p. (**Boletim Técnico** - Série Tecnologia APTA).

HOCKING, Ailsa D.; LEONG, Su-Lin L.; KAZI, Benozir A.; EMMETT, Robert W.; SCOTT, Eileen S. Fungi and mycotoxins in vineyards and grape products. **International Journal of Food Microbiology**, v. 119, n. 1-2, p. 84-88, out. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.031>.

HOELTZ, Michele; MONEZZI, Laurita Pinto; MANFROI, Vitor; NOLL, Isa Beatriz; DOTTORI, Horacio Alberto. Ocratoxina A: análise da qualidade de vinhos brasileiros e importados. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, p. 58-63, 27 nov. 2012. UNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1981-67232012005000039>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/SSK4Lgq5QqDfVzGvd5wv8cP/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 04 jul. 2021.

MAGNOLI, C.; ASTORECA, A.; PONSONE, L.; COMBINA, M.; PALACIO, G.; ROSA, C.A.R.; DALCERO, A.M. Survey of mycoflora and ochratoxin A in dried vine fruits from Argentina markets. **Letters In Applied Microbiology**, v. 39, n. 4, p. 326-331, out. 2004. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1472-765x.2004.01583.x>.

MARTIN, James P. USE OF ACID, ROSE BENGAL, AND STREPTOMYCIN IN THE PLATE METHOD FOR ESTIMATING SOIL FUNGI. **Soil Science**, v. 69, n. 3, p. 215-232, mar. 1950. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/00010694-195003000-00006>.

NIKFARDJAM, Martin S. Pour; MÁRK, László; AVAR, Péter; FIGLER, Mária; OHMACHT, Robert. Polyphenols, anthocyanins, and trans-resveratrol in red wines from the Hungarian Villány region. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 98, n. 3, p. 453-462, jan. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.06.014>.

OCDE-FAO. Organisation For Economic Co-Operation And Development And Food And Agriculture Organization Of The United Nations. Brazilian agriculture: prospects and challenges. **OCDE-FAO Agricultural outlook 2015-2024**. Paris, OECD-FAO, 2015, cap. 2, p. 61-108.

RECH, Morgana et al. Microbiota do solo em vinhedos agroecológico e convencional e sob vegetação nativa em Caxias do Sul, RS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 8, n. 3, dec. 2013. ISSN 1980-9735. Disponível em: <<http://revistas.abagroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/13264>>. Acesso em: 04 jul 2021.

SAMSON, R. A.; HOEKSTRA, E. S.; FRISVAD, J. C. **Introduction to food-bourne fungi**. 6th Ed. Baarn Delft: Centralbureau Voor Schimmelcultures, 2000. 396 p.

SENTELHAS, P. C. Aspectos climáticos para a viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 9-14, 1998.

SWANSON, K. M.; BUSTA, F. F.; PETTERSON, E. H.; JOHNSON, M. G. Colony Count Methods. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. In: Vandezant, C., Splittoesser, D.S. (Eds.), American Public Health Association: New York, 1992.

TUFFI, Larissa Christine; GARCIA, Carlos Eduardo Rocha. Propriedades do resveratrol em pesquisas clínicas e na indústria alimentícia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 35067-35076, 2020. Brazilian Journal of Development. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n6-156>. Disponível em: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/11259-29121-1-PB.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2021.

URBEZ-TORRES, Jose Ramon; PEDUTO, Francesca; STRIEGLER, R. K.; URREA-ROMERO, K. E.; RUPE, J. C.; CARTWRIGHT, R. D.; GUBLER, W. D. Characterization of fungal pathogens associated with grapevine trunk diseases in Arkansas and Missouri. **Fungal Diversity**, [Dordrecht], v. 52, n. 1, p. 169-189, 11 jun. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13225-011-0110-4>.

VALK, H. A. de; KLAASSEN, C. H. W.; MEIS, J. F. G. M. Molecular typing of *Aspergillus* species. **Mycoses**, v. 51, n. 6, p. 463-476, nov. 2008. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0507.2008.01538.x>.

VISCONTI, Angelo; PASCALE, Michelangelo; CENTONZE, Gianluca. Determination of ochratoxin A in wine by means of immunoaffinity column clean-up and high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v. 864, n. 1, p. 89-101, dez. 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0021-9673\(99\)00996-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0021-9673(99)00996-6)

WILLIAMS, Pamela R. D.; HAMMITT, James K. Perceived Risks of Conventional and Organic Produce: pesticides, pathogens, and natural toxins. **Risk Analysis**, [S.L.], v. 21, n. 2, p. 319-330, abr. 2001. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/0272-4332.212114>.

ZORZETE, Patrícia; REIS, Tatiana A.; FELÍCIO, Joana D.; BAQUIÃO, Arianne C.; MAKIMOTO, Paulo; CORRÊA, Benedito. Fungi, mycotoxins and phytoalexin in peanut varieties, during plant growth in the field. **Food Chemistry**, v. 129, n. 3, p. 957-964, dez. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.053>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25212324/>. Acesso em: 04 jul. 2021.

CAPÍTULO 28

AVEIA PRETA (*Avena strigosa*, Schreb) CULTIVADA EM SOLO CONTAMINADO COM CHUMBO

Data de aceite: 27/09/2021

Data de submissão: 06/07/2021

Wanderley José de Melo

Universidade Brasil, Descalvado-SP e Departamento de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq nível Sênior
<http://orcid.org/0000-0003-2683-0347>

Gabriel Maurício Peruca de Melo

Universidade Brasil
Descalvado-SP
<http://orcid.org/0000-0002-1634-4145>

Liandra Maria Abaker Bertipaglia

Universidade Brasil
Descalvado-SP
<http://orcid.org/0000-0001-5811-7816>

Paulo Henrique Moura Dian

Universidade Brasil
Descalvado-SP
<http://lattes.cnpq.br/8749992843027352>

Käthery Brennecke

Universidade Brasil
Descalvado-SP
<http://lattes.cnpq.br/ 5772754247707035>

Jackeline Silva de Carvalho

Egressa do Programa de Mestrado Profissional em Produção Animal-Universidade Brasil
Descalvado-SP
<http://lattes.cnpq.br/7868603519768642>

RESUMO: O chumbo (Pb) é um elemento-traço que oferece risco à saúde de plantas, animais e do homem, e a aveia preta é uma gramínea usada em pastagens de inverno, de tal modo que esta planta, cultivada como forrageira em solo contaminado com o elemento, pode colocá-lo na cadeia alimentar. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a contaminação de um Latossolo Vermelho eutroférico com chumbo sobre o carbono orgânico total (COT) e das frações da matéria orgânica do solo (ácidos húmicos - CAH, ácidos fulvicos - CAF e humina - CHM), assim como dos teores de chumbo pseudototal e extraível (extratores nítrico-perclórico e Mehlich 1) e os efeitos na produtividade da aveia preta e na absorção do elemento-traço. O experimento foi instalado em vasos em casa de vegetação. Usou-se o delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos (sem adição de Pb, 200, 400 e 600 mg Pb kg⁻¹ de solo na forma de PbCl₂ p.a.) e 4 repetições. O solo foi um Latossolo Vermelho eutroférico de ocorrência no município de Jaboticabal, SP. Aos 44 dias após a contaminação do solo com Pb, foi semeada a aveia preta, deixando-se duas plantas por vaso até o final do experimento. Aos 60 dias após a semeadura, as plantas foram colhidas, secas em estufa com circulação forçada de ar (60±5 °C), pesadas, moídas em moinho tipo Willey e analisadas em relação ao teor de Pb. Na mesma oportunidade, foram colhidas amostras de solo, que foram secas ao ar e à sombra, passadas em peneira com 2 mm de malha e analisadas para chumbo pseudototal e disponível, COT, CAF, CAH e CHM. Os resultados obtidos permitiram concluir que: 1. Doses de chumbo solúveis de até

600 mg kg⁻¹ solo não afetaram o desenvolvimento da aveia preta. 2. O chumbo em forma solúvel adicionado ao solo foi rapidamente transformado em forma não disponível para aveia preta. 3. O acúmulo de Pb na parte aérea da planta de aveia preta aumentou linearmente com a dose de chumbo solúvel aplicada ao solo, mas mesmo na concentração de 240 mg kg⁻¹ de massa seca da parte aérea não se observaram sintomas de fitotoxicidade. 4. O Pb extraído pelo extrator nítrico-perclórico ($y = 0,004x + 0,247$ $R^2 = 0,97$) e o extraído pelo extrator Mehlich 1 ($y = 0,008x^2 - 0,244x + 1,942$ $R^2 = 0,98$) apresentaram boa correlação com o Pb acumulado na parte aérea da planta de aveia preta.

PALAVRAS-CHAVE: Elementos-traço, substâncias húmicas, ácidos fulvicos, ácidos húmicos, humina.

BLACK OAT (*Avena strigosa*, Schreb) CULTIVATED IN SOIL CONTAMINATED WITH LEAD

ABSTRACT: Lead (Pb) is a trace element that poses a risk to the health of plants, animals and man, and black oat is a grass used in winter pastures, so that this plant, cropped in a soil contaminated can introduce lead in the food chain. The objective of this work was to evaluate the contamination of an Oxisol with lead on the total organic carbon (TOC) and on the soil organic matter fractions (humic acids - HAC, fulvic acids - FAC and humin - HMC), as well in the pseudototal and extractable lead contents (nitric perchloric and Mehlich 1 extractants) and the effects on the black oat productivity and Pb accumulation. The experiment was carried out in pots in a greenhouse. We used a completely randomized design with 4 treatments (without the addition of Pb, 200, 400 and 600 mg Pb kg⁻¹ of soil in the form of PbCl₂ p.a.) and 4 replications, using an Oxisol occurring in the municipality of Jaboticabal, SP. At 44 days after the soil contamination with Pb, black oats were sown, leaving two plants per pot until the end of the experiment. At 60 days after sowing, the plants were harvested, dried in a stove with forced air circulation (60±5 °C), weighed, ground in a Willey mill and analyzed for Pb content. On the same time, soil samples were collected, air-dried, passed through a 2 mm mesh sieve and analyzed for pseudototal and available lead, TOC, FA-C, HA-C and HM-C. The data allowed to conclude that: 1. Soluble lead doses of up to 600 mg kg⁻¹ soil did not affect the development of black oat. 2. Lead in a soluble form added to the soil was quickly transformed into a form not available to black oat plant. 3. Lead accumulated in the aerial part of black oat plant increased linearly with the dose of soluble lead applied to the soil, but even at the concentration of 240 mg kg⁻¹ dry mass of the aerial part of the plant, no symptoms of phytotoxicity were observed. 4. Lead extracted by the extractant nitric-perchloric ($y = 0.004x + 0.247$ $R^2 = 0.97$) and Mehlich 1 ($y = 0.008x^2 - 0.244x + 1.942$ $R^2 = 0.98$) showed good correlation with Pb accumulated in the aerial part of black oat plant.

KEYWORDS: Trace elements, humic substances, fulvic acid, humic acid, humin.

1 | INTRODUÇÃO

A aveia preta é uma forrageira para pastagens em condições de clima temperado, e existe poucas informações sobre seu comportamento, quando cultivada em solos contaminados com chumbo.

O chumbo é um elemento-traço que oferece grande risco à saúde e estabilidade do

ecossistema, e sua entrada na cadeia alimentar deve ser evitada ao máximo (ANDRADE et al., 2007). Ocorre naturalmente no solo, normalmente em concentrações abaixo de 50 mg kg⁻¹, mas em solos poluídos pode ocorrer em concentrações muitas vezes maior, principalmente devido às atividades antrópicas (UMASS, 2016).

A poluição do solo por elementos-traço está ligada a processos de acúmulo e transporte de espécies químicas que dependem, em grande parte, das suas interações com a fase sólida do sistema. Tal interação é bastante complexa, envolvendo reações de adsorção, dessorção, precipitação, dissolução, complexação e oxirredução, tanto com a fase inorgânica, quanto com a orgânica destes (AMARAL SOBRINHO et al., 1993).

O Pb apresenta baixa mobilidade no perfil do solo pela facilidade de formar quelados com a matéria orgânica (ALLOWAY et al., 1995). O acúmulo de Pb na superfície do solo é ecologicamente significante devido ao metal afetar a atividade biológica do solo e o aumento no teor deste elemento-traço pode afetar negativamente a atividade de enzimas presentes no solo e, consequentemente, acúmulo de material orgânico, principalmente os de difícil decomposição como celulose e lipídeos.

A maioria das plantas de interesse agrícola apresenta baixo acúmulo de chumbo em seus tecidos. Entretanto, com a crescente utilização de resíduos urbanos como fertilizantes, a absorção de Pb e de outros elementos-traço potencialmente tóxicos vem aumentando o risco de entrada na cadeia alimentar, com reflexos na saúde do homem e dos animais (PENDIAS e PENDIAS, 1992).

Algumas plantas, especialmente gramíneas, podem apresentar tolerância a elevadas concentrações de Pb no solo, de tal forma que podem ser usadas para revegetar áreas contaminadas com o elemento (ALLOWAY et al., 1995).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de doses crescentes de chumbo aplicadas a um Latossolo Vermelho eutroférico sobre o teor de chumbo pseudototal e disponível (extração nítrico-perclórica e extrator Mehlich 1), sobre o teor de carbono orgânico total, carbono das frações ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina da matéria orgânica do solo, assim como sobre a produção de massa seca e absorção do elemento-traço pela planta de aveia preta.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias localizada no município de Jaboticabal, SP. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho eutroférico, textura média, retirado na camada 0-0,20 m na área da Fazenda de Ensino e Pesquisa do Campus, que apresentava as seguintes propriedades químicas: pH (CaCl₂)= 5,6; MO= 21 g dm⁻³; P (resina)= 51 mg dm⁻³; K= 2,7 mmol_c dm⁻³; Ca= 30 mmol_c dm⁻³; Mg= 13 mmol_c dm⁻³; H+Al= 2,2 mmol_c dm⁻³; CTC= 67 mmol_c dm⁻³ e V= 68 %. A análise textural revelou areia grossa= 310 g kg⁻¹, areia

fina=330 g kg⁻¹, silte =20 g kg⁻¹ e argila=340 g kg⁻¹.

A planta teste foi a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb), planta importante nos sistemas conservacionistas de manejo do solo e forrageira utilizada em pastagens de inverno.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos (sem adição de chumbo, 200, 400 e 600 mg Pb kg⁻¹ solo na forma de cloreto de chumbo) e quatro repetições.

A quantidade de Pb de cada tratamento foi misturada a 8 kg de solo seco ao ar, passado por peneira com malha de 5 mm de diâmetro e colocada em vaso de polietileno. Água destilada foi adicionada a cada vaso para manter o teor de umidade em torno de 70 % da capacidade máxima de retenção, umidade esta, mantida por reposição de água periódica.

Após 44 dias após a instalação do experimento, foram semeadas 15 sementes de aveia preta em cada vaso e, quando atingiram 5 cm de altura, foram cortadas rente ao solo, deixando-se 2 plantas por vaso, que foram conduzidas até o final do experimento.

A adubação de semeadura consistiu em 5 mL de uma solução de Fe-EDTA (24,98 g de sulfato ferroso heptaidratado, 33,2 g de EDTA, 80 mL de solução de NaOH 1 mol L⁻¹ e 800 mL de água desionizada. A mistura foi transferida para balão volumétrico de 1000 mL e aerada com auxílio de um compressor de aquário durante uma noite, sendo o volume completado com água desionizada), 10 g de superfosfato triplo (41 % de P₂O₅) e 15 mL de KCl p.a. 1 mol L⁻¹. Adubações de cobertura foram realizadas a cada 15 dias, aplicando-se 150 mg N kg⁻¹ solo na forma de nitrato de amônio (32 % de N) e 100 mg K kg⁻¹ solo na forma de cloreto de potássio (58 % de K₂O).

Aos 60 dias após a semeadura, as plantas foram cortadas 3 cm acima do primeiro nó, lavadas em água corrente e água destilada, secas em estufa com circulação forçada de ar mantida a 60±5 °C até massa constante, pesadas, moídas em moinho tipo Willey com peneira de 40 mesh e analisadas quanto ao teor de Pb no extrato nítrico-perclórico (SARRUGE e HAAG, 1974) e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica com chama de ar-acetileno.

No momento da amostragem de plantas, também foram obtidas amostras de solo, que foram secas ao ar e à sombra, passadas em peneira com 2 mm de abertura de malha para se obter a terra fina seca ao ar (TFSA), que foi submetida a análises para avaliar os teores de Pb (pseudototal e extraído pelo extrator Mehlich 1), do carbono orgânico total (COT) e do carbono das frações ácido fúlvico (CAF), ácido húmico (CAH) e humina (CHM).

O teor de COT foi determinado pelo método de Walkley e Black conforme descrito em Leite et al. (2004). A extração e fracionamento da matéria orgânica do solo para obtenção dos ácidos fúlvicos, húmicos e humina seguiram as normas preconizadas pela IHSS (SWIFT, 1996). A uma amostra de solo, contendo cerca de 200 mg de ácidos húmicos, adicionaram-se 100 mL de solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹, agitou-se por 2 horas em agitador mecânico e centrifugou-se por 20 minutos a 10.000 g. O precipitado, fração humina, foi

reservado para determinação do carbono orgânico. O sobrenadante foi transferido para tubo de centrifuga de 250 mL e imediatamente o pH foi ajustado para 1,0 por gotejamento de solução de HCl 20 %. As amostras foram mantidas em repouso durante uma noite para precipitação dos ácidos húmicos. Após esse período, centrifugou-se por 20 minutos a 10.000 g e o sobrenadante (ácidos fúlvicos) foi transferido para balão volumétrico de 200 mL. O precipitado (ácidos húmicos) foi lavado por 3 vezes com água deionizada, sendo o sobrenadante adicionado ao balão volumétrico contendo os ácidos fúlvicos, cujo volume foi completado com água deionizada. O precipitado de ácidos húmicos foi dissolvido com solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹ e o volume completado a 50 mL com água deionizada. O teor de carbono orgânico foi determinado em cada uma das frações da matéria orgânica pelo método de Walkley e Black.

O teor de Pb disponível foi extraído pelo extrator Mehlich 1 e teor de Pb pseudototal, por digestão nítrico-perclórica. Em ambos os casos, o teor de Pb nos extratos foi obtido por leitura em espectrofotômetro de absorção atômica com chama de ar-acetileno.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise da variância e, nos casos em que o teste F foi significativo a 5 %, aplicou-se o teste de Tukey a 5 % para comparação de médias.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de Pb pseudototal e extraído pelo extrator Mehlich 1 foram afetados significativamente pelas doses do elemento aplicadas ao solo, atingindo valores de 780,61 mg kg⁻¹ solo para o pseudototal e 34,73 mg kg⁻¹ solo para o extraído pelo extrator Mehlich 1 (Tabela 1). O Pb incorporado em forma solúvel foi rapidamente imobilizado, o que pode ser atribuído aos teores de MO e óxidos do solo em estudo, uma vez que o chumbo se liga preferentemente à MO e aos óxidos (BJERRE et al., 1985).

Tratamentos Pb mg kg ⁻¹ solo	Chumbo		
	Mehlich 1	Pseudototal	Imobilizado
	mg kg ⁻¹ na TFSA	%	
0	8,44 a	106,18 a	-
200	28,46 b	266,04 ab	81,55
400	32,98 c	513,80 bc	89,65
600	34,73 d	780,61 d	92,81
Média		88,00	

Médias na coluna, seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Chumbo pseudototal e extraído pelo extrator Mehlich 1 em Latossolo Vermelho eutroférico contaminado com doses do elemento-traço e cultivado com aveia preta, 104 dias após a aplicação do elemento-traço.

Amaral Sobrinho et al. (1997) verificaram que o Pb, nas diferentes formas químicas, apresenta comportamento típico de alta retenção, baixa mobilidade e baixa disponibilidade em solos contaminados com o elemento-traço. Sheppard e Thibault (1992) atribuíram tal comportamento à elevada afinidade do Pb com as frações óxido e residual do solo.

Segundo Bjerre e Schierup (1985), solos contaminados com Pb com elevados teores de areia e baixos teores de MO podem apresentar maior disponibilidade do elemento, porém menores teores de chumbo total. Nestas condições, o acúmulo do elemento nas plantas se torna menor neste tipo de solo, quando comparado a solos com maiores teores de argila e de MO para a mesma contaminação de Pb.

A análise dos dados contidos na Tabela 2 revela que existe teor considerável de chumbo no tratamento testemunha, que pode ser devido à contaminação por fontes antropogênicas diversas (GARCÍAMIRAGAYA, 1984), entre outros fatores.

O teor de carbono orgânico total (COT) e das frações ácidos fúlvicos (CAF) e humina (CHM) (Tabela 2) não foram afetados pelos tratamentos. O teor de C orgânico na fração AH (CAH) diminuiu até a dose 400 mg Pb kg⁻¹ solo, mas voltou a atingir valor não diferente da testemunha com a dose 600 mg Pb kg⁻¹ solo.

Tratamentos Pb mg kg ⁻¹ solo	COT	CAF	CAH	CHM
	g kg ⁻¹ TFSA			
0	9,65 a	3,40 a	1,42 ab	5,06 a
200	9,55 a	3,43 a	1,16 bc	4,96 a
400	10,15 a	3,65 a	1,02 c	5,48 a
600	9,90 a	3,12 a	1,59 a	5,78 a

COT= carbono orgânico total, CHM= carbono na fração humina. CAH= carbono na fração ácido húmico. CAF= carbono na fração ácido fúlvico, TFSA= terra fina seca ao ar.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 2. Carbono orgânico total e nas frações da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho eutroférico tratado com doses de Pb na forma de cloreto de chumbo e cultivado com aveia preta.

Apesar da grande quantidade de dados gerados em pesquisas sobre o efeito de elementos-traço no sistema solo-planta, existe grande disparidade no estabelecimento das concentrações tóxicas dos metais (BAATH, 1989).

Os metais pesados presentes na solução do solo não podem ser totalmente quantificados devido à quebra pelas moléculas orgânicas e à ocorrência de formas químicas que não são determinadas diretamente. Geralmente, as formas químicas livres dos elementos-traço na solução do solo, quando presentes em excesso, causam toxicidade para as plantas.

A produção de massa seca pelas plantas de aveia preta variou de 13,33 g planta⁻¹ a

12,64 g planta⁻¹ e não foram detectadas diferenças significativas entre tratamentos (Tabela 3). Também não foram observados sintomas de fitotoxicidade, apesar da parte aérea da planta ter acumulado até 3,24 mg Pb. Ainda não há informações precisas sobre se os sintomas apresentados por planta que absorveu elemento-traço potencialmente tóxico se devem à concentração do metal ou a um desbalanço de outros nutrientes (BJERRE et al., 1985).

Tratamentos Pb mg kg ⁻¹ solo	Massa Seca	Chumbo
	g planta ⁻¹	mg planta ⁻¹
0	13,33 a	0,45 a
200	12,96 a	1,54 a
400	12,87 a	2,41 a
600	12,64 a	3,24 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Massa seca e acúmulo de chumbo na parte aérea de plantas de aveia preta cultivadas em Latossolo Vermelho eutroférico contaminado com doses do elemento-traço na forma de cloreto de chumbo.

As plantas apresentam vários mecanismos para poderem se desenvolver em solos contaminados com elementos-traço como o Pb. Algumas imobilizam o elemento no exterior da raiz, sem o absorver em quantidades tóxicas, enquanto outras os absorvem, mas o acumulam no sistema radicular, no tronco ou nos vacúolos (MARQUES et al., 2002).

No caso da aveia preta, os valores de acúmulo de Pb têm sido muito variáveis. Gworek (1992) relatou valores de até 176,3 mg Pb kg⁻¹ em plantas de aveia cultivadas em solos contaminado com 1260 mg Pb kg⁻¹. Freitas et al. (2010), cultivando aveia preta em Latossolo Vermelho distrófico tratado com 8 Mg ha⁻¹ de escória de aciaria, contendo 308 mg Pb kg⁻¹, encontraram valores de Pb de 46,36 e 1,05 mg kg⁻¹ no primeiro e segundo anos de cultivo, respectivamente, o que permite concluir que o Pb se tornou rapidamente indisponível para a planta de aveia preta, como o que foi constatado neste trabalho.

Tanto o Pb extraído pelo extrator nítrico-perclórico ($y = 0,004x + 0,247$ $R^2 = 0,97$) como o extraído pelo extrator Mehlich 1 ($y = 0,008x^2 - 0,244x + 1,942$ $R^2 = 0,98$) apresentaram boa correlação com o Pb acumulado na parte aérea da planta de aveia preta, mas o extrator nítrico-perclórico teve a vantagem de ter uma regressão linear e extraer faixa mais ampla do elemento (Figura 1).

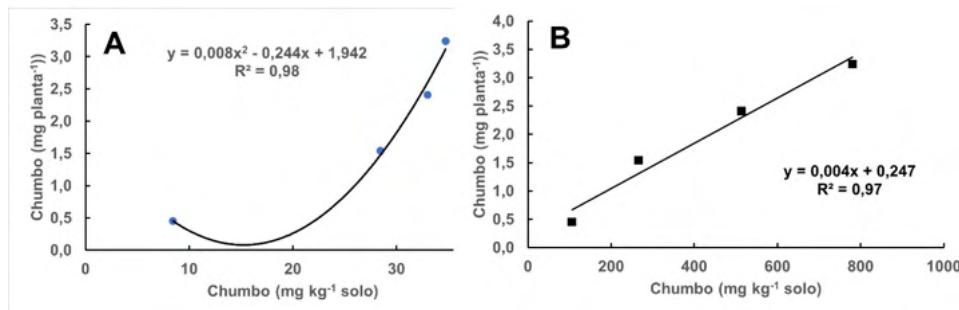


Figura 1. Relação entre os teores de chumbo extraídos pelos extractores nítrico-perclórico (A) e Mehlich 1 (B) com o Pb acumulado na parte aérea da aveia preta.

A capacidade de um extrator em extraer determinando elemento do solo deve-se a sua forma de interação com o elemento e às características do solo que afetam sua disponibilidade (NASCIMENTO, et al., 2002). As soluções diluídas de ácidos fortes, como é o caso do extrator Mehlich 1, removem metais da solução do solo, dos sítios de troca e parte daqueles complexados ou adsorvidos (SANTOS et al., 2012). Em concentrações mais elevadas, além das formas citadas, são extraídas outras, como as ligadas à MO e a alguns silicatos.

Santos et al. (2012) avaliaram o extrator Mehlich 1 para disponibilidade de Pb para a cultura de milho cultivada em solo contaminado com o elemento e tratado com doses de três diferentes fontes de carbono e concluíram que foi um extrator eficiente e semelhante aos extractores DTPA e CaCl_2 .

4 | CONCLUSÃO

Doses de chumbo solúveis de até 600 mg kg^{-1} solo não afetaram o desenvolvimento da aveia preta.

O chumbo em forma solúvel adicionado ao solo foi rapidamente transformado em forma não disponível para a planta de aveia preta.

O acúmulo de chumbo na parte aérea da planta de aveia preta aumentou linearmente com a dose de chumbo solúvel aplicada ao solo, mas mesmo na concentração de 180 mg kg^{-1} de massa seca da parte aérea não se observou sintomas de fitotoxicidade.

O Pb extraído pelo extrator nítrico-perclórico ($y = 0,004x + 0,247$ $R^2 = 0,97$) e o extraído pelo extrator Mehlich 1 ($y = 0,008x^2 - 0,244x + 1,942$ $R^2 = 0,98$) apresentaram boa correlação com o Pb acumulado na parte aérea da planta de aveia preta.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

e Tecnológico) pelo apoio financeiro e pela bolsa de Produtividade em Pesquisa, nível Sênior, concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

ALLOWAY, B.J. (ed.) **Heavy metals in soils**. Blackie Academic and Professional, Glasgow, 1995, 664p.

AMARAL SOBRINHO, N.M.B. do. **Interação dos metais pesados de resíduos siderúrgicos com um solo podzólico vermelho amarelo**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 1993, 163p. (Tese de doutorado).

AMARAL SOBRINHO, N.M.B. do; VELLOSO, A.C.X.; OLIVEIRA. D.C. Solubilidade de metais pesados em solo tratado com resíduo siderúrgico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p.9-16, 1997.

ANDRADE, J.C.M., TAVARES, S.R.L., MAHLER, C.F. **Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, 176 p.

BAATH, E. Effects of heavy metals in soil on microbial processes and populations: a review. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 47, p. 335-379, 1989.

BJERRE, G.K; SCHIERUP, H.H. Uptake of six heavy metals by oat as influenced by soil type and additions of cadmium, lead, zinc and copper. **Plant and Soil**, v.88, 57-59, 1985.

CHEKAI, R.T., COREY, R.B., HELMKE, P.A. Effects of ionic and complexed metal concentrations on plant uptake of cadmium and micronutrient metals from solution. **Plant and Soil**, v.99, p.335-345,1987.

FREITAS, E.E., BÜLL, L.T., CORRÊA; J.C., BACKES, C., MIGGIOLARO, A.E., CRUSCIOL, C.A.C. Teor de Metais Pesados na Cultura da Aveia Preta em Função da Aplicação Superficial de Resíduos Urbanos e Industriais, no Sistema Plantio Direto. In: **Anais ... XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, Guarapari- ES, Brasil, 13 - 17 de setembro de 2010.

GARCÍA-MIRAGAYA, J. Levels, chemical fractionation and solubility of lead in roadside soils of Caracas, Venezuela. **Soil Science**, v.138, p.147-152, 1984.

LEITE, C.M.B, BERNARDES, R. S., OLIVEIRA, S.A. Método Walkley-Black na determinação da matéria orgânica m solos contaminados por chorume. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 111-115, 2004.

MARQUES, M.O., MELO, W.J., MARQUES, T.A. **Metais pesados e o uso de biossólidos na agricultura**. In: Tsutiya, M.T., Comparini, J.B., Alem Sobrinho, P., Hespanhol, I., Carvalho, P.C.T., Melfi, A.J., Melo, W.J., Marques, M.O.. (Org.). Biossólidos na agricultura. 2 ed., São Paulo, ABES, 2002, v. 1, p. 365-403.

NASCIMENTO, C.W.A.; FONTES, R.L.F.; NEVES, J.C.L. Dessorção, extração e fracionamento de manganês em Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 589-597, 2002.

PENDIAS-KABATA, A.; PENDIAS H. **Trace elements in soils and plants.** 2a ed., CRC Press, 1992, p.187-198.

SANTOS, N.M., ACCIOLY, A.M.A., NASCIMENTO, C.W.A., SANTOS, J.A.G. Avaliação de Extratores de Teores Disponíveis de Chumbo em Solo Contaminado Tratado com Ácidos Húmicos e Carvão Vegetal ativado, **Anais ... XXX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, Maceió, AL, Brasil, 17 - 21 de setembro de 2012.

SARRUGE, J.R., HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56p.

SHEPPARD, M.I. e THIBAULT, D.H. Desorption and extraction of selected heavy metals from soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, p. 415-423, 1992.

SWIFT, R.S. **Organic matter characterization.** In: SPARKS, D.L.; PAGE, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T.; SUMNER, M.E. (Eds.). **Methods of soil analysis.** SSSA: American Society of Agronomy, (SSSA, Book Series, 5). Part 3. Chemical methods. p.1011-1020, 1996.

UMass Soil and Plant Nutrient Testing lab. **Soil Lead: Testing, Interpretation, & Recommendations.** UMass Soil and Plant Tissue Testing Laboratory Revised document. Ref. No. 5, 2016.

SOBRE OS ORGANIZADORES

PEDRO HENRIQUE ABREU MOURA - Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA). Mestre e Doutor em Agronomia/Fitotecnia pela mesma instituição, onde também realizou pós-doutorado na área de fruticultura. Desde 2015, atua como pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), lotado no Campo Experimental de Maria da Fé. Desenvolve pesquisa e extensão nas áreas de Olivicultura e Fruticultura. Participa na organização de eventos de transferência e difusão de tecnologias para produtores, técnicos e estudantes, bem como ações de popularização da Ciência para a comunidade em geral. É membro do corpo editorial da Atena Editora. Possui experiência na área de Fruticultura, principalmente no manejo de oliveira e de outras frutíferas de clima temperado.

VANESSA DA FONTOURA CUSTÓDIO MONTEIRO - Doutora (2017) e mestra (2014) em Botânica Aplicada pela Universidade Federal de Lavras. Possui pós-graduação *lato sensu* em Avaliação de Flora e Fauna em Estudos Ambientais (2011) pela mesma instituição. Bacharel em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário de Barra Mansa (2009) e licenciada pela Universidade Vale do Rio Verde (2011). É membro do corpo docente dos cursos de Ciências Biológicas e Administração da Universidade do Vale do Sapucaí (UNIVÁS). No ensino superior, já atuou como professora formadora no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), e ocupou o cargo de professor substituto na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Também já ministrou aulas de Biologia no Cursinho Assistencial e Centro de Inteligência e Cultura (CACIC). Foi bolsista de Apoio Técnico na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) - Campo Experimental de Maria da Fé. Possui experiência na área de Botânica, com ênfase em Ecofisiologia Vegetal, Ecologia e Educação Ambiental.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Ações ambientais 18, 31, 32
- Agricultura 20, 61, 89, 90, 96, 97, 98, 99, 100, 104, 108, 111, 161, 183, 277, 278, 280, 281, 282, 285, 289, 298, 304, 308, 319, 320, 328, 348
- Agroecologia 175, 278, 280, 281, 282, 297, 298, 299, 338
- Água 21, 24, 27, 30, 33, 38, 41, 46, 47, 57, 97, 98, 114, 130, 131, 140, 146, 152, 158, 159, 161, 170, 183, 185, 186, 191, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 204, 205, 211, 213, 214, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 227, 228, 230, 238, 245, 246, 247, 250, 251, 253, 256, 257, 287, 330, 331, 332, 333, 335, 343, 344
- Águas pluviais 190, 206, 209, 210, 215, 219, 220
- Anfíbios 265, 267
- Aproveitamento 40, 46, 218, 219, 220, 222, 227, 228
- Armazém verde 37, 38, 39, 42, 45

B

- Bicicleta 113, 114, 115, 116, 117, 119, 122, 125, 126, 127, 128
- Bosque tropical 300

C

- Captação 41, 46, 177, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 226, 227
- Carport 142, 143, 144, 147, 148
- Chuva 41, 46, 146, 213, 218, 219, 220, 222, 223, 224, 227, 228, 248, 250, 251, 257
- Cidades 35, 39, 77, 114, 115, 117, 143, 149, 150, 152, 153, 154, 160, 186, 195, 207, 216, 218, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 255, 280
- Competências ambientais 52, 54, 55, 56, 57, 58, 65, 66
- Comunidades urbanas 206, 211
- Conservação 9, 10, 11, 12, 13, 19, 22, 23, 24, 34, 58, 74, 77, 153, 156, 177, 185, 187, 194, 205, 229, 230, 235, 239, 242, 243, 255, 263, 265, 267, 270, 278, 281, 283, 297
- Conservación 300, 301, 302, 305, 306, 307, 308
- Controle biológico 310, 311, 313, 315, 316, 320, 324, 325, 327

D

- Dano ambiental 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 56, 59
- Degradação 2, 3, 4, 8, 9, 10, 14, 19, 20, 27, 69, 76, 77, 78, 80, 114, 153, 155, 186, 191, 198, 230, 231, 245, 254, 255

Dengue 27, 252, 253, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263

Desastres 2, 36, 206, 212, 215, 216, 217, 230, 262

Desenvolvimento 7, 8, 16, 20, 21, 23, 28, 29, 33, 34, 35, 36, 42, 56, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 89, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 116, 127, 130, 140, 141, 143, 144, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 165, 166, 167, 170, 173, 175, 177, 186, 209, 210, 216, 217, 229, 246, 252, 253, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 268, 269, 270, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 285, 287, 297, 298, 299, 314, 315, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 326, 328, 334, 336, 341, 347

Desenvolvimento económico 84, 86, 87, 89, 92, 94, 98, 99, 106, 107, 108, 109, 110, 112

Desenvolvimento sustentável 21, 23, 29, 35, 36, 56, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 96, 98, 99, 111, 112, 116, 127, 130, 140, 149, 150, 151, 152, 217, 252, 253, 254, 255, 260, 261, 263, 278, 297

Desigualdade social 153

Direito ambiental 6, 7, 16, 17, 35, 52, 55, 67, 68, 82

E

Educação ambiental 24, 25, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 35, 63, 155, 157, 159, 160, 162, 163, 184, 185, 186, 187, 194, 195, 196, 229, 230, 231, 232, 237, 240, 241, 242, 261, 263, 278, 280, 282, 291, 292, 295, 350

Eficiência energética 129, 138, 140, 141, 152

Elementos-traço 341, 342, 345, 346

Energia solar fotovoltaica 142, 143, 144, 148

F

Federalismo 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 65

Formação docente 155

G

Gestão hospitalar 129

H

Heterogeneidade ambiental 265

I

ICMS ecológico 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 31, 32, 34, 35, 36

Indicadores ambientais 37, 39, 40, 41, 43, 45, 47

L

Livre iniciativa 69, 70, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 81, 82

M

Meio ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 70, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 114, 115, 116, 130, 131, 140, 154, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 173, 184, 187, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 207, 209, 229, 230, 231, 241, 242, 251, 252, 254, 255, 256, 260, 262, 288, 319, 320, 329, 336

Micotoxinas 328, 334

Monitoramento 37, 42, 48, 124, 243, 246, 247, 248, 250, 251, 260

Municipalismo 52

O

Orgânico 177, 198, 270, 287, 291, 328, 330, 335, 336, 337, 340, 342, 343, 344, 345

P

Parasitismo 310, 313, 315, 316, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325

Pavimento permeável 197, 198, 199

Planejamento 29, 30, 34, 35, 72, 74, 111, 112, 118, 131, 149, 150, 152, 153, 154, 164, 165, 166, 167, 169, 173, 175, 176, 183, 195, 207, 210, 213, 216, 269, 283

Política 5, 19, 21, 24, 28, 29, 31, 34, 35, 54, 63, 66, 78, 81, 82, 85, 88, 99, 100, 104, 105, 110, 116, 162, 209, 230, 231, 278, 280, 299, 301

Poluição 7, 8, 9, 12, 20, 21, 24, 29, 30, 57, 58, 62, 114, 115, 120, 123, 124, 126, 153, 162, 184, 185, 191, 194, 211, 229, 230, 231, 342

Precipitação pluviométrica 176, 269

Problemas ambientais 29, 52, 59, 113, 114, 143, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 229, 230, 231

Q

Química verde 165, 170, 171, 173

R

Recuperação 9, 10, 21, 24, 29, 33, 76, 78, 185, 186, 197, 199, 202, 203, 204, 205, 208, 210, 213, 281, 283, 289, 290, 291, 293, 298, 334

Responsabilidade civil 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 16, 17

S

Semiárido 175, 176, 177, 183, 268, 269, 270, 273, 276, 277

Solo 24, 28, 33, 58, 114, 152, 153, 161, 191, 195, 211, 215, 230, 245, 246, 251, 253, 256, 289, 290, 293, 298, 328, 330, 331, 333, 335, 338, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349

Sustentabilidade 4, 34, 35, 42, 43, 47, 48, 50, 75, 77, 82, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 129, 131, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 170, 195, 208, 255, 262, 263, 278, 281, 283, 285, 292, 299

T

Tendências tecnológicas 164, 166

Terra indígena 155, 157, 158, 159, 161, 163, 282

Turbidez 243, 246, 247, 248, 249, 250, 251

Sustentabilidade e meio ambiente: Rumos e estratégias para o futuro

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br





Sustentabilidade e meio ambiente:

Rumos e estratégias para o futuro

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

