

DINÂMICAS AMBIENTAIS E RECURSOS NATURAIS

PERSPECTIVAS GLOBAIS E AÇÕES LOCAIS

ORGANIZADOR
HIGOR BRITO



DINÂMICAS AMBIENTAIS E RECURSOS NATURAIS

PERSPECTIVAS GLOBAIS E AÇÕES LOCAIS

ORGANIZADOR
HIGOR BRITO





2024 - Editora Ampla

Copyright © Editora Ampla

Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares

Design da Capa: Editora Ampla

Diagramação: Juliana Ferreira

Dinâmicas ambientais e recursos naturais: perspectivas globais e ações locais está licenciado sob CC BY 4.0.



Essa licença permite que outros remixem, adaptem e desenvolvam seu trabalho para fins não comerciais e, embora os novos trabalhos devam ser creditados e não possam ser usados para fins comerciais, os usuários não precisam licenciar esses trabalhos derivados sob os mesmos termos. O conteúdo da obra e sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores e não representam a posição oficial da Ampla Editora. O download e o compartilhamento da obra são permitidos, desde que os autores sejam reconhecidos. Todos os direitos desta edição foram cedidos à Ampla Editora.

ISBN: 978-65-5381-200-0

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-0

Editora Ampla

Campina Grande – PB – Brasil

contato@amplaeditora.com.br

www.amplaeditora.com.br



2024

CONSELHO EDITORIAL

Adilson Tadeu Basquerote – Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Alexander Josef Sá Tobias da Costa – Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará
Aryane de Azevedo Pinheiro – Universidade Federal do Ceará
Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará
Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Bruno Ferreira – Universidade Federal da Bahia
Caio Augusto Martins Aires – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe
Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista
Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande
Carlos Augusto Trojaner – Prefeitura de Venâncio Aires
Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas
Caroline Barbosa Vieira – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul
Christiano Henrique Rezende – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará
Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Dandara Scarlet Sousa Gomes Bacelar – Universidade Federal do Piauí
Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande
Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira – Universidade Estadual da Paraíba
Denilson Paulo Souza dos Santos – Universidade Estadual Paulista
Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais
Dinara das Graças Carvalho Costa – Universidade Estadual da Paraíba
Diogo Lopes de Oliveira – Universidade Federal de Campina Grande
Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano
Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí
Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará
Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador
Fábio Ronaldo da Silva – Universidade do Estado da Bahia
Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
Fredson Pereira da Silva – Universidade Estadual do Ceará
Gabriel Gomes de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará
Givanildo de Oliveira Santos – Instituto Brasileiro de Educação e Cultura
Glécia Morgana da Silva Marinho – Pontifícia Universidad Católica Argentina Santa Maria de Buenos Aires (UCA)
Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande
Hugo José Coelho Corrêa de Azevedo – Fundação Oswaldo Cruz
Igor Lima Soares – Universidade Federal do Ceará
Isabel Fontgalland – Universidade Federal de Campina Grande
Isane Vera Karsburg – Universidade do Estado de Mato Grosso
Israel Gondres Torné – Universidade do Estado do Amazonas
Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará
Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas
João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina
João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas
João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo
Joilson Silva de Sousa – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife
Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará
Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis
Katia Fernanda Alves Moreira – Universidade Federal de Rondônia
Laís Portugal Rios da Costa Pereira – Universidade Federal de São Carlos
Laíze Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador
Lara Luiza Oliveira Amaral – Universidade Estadual de Campinas
Lindon Johnson Pontes Portela – Universidade Federal do Oeste do Pará
Lisiane Silva das Neves – Universidade Federal do Rio Grande
Lucas Araújo Ferreira – Universidade Federal do Pará
Lucas Capita Quarto – Universidade Federal do Oeste do Pará
Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de Camargo – Unifacisa Centro Universitário
Luciana de Jesus Botelho Sodré dos Santos – Universidade Estadual do Maranhão
Luís Miguel Silva Vieira – Universidade da Madeira
Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Luiza Catarina Sobreira de Souza – Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central
Manoel Mariano Neto da Silva – Universidade Federal de Campina Grande
Marcelo Alves Pereira Eufrazio – Centro Universitário Unifacisa
Marcelo Henrique Torres de Medeiros – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Marcelo Williams Oliveira de Souza – Universidade Federal do Pará
Marcos Pereira dos Santos – Faculdade Rachel de Queiroz
Marcus Vinicius Peralva Santos – Universidade Federal da Bahia
Maria Carolina da Silva Costa – Universidade Federal do Piauí
Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas
Marina Magalhães de Moraes – Universidade Federal do Amazonas
Mário César de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia
Michele Antunes – Universidade Feevale
Michele Aparecida Cerqueira Rodrigues – Logos University International
Miguel Ysrrael Ramírez-Sánchez – Universidade Autônoma do Estado do México
Milena Roberta Freire da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Nadja Maria Mourão – Universidade do Estado de Minas Gerais
Natan Galves Santana – Universidade Paranaense
Nathalia Bezerra da Silva Ferreira – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
Neide Kazue Sakugawa Shinohara – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Neudson Johnson Martinho – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso
Patrícia Appelt – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Paula Milena Melo Casais – Universidade Federal da Bahia
Paulo Henrique Matos de Jesus – Universidade Federal do Maranhão
Rafael Rodrigues Gomides – Faculdade de Quatro Marcos
Ramôn da Silva Santos – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Reângela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima – Universidade Federal do Ceará
Rebeca Freitas Ivanicska – Universidade Federal de Lavras
Regina Márcia Soares Cavalcante – Universidade Federal do Piauí
Renan Gustavo Pacheco Soares – Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns
Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Ricardo Leoni Gonçalves Bastos – Universidade Federal do Ceará
Rodrigo da Rosa Pereira – Universidade Federal do Rio Grande
Rubia Katia Azevedo Montenegro – Universidade Estadual Vale do Acaraú
Sabrynnna Brito Oliveira – Universidade Federal de Minas Gerais
Samuel Miranda Mattos – Universidade Estadual do Ceará
Selma Maria da Silva Andrade – Universidade Norte do Paraná
Shirley Santos Nascimento – Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia
Silvana Carlotto Andres – Universidade Federal de Santa Maria
Silvio de Almeida Junior – Universidade de Franca
Tatiana Paschoalette R. Bachur – Universidade Estadual do Ceará | Centro Universitário Christus
Telma Regina Stroparo – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Thayla Amorim Santino – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Thiago Sebastião Reis Contarato – Universidade Federal do Rio de Janeiro
Tiago Silveira Machado – Universidade de Pernambuco
Valvenarg Pereira da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso
Vinícius Queiroz Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia
Virgínia Maia de Araújo Oliveira – Instituto Federal da Paraíba
Virginia Tomaz Machado – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras
Walmir Fernandes Pereira – Miami University of Science and Technology
Wanessa Dunga de Assis – Universidade Federal de Campina Grande
Wellington Alves Silva – Universidade Estadual de Roraima
William Roslindo Paranhos – Universidade Federal de Santa Catarina
Yáscara Maia Araújo de Brito – Universidade Federal de Campina Grande
Yasmin da Silva Santos – Fundação Oswaldo Cruz
Yuciara Barbosa Costa Ferreira – Universidade Federal de Campina Grande



2024 - Editora Ampla

Copyright © Editora Ampla

Editor Chefe: Leonardo Pereira Tavares

Design da Capa: Editora Ampla

Diagramação: Juliana Ferreira

Catálogo na publicação
Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

D583

Dinâmicas ambientais e recursos naturais: perspectivas globais e ações locais -
Volume I / Organização de Higor Brito. – Campina Grande/PB: Ampla, 2024.

Livro em PDF

ISBN 978-65-5381-200-0

DOI 10.51859/ampla.dar4100-0

1. Meio ambiente. 2. Biodiversidade. 3. Recursos naturais. 4. Ecologia. 5. Impacto ambiental. I. Brito, Higor (Organizador). II. Título.

CDD 577

Índice para catálogo sistemático

I. Meio ambiente

Editora Ampla
Campina Grande – PB – Brasil
contato@amplaeditora.com.br
www.amplaeditora.com.br



2024

PREFÁCIO

A compreensão das dinâmicas ambientais e dos recursos naturais, bem como suas interações com a sociedade, é fundamental para o desenvolvimento sustentável. Este volume, intitulado **Dinâmicas ambientais e recursos naturais: perspectivas globais e ações locais**, apresenta uma coletânea de estudos e pesquisas que abrangem uma vasta gama de temas nesta área de conhecimento.

O livro inicia com uma discussão sobre a construção de diretrizes internacionais para o combate às mudanças climáticas, estabelecendo o contexto global das políticas ambientais e as estratégias adotadas para mitigar os impactos dessas mudanças. Em seguida, explora-se a aplicação da sustentabilidade em organizações, apresentando uma análise prática da sustentabilidade corporativa e suas implicações econômicas, sociais e ambientais.

Segue-se uma discussão sobre as inovações biotecnológicas na agricultura e seus benefícios para a sustentabilidade. O impacto dessa prática é aprofundado com a análise das consequências ecológicas da agricultura e a necessidade de práticas agrícolas sustentáveis. Também são discutidos os efeitos adversos dos agroquímicos na saúde humana e no meio ambiente, destacando a necessidade de regulamentação e alternativas mais seguras.

A biodiversidade é tema central em capítulos que discutem as características e a importância das abelhas nativas para os ecossistemas brasileiros, e a importância dos conhecimentos tradicionais é abordada por meio de uma revisão sistemática sobre pescadores tradicionais de ambientes dulcícolas.

O estudo da diversidade de pimentas em uma feira livre ilustra a agrobiodiversidade local, enquanto a educação ambiental é destacada, enfatizando a necessidade de formar cidadãos conscientes para a proteção ambiental. O conforto e a saúde são abordados com a análise do bem-estar associado ao conforto térmico em construções residenciais, e a participação cidadã na gestão ambiental é discutida em uma revisão sobre a inserção do cidadão na nova governança pública.

A obra também inclui uma análise do turismo cultural sustentável como ferramenta para a conservação ambiental e valorização cultural, apresentando uma estratégia política para a preservação ambiental e garantia de direitos linguísticos e literários.

Técnicas específicas de recuperação ambiental são exploradas, abordando abordagens físico-químicas e biológicas aplicadas na recuperação de ambientes contaminados, além da importância do índice de integridade biótica no ecossistema aquático. O impacto do estresse ambiental nas plantas é analisado com estudos sobre estresse salino e aplicação de óxido nítrico em sementes.

O volume conclui com uma discussão sobre a aplicação de técnicas ambientais na área forense, destacando a importância da perícia criminal para a apuração de crimes envolvendo veículos e armas de fogo.

Esta coletânea visa proporcionar uma compreensão holística das dinâmicas ambientais e dos recursos naturais, oferecendo contribuições para acadêmicos, profissionais e formuladores de políticas públicas interessados na sustentabilidade e na gestão ambiental.

Convidamos todos a explorar e refletir sobre os temas apresentados, na esperança de que este livro inspire novas pesquisas.

Higor Brito

*Doutorando em Engenharia Civil e Ambiental
Mestre em Engenharia Civil e Ambiental
Especialista em Geoprocessamento
Engenheiro Civil*

SUMÁRIO

CAPÍTULO I - A CONSTRUÇÃO DAS DIRETRIZES INTERNACIONAIS PARA O COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	10
CAPÍTULO II - OS IMPACTOS DA APLICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM ORGANIZAÇÕES SOB A PERSPECTIVA DO TRIPLE BOTTOM LINE EM UMA FÁBRICA DE RECICLAGEM DE PLÁSTICO EM TIMON-MA	25
CAPÍTULO III - APLICAÇÕES DA BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA.....	43
CAPÍTULO IV - IMPACTOS DA AGRICULTURA NA BIODIVERSIDADE.....	51
CAPÍTULO V - IMPACTO DOS AGROTÓXICOS SOBRE A SAÚDE HUMANA E O MEIO AMBIENTE	58
CAPÍTULO VI - O ESTADO DA ARTE SOBRE AS ESPÉCIES <i>MELIPONA RUFIVENTRIS</i> E <i>MELIPONA ORBIGNYI</i> OCORRENTES NO CERRADO E NO PANTANAL.....	68
CAPÍTULO VII - PRETO E AMARELO: MELIPONÍNEOS DA AMAZÔNIA E DA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE.....	77
CAPÍTULO VIII - PESCADORES TRADICIONAIS DE AMBIENTES DULCÍCOLAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA.....	86
CAPÍTULO IX - DIVERSIDADE DE PIMENTAS ENCONTRADAS NA FEIRA LIVRE MUNICIPAL DE ALTA FLORESTA - MATO GROSSO.....	102
CAPÍTULO X - A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO PERSPECTIVA PARA MUDANÇA DE COMPORTAMENTO AMBIENTAL EM ESCOLARES.....	110
CAPÍTULO XI - O BEM-ESTAR ASSOCIADO AO CONFORTO TÉRMICO EM CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS.....	118
CAPÍTULO XII - REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA SOBRE A INSERÇÃO DO CIDADÃO NA NOVA GOVERNANÇA PÚBLICA .	126
CAPÍTULO XIII - TURISMO CULTURAL SUSTENTÁVEL PARA O PARQUE ESTADUAL DE CANUDOS, BAHIA (BRASIL): UMA ESTRATÉGIA POLÍTICA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL E GARANTIA DE DIREITOS LINGÜÍSTICOS E LITERÁRIOS.....	143
CAPÍTULO XIV - ABORDAGENS FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS APLICADAS NA RECUPERAÇÃO DE AMBIENTES CONTAMINADOS POR CÁDMIO E CHUMBO.....	155
CAPÍTULO XV - A IMPORTÂNCIA DO ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA NO ECOSISTEMA AQUÁTICO: REVISÃO SISTEMÁTICA.	168
CAPÍTULO XVI - ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO DE ÓXIDO NÍTRICO EM SEMENTES DE MAMÃO.....	181
CAPÍTULO XVII - EFEITO DO ÓXIDO NÍTRICO NO VIGOR DE SEMENTES DE FEIJÃO CRIOULO SOB ESTRESSE SALINO	193
CAPÍTULO XVIII - EXAME METALOGRAFICO NA PERÍCIA CRIMINAL PARA A APURAÇÃO DE CRIMES ENVOLVENDO VEÍCULOS E ARMAS DE FOGO.....	205

CAPÍTULO I

A CONSTRUÇÃO DAS DIRETRIZES INTERNACIONAIS PARA O COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

THE CONSTRUCTION OF INTERNATIONAL GUIDELINES TO COMBAT CLIMATE CHANGE

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-1

Ariane Maria Castro Monteiro ¹

Igor de Farias Silva ²

Karina Ribeiro Salomon ³

Manoel Mariano Neto ⁴

¹ Bacharela em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

² Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

³ Professora Associada IV do Centro de Tecnologia (CTEC). Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

⁴ Professor Adjunto do Centro de Tecnologia (CTEC). Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

RESUMO

A relação entre o homem e a natureza mudou drasticamente com a Revolução Industrial e a mudança do clima passou a constituir um arranjo de causas e efeitos que congregam a maior crise enfrentada pela humanidade. Dessa maneira, este trabalho teve por objetivo identificar as diretrizes internacionais para o combate às mudanças climáticas, bem como descrever a construção histórica desses instrumentos. Para tanto, adotou-se o recorte temporal correspondente ao interstício de 1972 a 2022, e foi empregada a pesquisa documental. Utilizou-se ainda da pesquisa bibliográfica acerca da temática, de modo a possibilitar a construção de discussões. Observou-se que o percurso traçado até o momento é caracterizado por avanços e limitações quanto ao atendimento compromissos globais. A transparência, a colaboração internacional e a prontidão em adotar medidas concretas são essenciais para lidar com a crise climática e alcançar um futuro sustentável. É imperativo que as partes envolvidas mantenham um compromisso constante para consolidar os avanços e superar os desafios que ainda persistem.

Palavras-chave: Governança climática. Políticas públicas. Meio Ambiente. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The relationship between man and nature changed drastically with the Industrial Revolution and climate change began to constitute an arrangement of causes and effects that bring together the biggest crisis facing humanity. This work aimed to identify international guidelines for combating climate change, as well as describe the historical construction of these instruments. To this end, the time frame corresponding to the interstice from 1972 to 2022 was adopted, and documentary research was used. Bibliographical research on the topic was also used, in order to enable the construction of discussions. It was observed that the path outlined so far is characterized by obstacles and progress in meeting global commitments. Transparency, international collaboration and a readiness to take concrete action are essential to address the climate crisis and achieve a sustainable future. It is imperative that the parties involved maintain a constant commitment to consolidate progress and overcome the challenges that still persist.

Keywords: Climate governance. Public policy. Environment. Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

A forma com a qual o ser humano existe e se relaciona com a natureza começou a mudar drasticamente a partir do final do século XVIII e início do século XIX. Dentre os fatos que caracterizam esse cenário, está o acelerado avanço tecnológico, o crescimento populacional, e o desenvolvimento econômico, que ocorreu de modo a impactar negativamente o meio ambiente (Zanirato, 2016).

Dado isso, constata-se processos como a poluição dos corpos hídricos, o aumento de gases do efeito estufa, a contaminação do solo, a degradação de ecossistemas, e o aumento de eventos climáticos extremos (Sanchez, 2020). Adicionado a outros fatores, os impactos nos sistemas humanos permeiam na escassez de água e produção de alimentos, na saúde e qualidade de vida, e ainda em cidades, povoados e infraestruturas (IPCC, 2021).

A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano - Conferência de Estocolmo (1972) foi o marco para o início das discussões para deliberações internacionais acerca das causas e consequências da ação antrópica sobre o planeta (Sales, 2010). A partir desse ponto, seguiram uma série de acontecimentos, como a criação de conferências, acordos, órgãos, programas, planos, legislações, e outros que viriam a criar e consolidar as metas sobre ações de adaptação e mitigação dos impactos humanos sobre o meio ambiente (Moura, 2016).

Apesar dos esforços para a consolidação de tal cenário institucional, a ação antrópica resultou na mudança do clima, a qual está associada ao aquecimento global, alterando a duração, frequência, distribuição espacial, intensidade e sincronismo dos eventos meteorológicos extremos. Dessa maneira, os resultados seriam condições adversas nunca observadas, colocando em risco o ambiente propício para a permanência da humanidade na Terra (IPCC, 2012).

Hoje, a governança climática internacional é estruturada pela Organização das Nações Unidas (ONU), contando com importantes pactos como a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), Agenda 2030 e Acordo de Paris. E ainda, ferramentas como as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDC), as Ações de Mitigação Nacionalmente Apropriadas (NAMA), Planos Nacionais de Adaptação (NAP), entre outros.

O Brasil, sendo um Estado-membro da ONU, tem tornado a política nacional sobre o tema mais robusta ao longo dos anos. Para tanto, foram criados importantes decretos que estabelecem organizações, ferramentas e, principalmente, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187/2009 (Brasil, 2009).

Os impactos das mudanças do clima já resultaram no aumento de temperatura de até 2,5 °C na região costeira do Brasil, entre 1901 e 2012; no aumento na ocorrência, intensidade e influência dos eventos de El Niño (Brasil, 2016); e outros eventos que só tendem a se agravar, segundo os dados do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2013). Ao passo que isso ocorre, questiona-se se os esforços nacionais para adaptação e mitigação dos efeitos desse cenário estão sendo suficientes para garantir a qualidade de vida e redução de vulnerabilidade climática dessa e das próximas gerações.

Sendo assim, esse trabalho teve por objetivo identificar as diretrizes internacionais para o combate às mudanças climáticas, bem como descrever a construção histórica desses instrumentos. Para tanto, adotou-se o recorte temporal correspondente ao interstício de 1972 a 2022, e foi empregada a pesquisa documental, realizada a partir dos decretos, planos e órgãos nacionais responsáveis pelo tema. Utilizou-se ainda da pesquisa bibliográfica acerca da temática, de modo a possibilitar a construção de discussões.

2. DIRETRIZES INTERNACIONAIS (1970-1990)

Logo após o início das discussões acerca do impacto da humanidade sobre o planeta, delimitadas pela Conferência de Estocolmo, em 1972, e o Relatório Brundtland, de 1987, houve a criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), em 1988, e a publicação de seu primeiro relatório, em 1990. Tais acontecimentos foram o estopim para uma série de avanços na pauta climática.

Nesse contexto, elucida-se que o Protocolo de Montreal (PM), de 1990, surgiu por meio da Convenção de Viena (1987), sendo um tratado internacional assinado pelos 197 Estados Partes da ONU, a fim de reduzir a produção e consumo até a completa eliminação de substâncias que destroem a camada de ozônio (SDOs) (Protocolo de Montreal, 2017).

Tal tratado é citado como sendo um dos mais exitosos, visto que após a sua adoção em 1989, de fato incentivou os países para uma eliminação de cerca de 99% do uso de SDOs (UNEP, 2021). Ainda, foi retratado que os primeiros sinais de recuperação da camada foram vistos em 2016, mas que ainda é necessário o compromisso com o Protocolo para que em 2050, a camada de ozônio retorne aos níveis que apresentava em 1980 (Trebucq, 2017).

Apesar de tal avanço, os três painéis de avaliação científica do Protocolo, alertaram para o aumento inesperado nos últimos anos das emissões de triclourofluorometano (CFC-11), um SDO, devido à produção ilegal (UNEP, 2021). Este componente é utilizado em espumas de poliuretano, no qual uma molécula de CFC-11 pode destruir mais de 100 mil moléculas de ozônio e permanecer por cerca de 74 anos na atmosfera (Trebucq, 2017).

Os desafios seguem, visto que os hidrofluorcarbonos (HFC) utilizados para substituir os até então identificados SDOs, são gases de efeito estufa que aquecem o planeta até 12 mil vezes mais do que o CO₂ (UNEP, 2021). Para tanto, a Emenda Kigali (2016) entrou em vigor em 2019, e foi ratificada por 123 países, com a premissa de reduzir entre 80 e 85% a produção e consumo dos HFCs até 2045 (Lacombe, 2022), substituindo-os por outros, que não contribuam para o aquecimento global (Rede Kigali, 2023).

Após o Protocolo de Montreal, tem-se como marco a Rio 92, o qual foi um espaço da ratificação da UNFCCC. Esta, congrega uma série de compromissos pelas Partes, levando em consideração a premissa de responsabilidades comuns, porém, diferenciadas (Figura 1).

Figura 1 – Compromissos assumidos pelas partes na ratificação da UNFCCC



Fonte: MMA (2008). Elaborado pelos autores.

Dado esse panorama dos avanços da UNFCCC, e voltando à Rio-92, essa também ratificou a Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD), Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD) e subsidiou o lançamento da Agenda 21. As Convenções e seus acordos atuam de maneira integrada com a Agenda 21, um compromisso assinado pelas Partes que constitui-se de um instrumento para o planejamento da construção de sociedades sustentáveis para o século XXI (MMA, 2023).

A CBD tem como objetivo a conservação e uso sustentável da biodiversidade, a repartição justa e equitativa do acesso e utilização dos recursos genéticos, a transferência de tecnologias relevantes, e o financiamento apropriado (CBD, 1992). Já a UNCCD visa combater a desertificação e mitigar os efeitos de secas graves e/ou desertificação, por meio de NAPs, Programas de Ação Sub-regionais (SRAPs) e Regionais (RAP) (UNCCD, 2022).

No âmbito da UNFCCC, a Conferência das Partes teve início em 1995 (COP 1) em Berlim, Alemanha, onde foi firmado o Mandato de Berlim, que requisitava aos governos dos países desenvolvidos, o estabelecimento de metas e cronogramas específicos e legalmente obrigatórios para reduzir as emissões de gases de efeito estufa (UNFCCC, 2000). O documento ainda estabelecia um grupo *Ad hoc* para redigir um protocolo ou outro instrumento legal a ser adotado na COP 3 (1997).

Enquanto isso, o IPCC publicou o Segundo Relatório de Avaliação, em 1995, que ficou amplamente conhecido por concluir que "o equilíbrio das evidências sugere que existe uma influência humana perceptível no clima global" (PCC, 1995, p. 22). Ainda, colocou em pauta as chamadas opções sem arrependimento e outras estratégias econômicas para combater a mudança climática, as quais foram discutidas em Genebra, Suíça na COP 2 (1996) (IPCC, 1995).

Com tal respaldo, o principal marco da COP 3 (1997) em Kyoto, Japão, foi a assinatura de 84 países pelo Protocolo de Kyoto, o qual estabeleceu metas para o controle da emissão de GEEs, visando a redução de 5,2%, em relação a 1990, pelos países industrializados, entre 2008 a 2012, também chamado de primeiro período de compromisso (Agência Senado, 2023).

Para tanto, em detrimento da capacidade de atingir tal meta, cada Parte dos países desenvolvidos negociou sua redução ou limitação de emissões sob o Protocolo. Mas como maneira de auxiliar nesse processo, o Protocolo disponibilizou três mecanismos de flexibilização, sendo eles: o Comércio de Emissões, a Implementação Conjunta, e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) (MMA, 2008).

Para entrar em vigor, o Protocolo necessitava da ratificação de, no mínimo, 55% dos países membros da UNFCCC, responsáveis por aproximadamente 55% do total das emissões de 1990, mas isso só veio ocorrer em 2005, (MMA, 2023).

Assim, pode-se analisar que foram necessários dois anos para o processo de negociação do Protocolo sob o Mandato de Berlim (1995-1997), mais 8 anos para entrar em vigor após ter sido acordado, em 1997. Tendo em vista que foram 10 anos até o Protocolo entrar em vigor, haveria um curto espaço de tempo até que fosse necessário renovar o acordo para o período pós-2012. Assim, inicia-se o período de negociações e acordos dos anos 2000.

3. DIRETRIZES INTERNACIONAIS (2000-2010)

As negociações para o próximo acordo iniciaram-se imediatamente em 2005, na COP 11 (Montreal), com o auxílio do Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Compromissos Adicionais para Partes, processo este que perdurou até 2015. O primeiro ponto claro entre os negociadores é que os países desenvolvidos não conseguiam ver um regime

climático futuro que não tivesse compromissos juridicamente vinculados aos países em desenvolvimento, mas com rápido crescimento (Van Der Gaast, 2017).

Isso também tem como respaldo o fato de que as informações científicas sobre mudanças climáticas e seus potenciais danos tornaram-se muito mais detalhados e convincentes, como abordado no 4º Relatório do IPCC (2007). Assim, na COP 13 (2007) foi estabelecido o Roteiro de Bali, o qual contém o Plano de Ação de Bali, traçando um novo processo de negociação para chegar a um acordo e adotá-lo.

Na COP 13, foi decidido que o processo seria conduzido por um órgão subsidiário da Convenção, o Grupo de Trabalho *Ad Hoc* sobre Ação Cooperativa de Longo Prazo (AWG-LCA), o qual teria que concluir as negociações em 2009 na COP 15, a ser realizada em Copenhague, com um regime de política climática acordado para o período após 2012 (Van Der Gaast, 2017).

Contudo, apesar de terem sido preparados documentos pela AWG-LCA e AWG-KP, e todo o processo de discussões e negociações, as Partes não entraram em um consenso quanto ao Acordo de Copenhague. Este, não foi oficializado juridicamente, então precisou esperar para a aceitação formal pela COP em uma sessão posterior.

No entanto, a Decisão 2 da COP 15, que discorre sobre o Acordo de Copenhague, estabelece importantes fatores para as próximas negociações, como a afirmação de que as Partes não incluídas no Anexo I irão implementar ações de mitigação e teriam que submeter suas metas e ações ao Secretariado da UNFCCC até 31 de janeiro de 2010 (COP, 2010).

4. DIRETRIZES INTERNACIONAIS (2010-2022)

Além disso, foi estabelecido que os países desenvolvidos iriam, naquele momento, até 2020 mobilizar US \$100 bilhões por ano como financiamento de fontes públicas e privadas para ajudar os países em desenvolvimento a reduzir as emissões e se adaptar às mudanças climáticas (Parsons, 2019). A partir de então, uma nova década se renova para a continuidade de discussões e acordos (Figura 2).

Figura 2 – Diretrizes internacionais (2010-2022)



Fonte: Moiola (2022) e Iberdrola (2022). Elaborado pelos autores.

A COP 16 (2010), realizada em Cancún, foi o espaço para a assinatura de diversos acordos que contemplam as áreas de transferência tecnológica (*Technology Mechanism*), financiamento (*Green Climate Fund e Fast start finance*), adaptação (Estrutura de Adaptação de Cancún), além de relatoria quanto os Níveis de Referência de Manejo Florestal (FMRP) (UNFCCC, 2011).

Apesar dos avanços de Cancún, três anos após Bali, ainda não se havia chegado em uma política climática futura. A COP 17, em Durban (2011), tentou retomar as negociações acerca da segunda fase do Protocolo de Kyoto (2013 - 2020), e para tanto deliberou a criação do Grupo de Trabalho *Ad Hoc* da Plataforma de Durban para Ação Aprimorada (AWG-ADP), com o objetivo de desenvolver um instrumento legal aplicável a todas as Partes, a ser concluído em 2015, na COP 21, e que entre em vigor em 2020 (UNFCCC, 2012).

Até chegar em 2020, as negociações seguiram avançando sob outras frentes. Houve mais uma tentativa de continuidade do Protocolo de Kyoto em Doha (COP 18 - 2013), mas não se obteve assinaturas suficientes para a intitulada Emenda de Doha.

Em 2013, na Varsóvia, foi instituído incentivo financeiro pela Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+), além do Mecanismo Internacional de Varsóvia para Perdas e Danos associados aos Impactos das Mudanças Climáticas (Mecanismo de Perdas e Danos) (Van Der Gaast, 2017).

Com isso, chegamos em Paris (COP 21 - 2015) com um bom arcabouço de ferramentas que auxiliam ações de mitigação e adaptação. Para dar conclusão a todo o processo de implementação de um marco regulatório pós-Protocolo de Quioto, foi instituído o Acordo de Paris, e seus instrumentos.

Agregado ao Acordo de Paris, também foi instituída a Agenda 2030, constituída pelos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), dos quais se destaca o ODS 13, que discorre sobre a exigência de se ter uma ação urgente para lidar com a mudança climática e seus efeitos (IPEA, 2019).

A COP 24, realizada em 2018 na Polônia, reuniu tomadores de decisões para a consolidação e lançamento do Livro de Regras de Paris, ou seja, regras e diretrizes para a implementação do Acordo de Paris, visando a facilitação e consequente maior engajamento e organização (Parsons, 2019).

Ainda de forma a promover transparência, rastreabilidade e estimular uma acelerada ação climática, foi delimitado na COP 25 (Espanha – 2019) que as metas contidas nas NDCs de todos os países tenham um período comum, visto que dentre as NDCs enviadas, as metas eram colocadas para 2025 e outras até 2030 (Parsons, 2019).

A COP 26, realizada em Glasgow (2020), foi palco para o Pacto Climático de Glasgow, estabelecido entre os países que fazem parte do Acordo de Paris. Dentre as exigências, há a necessidade de que todas as Partes estabeleçam metas mais ambiciosas de redução de emissões para 2030, visto que, apesar de estarem sendo submetidas NDCs, existe uma lacuna entre as projeções advindas das NDCs e o que é necessário para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C (Fransen, 2022).

Atrelado a isto, o Pacto solicita que haja um alinhamento entre as metas de redução de emissões atreladas às NDCs, com o que está disposto nas Estratégias de Longo Prazo, visando estruturar uma jornada para um futuro com emissões líquidas zeradas até 2050. Para tanto, fomenta a revisão e atualização das estratégias, devendo ser avaliadas e publicadas por meio de um relatório-síntese pelo secretariado da UNFCCC (Fransen, 2022).

Todo o processo foi reforçado pelo lançamento do Sexto Relatório do IPCC, que consta que o aquecimento já chegou a 1,1 °C. Com isso, foi delimitado que os países devem realizar “a redução gradual da energia gerada pelo carvão sem abatimento de

emissões e a eliminação gradual dos subsídios para combustíveis fósseis” (Fransen, 2022, p. 1).

Outro grande marco que reforçou uma necessidade já pontuada na trajetória de discussões, foi a assinatura da Declaração para o uso de florestas e terras por 110 países, que representam 85% das florestas do planeta. Desta forma, com investimentos públicos e privados de US \$19,2 bilhões, o acordo visa zerar o desmatamento até 2030, além de estabelecer medidas de restauração, facilitar o comércio sustentável e políticas de desenvolvimento (Casa ONU Brasil, 2021).

Em complementação, também foi lançado o Pacto Global do Metano, no qual mais de 100 países se comprometeram com uma redução coletiva de 30% das emissões de metano até 2030. Mesmo com os compromissos setoriais voluntários da COP 26 (metano, desmatamento e outros), o planeta ainda é levado para um aquecimento de 2,4°C, necessitando de mais ambição de todas as partes (Unterstell; Martins, 2022).

Acerca do financiamento de US \$100 milhões a partir de 2020 prometido na COP 15, ainda não havia sido cumprido, sendo disponibilizados anualmente apenas US \$80 bilhões. Portanto, determinou-se que na COP (27) os países deveriam apresentar metas de financiamento mais ambiciosas, em especial para adaptação (Massod, 2021).

Com isso, a COP 27, de *Sharm El Sheik*, Egito (2022), teve como principais resultados o estabelecimento de regras para o mercado de carbono, o estímulo para implementação de soluções baseadas na natureza, e revisão dos fundos de financiamento. Apesar disso, houve um retrocesso com a extensão da redução gradual para todos os combustíveis fósseis, uma proposta que ganhou apoio de 80 países, e ainda se manteve a urgência pela a implementação de metas mais ambiciosas de redução de emissões (Alaysa, 2022).

Cabe ressaltar que é imprescindível que as instituições vinculadas a tais avanços disponibilizem um acesso mais unificado, simplificado e traduzido dos dados do progresso tido até então quanto às discussões internacionais, além de deixar evidente quais são as diretrizes vigentes e o avanço das partes para o cumprimento destas. Tal medida de transparência também é crucial para o engajamento dos profissionais do poder público, instituições privadas e da sociedade civil.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mudança do clima constitui um arranjo de causas e efeitos que congregam a maior crise enfrentada pela humanidade, necessitando de eficaz e rápida ação de mitigação e adaptação. Para isso, foi construído ao longo de 50 anos, da Conferência de Estocolmo em 1972 à COP 27 em 2022, um arcabouço de diretrizes, respaldo científico, tecnologias e fundos econômicos que deu base e impulsionou a transição de países e organizações para uma realidade mais sustentável.

A trajetória evidencia que houve desafios, como a dificuldade em alcançar consensos, como a não-formalização do Acordo de Copenhague, na COP 15, em 2009. Mesmo com o estabelecimento de importantes diretrizes para as negociações futuras, a complexidade das relações entre países desenvolvidos e em desenvolvimento foi um obstáculo na primeira década do século XXI.

A virada do século trouxe avanços significativos, que acarretaram a assinatura do Acordo de Paris, em 2015. Este acordo, em paralelo com a Agenda 2030 e os ODS, representaram uma resposta global mais ampla às mudanças climáticas. A COP 26, em 2020, e a posterior criação do Pacto Climático de Glasgow demonstram uma constância na busca por metas mais ambiciosas e estratégias para alcançar emissões zero até 2050.

Todavia, os obstáculos persistiram, a exemplo da lacuna no financiamento prometido na COP 15 e a necessidade de enfrentar retrocessos, como a extensão da redução gradual para todos os combustíveis fósseis na COP 27 em 2022 são exemplos.

O percurso traçado até o momento está caracterizado por progressos e limitações quanto aos compromissos globais. A transparência, a colaboração internacional e a prontidão em adotar medidas concretas são essenciais para lidar com a crise climática e alcançar um futuro sustentável. É imperativo que as partes envolvidas mantenham um compromisso constante para consolidar esses avanços e superar os desafios que ainda persistem.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA SENADO. **Protocolo de Kyoto**. 2022. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/protocolo-de-kyoto>. Acesso em: 05 fev. 2023.

- ALAYZA, N.; BHANDARI, P.; BURNS, D.; COGSWELL, N.; ZOYSA, K.; FINCH, M.; FRANSEN, T.; GONZALEZ, M. L.; KRISHNAN, N.; LANGER, P.; LARSEN, G.; SROUJI, J.; WARSZAWSKI, N.; WASKOW, D. **COP27: Principais resultados e perspectivas para 2023**. 2022. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/cop27-principais-resultados-e-perspectivas-para-2023>. Acesso em: 05 fev. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 12187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 05 fev. 2023.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/arquivos-biomas/plano-nacional-de-adaptacao-a-mudanca-do-clima-pna-vol-i.pdf>. Acesso em: 07 fev. 2022.
- CASA ONU BRASIL. **Líderes mundiais firmam compromisso histórico pela proteção de florestas na COP26**. 2021. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/156668-lideres-mundiais-firmam-compromisso-historico-pela-protecao-de-florestas-na-cop26>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- CONFERENCE OF THE PARTIES (COP). **Report of the Conference of the Parties on its eighteenth session, held in Doha from 26 November to 8 December 2012 Addendum**. 2013. Disponível em: https://unfccc.int/event/cop-18#decisions_reports. Acesso em: 29 de jan. 2024.
- CONFERENCE OF THE PARTIES (COP). **Report of the Conference of the Parties on its fifteenth session, held in Copenhagen from 7 to 19 December 2009**. 2010. Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/2009/cop15/eng/11a01.pdf#page=4>. Acesso em: 05 fev. 2023.
- CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY (CBD). **Text of the Convention**. 1992. Disponível em: <https://www.cbd.int/convention/text/>. Acesso em: 06 fev 2023.
- FRANSEN, T.; ROSS, K.; SROUJI, J. **Entenda como o Pacto Climático de Glasgow planeja reduzir as emissões**. 2022. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/entenda-como-o-pacto-climatico-de-glasgow-planeja-reduzir-emissoes>. Acesso em: 06 fev 2023.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - Ação Contra a Mudança Global do Clima**. 2019. Disponível em: ipea.gov.br/ods/ods13.html. Acesso em: 10 fev. 2023.

- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation**. 2012. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/managing-the-risks-of-extreme-events-and-disasters-to-advance-climate-change-adaptation/>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Glossary (IPCC SR1.5)**. 2018. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/sr15_glossary.pdf. Acesso em: 05 nov. 2022.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **SIPCC Second Assessment Climate Change** 1995. Disponível em: <https://archive.ipcc.ch/pdf/climate-changes-1995/ipcc-2nd-assessment/2nd-assessment-en.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Summary for Policymakers (AR6 IPCC)**. 2021. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/downloads/report/IPCC_AR6_WGII_SummaryForPolicymakers.pdf. Acesso em: 05 nov. 2022.
- LACOMBE, F.; LOPES, A. **Emenda de Kigali é aprovada no Senado Federal**. Setor AVAC-R comemora o avanço. 2022. Disponível em: <https://abrava.com.br/emenda-de-kigali-e-aprovada-no-senado-federal-setor-avac-r-comemora-o-avanco/>. Acesso em: 04 fev. 2023.
- MASOOD, E.; TOLLEFSON, J. 'COP26 hasn't solved the problem': scientists react to UN climate deal. **Nature**, v. 599, p. 355, 2021.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Agenda 21 Global**. 2023. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global.html>. Acesso em: 05 fev. 2023.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **III Conferência Nacional do Meio Ambiente - Caderno de Debate**. 2008. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/participacao/images/pdfs/conferencias/Meio_ambiente_III/texto_base_3_conferencia_meio_ambiente.pdf. Acesso em: 05 fev. 2023.
- MOURA, A. M. M. **Trajetória da Política Ambiental Federal no Brasil**. In: _____. Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas. IPEA. Brasília, 2016. p. 13-43.
- PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMC). **Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas: Sumário Executivo do GT2**. Rio de Janeiro, 2013.

- PARSONS, S; ZABARENKO, D. **Your COP25 Dictionary: Making Sense of the Jargon**. 2019. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/your-cop25-dictionary-making-sense-jargon>. Acesso em: 06 fev. 2023.
- PROTOCOLO DE MONTREAL (PM). **Quem Somos**. 2017. Disponível em: <https://www.protocolodemontreal.org.br/site/quem-somos/protocolo-de-montreal/sobre-o-protocolo-de-montreal>. Acesso em: 04 fev. 2023.
- REDE KIGALI. **Emenda de Kigali**. 2023. Disponível em: <https://kigali.org.br/emenda-de-kigali/>. Acesso em: 04 fev. 2023.
- SALES, R. M. M.; SALES, L. G. L. Do Contexto da Crise Ambiental à Transformação do Território: As Etapas da Relação Sociedade/Natureza ao Longo do Tempo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 5, p. 31 - 37, 2010.
- SANCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 3 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.
- TREBUCQ, D. **Longa vida ao Protocolo de Montreal**. 2017. Disponível em: https://www.protocolodemontreal.org.br/site/images/noticias/Longa_vida_ao_Protocolo_de_Montreal.pdf. Acesso em: 4 fev. 2023.
- UNITED NATIONS CONVENTION TO COMBAT DESERTIFICATION (UNCCD). **Sub-regional Action Programmes (SRAPs) for Africa region**. 2022. Disponível em: <https://www.unccd.int/resources/other/sub-regional-action-programmes-sraps-africa-region>. Acesso em: 06 fev. 2023.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Como o mundo se uniu para reconstruir a camada de ozônio**. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/como-o-mundo-se-uniu-para-reconstruir-camada-de-ozonio>. Acesso em: 04 fev. 2023.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **A Brief History of the Climate Change Convention**. 2000. Disponível em: <https://unfccc.int/cop3/fccc/info/backgrod.htm>. Acesso em: 05 fev. 2023.
- UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action (ADP)**. 2012. Disponível em: <https://unfccc.int/process/bodies/bodies-that-have-concluded-work/ad-hoc-working-group-on-the-durban-platform-for-enhanced-action-adp#Additional-information-on-the-work-of-the-ADP>. Acesso em: 05 fev. 2023.

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC). **Cancun Agreements**. 2011. Disponível em: <https://unfccc.int/process/conferences/pastconferences/cancun-climate-change-conference-november-2010/statements-and-resources/Agreements>
Acesso em: 05 fev. 2023.

UNTERSTELL, N.; MARTINS, N. **NDC do Brasil: Avaliação da atualização submetida à UNFCCC em 2022**. 2022. Disponível em: www.institutotalanoa.org/documentos.
Acesso em: 10 fev. 2023

VAN DER GAAST, W. **International Climate Negotiation Factors**. Berlim: Springer, 2017.

ZANIRATO, S. H.; ROTONDARO, T. Consumo, um dos dilemas da sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 30, p. 77-92, 2016.

CAPÍTULO II

OS IMPACTOS DA APLICAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM ORGANIZAÇÕES SOB A PERSPECTIVA DO TRIPLE BOTTOM LINE EM UMA FÁBRICA DE RECICALGEM DE PLÁSTICO EM TIMON-MA

THE IMPACTS OF THE APPLICATION OF SUSTAINABILITY IN ORGANIZATIONS FROM THE PERSPECTIVE OF THE TRIPLE BOTTOM LINE IN A PLASTIC RECYCLING FACTORY IN TIMON-MA

DOI: 10.51859/amplla.dar4100-2

Rhubens Ewald Moura Ribeiro ¹
Michelle Carvalho de Sousa Costa ²

¹ Docente do Centro Universitário Santo Agostinho – UNIFSA. rhubens.ribeiro@gmail.com

² Discente do Centro Universitário Santo Agostinho – UNIFSA michellecarvalho5970@gmail.com

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar os impactos da aplicação da sustentabilidade em organizações (SEO) sob a perspectiva do triple bottom line (TBL) em uma fábrica de reciclagem de plástico em Timon-MA. Buscou-se descrever o processo produtivo de reciclagem e produção da matéria-prima bem como, identificar as práticas de sustentabilidade em organizações na presente fábrica de reciclagem e, ainda, propor ações e estratégias que pudessem contribuir com o desenvolvimento contínuo de práticas de sustentabilidade em organizações com o uso do triple bottom line na fábrica de reciclagem de plástico. Teve como metodologia uma abordagem qualitativa de natureza aplicada, com estratégia de estudo de caso único, tendo como técnica de coleta de dados a pesquisa documental e observação direta. Como principais resultados foi possível conhecer por dentro o processo produtivo, os impactos e externalidades positivas que a organização gera para a sociedade. Esta pesquisa pode servir como fonte de pesquisa e benchmark sobre o assunto para outros pesquisadores e profissionais.

Palavras-chave: Reciclagem de plástico. Sustentabilidade nas Organizações. TBL. Triple Bottom Line.

ABSTRACT

The present research aimed to analyze the impacts of applying sustainability in organizations (SEO) from the perspective of the triple bottom line (TBL) in a plastic recycling factory in Timon-MA. We sought to describe the productive process of recycling and production of raw materials, as well as identifying sustainability practices in organizations in this recycling factory and, also, propose actions and strategies that could contribute to the continuous development of sustainability practices in organizations using the triple bottom line in the plastic recycling plant. Its methodology was a qualitative approach of an applied nature, with a single case study strategy, using documentary research and direct observation as a data collection technique. As main results, it was possible to gain insight into the production process, the positive impacts and externalities that the organization generates for society. This research can serve as a source of research and benchmark on the subject for other researchers and professionals.

Keywords: Plastic recycling. Sustainability in Organizations. TBL. Triple Bottom Line.

1. INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento do capitalismo e as mudanças econômicas e sociais decorrentes, surgiu uma nova perspectiva para as empresas sob um olhar sustentável, gerando um maior comprometimento com as questões socioambientais, dentre eles a utilização dos recursos naturais e do compromisso com as gerações futuras passando a adotar medidas de preservação do meio ambiente, mantendo o equilíbrio e a integração com eficiência econômica, meio ambiente e a equidade social (KIST; BELLEN 2022).

As empresas são diariamente estimuladas a desenvolverem novas estratégias que incorporem o desenvolvimento sustentável aprimorando seus processos produtivos, redução de custos, desperdício, reduzindo os impactos ambientais e atendendo as necessidades do mercado consumidor. Dessa forma, pensar sustentabilidade nas organizações e seus impactos a partir de um modelo que englobe eficiência econômica, equilíbrio do meio ambiente e equidade social, como proposto pelo Triple Bottom Line (TBL) exige das empresas estratégias e uma visão holística para tomadas de decisões e assim obter o sucesso empresarial.

O desenvolvimento sustentável é alicerçado nos pilares econômico, social e ambiental e na busca constante do equilíbrio da utilização dos recursos naturais sem comprometer as gerações futuras, nesse sentido as empresas, organizações tem com uma de suas obrigações a busca por soluções que reduza os impactos ambientais e tenham o comprometimento com a responsabilidade social buscando estratégias de concretização e satisfação dos critérios de sustentabilidade (RIBEIRO, 2013).

Em decorrência do crescimento populacional, dos avanços tecnológicos, do desenvolvimento econômico, das exigências do mercado e aumento do consumo surge a necessidade das organizações situadas em um ambiente de alta competitividade devolverem estratégias que possibilitem a controlar a geração e destinação dos seus resíduos e ainda minimizando os impactos ambientais. As empresas são instigadas a oferecer ao mercado consumidor bens e serviços com maior valor perceptível.

Desta forma, investigou-se o seguinte problema de pesquisa: quais os impactos da aplicação da sustentabilidade em organizações (SEO) sob a perspectiva do triple bottom line (TBL) e as implicações econômicas, sociais e ambientais à empresa de reciclagem de plástico localizada em Timon-MA? Do qual decorreram os objetivos geral

de “analisar os impactos da aplicação da sustentabilidade em organizações (SEO) sob a perspectiva do triple bottom line (TBL) em uma fábrica de reciclagem de plástico em Timon-MA” e os específicos de “descrever o processo produtivo de reciclagem e produção da matéria-prima na fábrica de reciclagem de plástico em Timon-MA; identificar as práticas de sustentabilidade em organizações adotadas na fábrica de reciclagem de plástico em Timon-MA; e propor ações que pudessem contribuir com o desenvolvimento contínuo de práticas de sustentabilidade em organizações com o uso do triple bottom line (TBL) na fábrica de reciclagem de plástico em Timon-MA.

A relevância da pesquisa se dá pelo fato de que as organizações empresariais, em especial as fábricas de reciclagem, possuem um papel fundamental no desenvolvimento econômico, social e ambiental, tanto do âmbito local como regional e nacional. Desta forma, a pesquisa justifica-se pela importância de se analisar os impactos da aplicação da sustentabilidade em organizações sob a perspectiva do triple bottom line em empresas reais e locais, para que seja possível desenvolver ações para potencializar os resultados e impactos positivos da organização objeto de estudo.

2. SUSTENTABILIDADE EM ORGANIZAÇÕES

Na sociedade contemporânea, a adesão por parte das mais diversas organizações por um modelo sustentável vem crescendo diariamente à medida que aumentam as exigências mercadológicas, a competitividade na busca por novas formas de produzir bens e serviços que gerem mais qualidade de vida com menor quantidade de recursos naturais consumidos, bem como a consciência coletiva sobre os graves problemas ambientais (NOBRE; LOURENÇO; FAGUNDES, 2010; RIBEIRO, 2013).

Assim, o aceleramento do sistema de produção capitalista, as empresas, bem como a sociedade, vêm incorporando os conceitos de sustentabilidade na busca de apresentar soluções e medidas de prevenção sobre problemas ambientais ocasionados e potencializados por suas ações e por seus padrões de vida incompatíveis com o processo de regeneração do meio ambiente e do próprio planeta (BELLEN, 2006).

Sobre sustentabilidade, muitos são os conceitos trazidos na literatura sempre atrelados ao conceito de desenvolvimento sustentável, utiliza-se tanto a expressão desenvolvimento sustentável como a expressão sustentabilidade empresarial, o que torna tudo mais dinâmico e em constante evolução (FROEHLICH; BITENCOURT, 2016).

Seu conceito começou a se formar em meados de 1972 a partir da realização da primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente, em Estocolmo, na Suécia abordando questões relacionadas à degradação ambiental; publicações do Clube de Roma, como *The Limits to Growth* (MEADOWS; MEADOWS; RANDERS; BEHRENS, 1972); na década de 1980 com o Relatório Brundland intitulado: *Nosso Futuro Comum*, elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD; em 1992 tem-se, ainda, a Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Eco-92 ou Rio-92, no Rio de Janeiro. Tornando-se mais evidente o conceito de desenvolvimento sustentável (RIBEIRO, 2013).

Com o Relatório Brundtland passou-se a definir desenvolvimento sustentável como sendo o responsável por atender às necessidades não só das gerações presentes, mas também sem comprometer as possibilidades das gerações futuras atenderem suas próprias necessidades (CMMAD, 1988).

Para Almeida (2002), a sustentabilidade passa a ser compreendida a partir do sentido amplo da sobrevivência, ou seja, considerada um conjunto de padrões que vêm sendo elaborados pela sociedade, com o objetivo de manter a sobrevivência dos seres humanos, assegurando a continuidade longínqua da base natural, da infraestrutura econômica e da sociedade como um todo.

Para Boff (2015), a definição foi desenhada a partir de uma visão holística, ou seja: “Sustentabilidade é toda ação, destinada a manter as condições energéticas, informacionais, físico-químicas que sustentam todos os seres, especialmente a Terra viva”, no uso racional dos recursos naturais, reutilização, reposição, buscando a continuidade a equidade para atender as necessidades da geração presente e das futuras.

Embora existam inúmeras definições de desenvolvimento sustentável e seu conceito abrange múltiplos objetivos, podem-se observar alguns pontos em comum que envolve a ideia de eficiência econômica, equilíbrio do meio ambiente e equidade social. Sobre a eficiência econômica, busca-se por um modelo que explore os recursos naturais de forma sustentável. No que diz respeito ao equilíbrio ambiental, busca-se a preservação do meio ambiente e o uso racional dos recursos naturais e, por equidade social, almeja-se a elaboração de propostas que gerem bem-estar e reduzam as desigualdades sociais (KIST; BELLEN, 2022).

Assim, a partir desta perspectiva, surge a necessidade no contexto das organizações empresariais de desenvolver, promover e difundir inovações sustentáveis, aprimorando a eficiência operacional e gerando novas oportunidades de mercado, tendo em vista que o conceito de desenvolvimento sustentável está associado nas organizações empresariais à geração simultânea de benefícios econômicos, sociais e ambientais (NOBRE; LOURENÇO; FAGUNDES, 2010; RIBEIRO, 2013).

Nesse contexto, Mattarozzi e Trunkl (2008) corroboram, afirmando que o setor empresarial entende que a sustentabilidade representa abordagem contemporânea de se fazer negócios, a qual promove inclusão social com respeito à diversidade cultural e os interesses diversos dos públicos envolvidos no negócio, tendo em vista que a sustentabilidade vem se configurando como práticas de negócios que proporcionam a redução de custos, geração de lucros, além da imagem positiva frente ao mercado e seus consumidores.

Vale ressaltar que o conceito de sustentabilidade nas empresas ganhou ênfase por meio do sociólogo inglês John Elkington que trouxe o Conceito de triple bottom line ou tripé da sustentabilidade, que prevê a integração entre as dimensões econômica, humana e ambiental. Propõe-se que a sustentabilidade deve ser entendida como um modelo de gestão de negócios que visa ao retorno (lucro) para os acionistas, envolvendo o desenvolvimento econômico, a promoção social e a proteção dos recursos naturais do planeta (ELKINGTON, 1994).

3. TRIPLE BOTTOM LINE (TBL)

Com a ampliação da consciência da necessidade de se considerar a aplicação da sustentabilidade nas organizações, o TBL ou tripé da sustentabilidade adquiriu maior notoriedade, pois é tido como um dos componentes indispensáveis de estratégias, inovação e criação de valor para as empresas (ELKINGTON, 1994).

Barbosa (2007) destaca que o crescimento econômico, proteção ao meio-ambiente e igualdade social são tidos como componentes essenciais para o desenvolvimento sustentável, pois esses fundamentos, juntamente com a mudança do paradigma das empresas, que tinham como único foco o lucro, deram origem ao Triple Bottom Line.

Nesse sentido, a ideia central que envolve o tripé da sustentabilidade é de que uma empresa para ter saúde e sucesso não basta considerar somente as medidas financeiras tradicionais, mas, também, sua ética, responsabilidade social e seu desempenho ambiental (NORMAN; MACDONALD, 2003).

De acordo com Arruda e Quellas (2010), mesmo que o fenômeno da sustentabilidade venha a ser considerado recente e desigual quando comparado a sua implantação nos diferentes setores econômicos, torna-se evidente a adoção e a implementação de modelos de gestão ambiental e de responsabilidade social nas empresas brasileiras como forma de consolidação de suas políticas de desenvolvimento sustentável.

Dentro das organizações cada uma das três dimensões gera diferentes opiniões e enfoques sobre o modo de lidar com os desafios da atualidade, pois a dimensão social e ambiental nem sempre são tidas como tão importantes quanto à econômica. Porém, se bem trabalhadas, podem se configurar em importantes recursos para a melhoria da competitividade empresarial, uma vez que impulsionam as empresas para novos desafios e novas descobertas (ARRUDA; QUELLAS, 2010).

Portanto, para que haja uma implementação eficaz das três dimensões da sustentabilidade, torna-se necessário que as iniciativas devem ir de encontro com os princípios e estratégias das organizações estimulando atividades ligadas à educação, cultura, bem-estar e justiça social da comunidade onde a empresa está inserida assim como deve proporcionar ações ambientais como programas permanentes de reciclagem, preservação, entre outros (PAZ et al, 2015).

Sobre dimensão econômica, ela possibilita a alocação e gestão eficiente dos recursos produtivos, além de trazer investimentos públicos e privados em um fluxo regular de aportes, gerar rentabilidade e desenvolver ações que satisfaçam as necessidades de empresas e pessoas (BARBIERI; CAJAZEIRA, 2010).

Tendo em vista que o capital não poder ser tratado de forma isolada, mas como parte integrante do meio social, deve-se buscar a integração entre ambiente e economia no processo decisório, considerando os diferentes setores como governo, indústria e ambiente doméstico se o objetivo é alcançar a sustentabilidade. Já o viés da dimensão ambiental, refere-se à capacidade de uma organização pautar-se no desenvolvimento

de processos produtivos que sejam ecoeficientes, para que possam monitorar e identificar nos processos de produção os desperdícios (BELLEN, 2010).

Destacam-se na dimensão ambiental as questões relacionadas à capacidade que as organizações têm de absorver os resíduos gerados por suas atividades e seus impactos sobre o meio ambiente (ALMEIDA, 2002). A dimensão social considera a relação do ser humano com a ecosfera e diz respeito às melhorias na qualidade de vida da população por meio do desenvolvimento de atividades e serviços (RIBEIRO, 2013).

A empresa que deseja ser sustentável deve “incluir entre seus objetivos o cuidado com o meio ambiente, com o bem-estar do stakeholder e com a constante melhoria da sua própria reputação”. Ações que contemplem segurança no trabalho, estímulo a um relacionamento social amigável, motivar a educação continuada e a constante capacitação, além de proporcionar um ambiente ecologicamente sociável. Assim, “seus procedimentos levam em conta os custos futuros e não apenas os custos presentes, o que estimula a busca constante de ganhos de eficiência e o investimento em inovação tecnológica e de gestão” (ALMEIDA, 2002, p.35).

Em síntese, observa-se a interdependência entre as dimensões, bem como sua relação com os conceitos de sustentabilidade e, por sua vez, com a utilização do TBL (*Triple Bottom Line*) as empresas passam a ser mais cientes da necessidade e dos benefícios do comportamento socialmente responsável que contribui para o desenvolvimento sustentável (ALMEIDA, 2002; NOBRE; LOURENÇO; FAGUNDES, 2010; RIBEIRO, 2013).

O crescente desenvolvimento econômico no decorrer dos anos tem impulsionado mudanças significativas que refletem na forma como a sociedade vive, consome e se relaciona. Concomitante a estas mudanças, os modelos de negócios e organizações passam a reorganizar seus processos produtivos, buscando formas de melhorar a qualidade de vida da sociedade de maneira ética, social e ambiental, não sendo mais somente uma base de produção e redistribuição de bens e serviços à sociedade (CNI, 2018).

Assim, as empresas são chamadas a sair de um modelo econômico linear, ou seja, um modelo de produção baseado na *extração > produção > uso > descarte* de recursos e materiais sem levar em consideração a capacidade regenerativa do planeta, e transitar para um modelo econômico baseado em um ciclo produtivo circular que considera a sua

reutilização, recuperação, reparação e reciclagem para minimizar a extração de recursos, maximizar a reutilização, aumentar a eficiência e o desenvolvimento de novos modelos de negócios (RIBEIRO, 2013; ABREU, 2018; ASTROLÁBIO, 2021).

De acordo com Leitão (2015), Um outro modelo que tem sido difundido é o da economia circular, o qual proporciona benefícios incalculáveis para as empresas, pois esse novo modelo traz diferentes formas de pensar as cadeias produtivas promovendo benefícios tanto nos níveis operacionais como estratégicos, traz consigo oportunidades de inovação, de criação de empregos, além de estimular o crescimento econômico inteligente, de forma sustentável e integrada, gerando externalidades positivas sobre as dimensões econômica, social e ambiental, afastando a ideia errônea de crescimento apenas na dimensão econômica RIBEIRO; ABREU, 2020).

Pois, as atividades econômicas em uma Economia Circular geram e recuperam valores de produtos e serviços, para todas as partes envolvidas do sistema econômico, além de trazerem inovações no sistema de negócios que conduzem a uma maior efetividade sistêmica e impactos positivos em um mundo que passa do sistema linear para o circular (CNI, 2018; RIBEIRO; ABREU, 2020).

4. RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Paralelo ao desenvolvimento econômico a sociedade, setores empresariais e governos são desafiados a buscar por um modelo de desenvolvimento sustentável tendo como base a utilização de forma racional dos recursos naturais sem comprometer as gerações futuras, sendo ambientalmente correto, economicamente viável e socialmente justo. Medidas para redução de resíduos nas fontes geradoras, reaproveitamento, coleta seletiva e a reciclagem são importantes ferramentas para gestão de recursos naturais e a construção de sociedades sustentáveis (PERON; CINTRÃO; GALLO; MELLO, 2023).

Assim, com a instituição da política nacional de resíduos sólidos em 2010, lei 12.305/10 regulamentada pelo decreto nº 7.404/10 estabeleceu diretrizes, responsabilidades, princípios e objetivos que orientam os participantes na implementação da gestão e do gerenciamento dos resíduos mediante articulação entre as diferentes esferas do poder público, e destas com o setor empresarial (BRASIL, 2010, 2022).

Para uma destinação final correta dos resíduos sólidos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (BRASIL, 2010, 2022) em seu artigo 3º, inciso VII, compreende a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento como sendo essenciais.

A reciclagem, portanto, é um conjunto de técnicas que têm por finalidade aproveitar os resíduos que são descartados e reutilizá-los no ciclo de produção de onde foram originados ou em um ciclo de produção paralelo, muitos resíduos podem ser transformados em subprodutos ou em matérias primas para outras linhas de produção. A reciclagem surge assim como medida econômica, social e ambiental benéfica, têm a capacidade de gerar renda, novos postos de trabalho e inclusão social (PERON; CINTRÃO; GALLO; MELLO, 2023).

Vale ressaltar que a reciclagem tem como um dos focos a gestão da logística reversa que tem por objetivo a geração de valor ao uso apropriado dos recursos, consistindo no retorno de embalagens e outros materiais para novamente serem usados na produção industrial, depois do consumo e do descarte pelo consumidor final ou organizações, possibilitando seu reaproveitamento (GRISA; CAPANEMA, 2018).

Dentre as principais razões que levam as empresas atuarem com a logística reversa está a Legislação ambiental que força as empresas a retornarem seus produtos e cuidar do tratamento necessário; os benefícios econômicos do uso de produtos que retornam ao processo de produção; há também uma crescente conscientização ambiental dos consumidores; tem-se ainda razões competitivas – diferenciação por serviço; limpeza do canal de distribuição; proteção de margem de Lucro e recaptura de valor e recuperação de ativos (LACERDA, 2000).

Dessa forma pode-se aferir que os resíduos sólidos quando destinados de forma inadequada interferem negativamente no âmbito ambiental, social econômico, entretanto com a reciclagem é possível a reversão desse quadro. Segundo o IPEA o Brasil poderia economizar R\$ 8 bilhões por ano, se reciclasse 100% dos resíduos descartados em aterro e lixões (IPEA, 2023).

Corroborando com os estudos, Iaria (2002) reforça a importância da reciclagem, pois reciclar uma tonelada de plástico economiza 130 quilos de petróleo; para uma tonelada de vidro se gasta 70% menos energia do que fabricar, e para cada tonelada de

papel reciclado poupa-se 22 árvores, e consome 71% menos energia, além de poluir 74% menos que fabricar o produto (IARIA, 2002).

Portanto, reciclar é um dos primeiros passos para chegar ao modelo de desenvolvimento eficiente e eficaz, além de contribuir com o reaproveitamento de matérias na preservação do meio ambiente, ainda proporciona ganhos econômicos promissores para empresas que vem aderindo ao modelo de sustentabilidade.

5. METODOLOGIA

A presente pesquisa consistiu em um estudo de abordagem qualitativa, quando aos objetivos sendo de caráter descritivo e analítico de natureza aplicada. Teve como estratégia de pesquisa o estudo de caso único, com perspectiva temporal transversal e na coleta de dados fez uso de pesquisa documental e observação direta, já como técnica para análise de dados fez-se uso da análise de conteúdo.

Foi desenvolvida por meio de estudo de caso único na Fábrica de reciclagem de plástico situada em Timon-MA. Tendo sido submetidos à análise dados primários e secundários sobre a empresa, seus parceiros e sua atuação (documentos elaborados, documentos fornecidos pela empresa, relatórios gerenciais, etc) e informações obtidas via observação direta da organização.

Como técnica de coleta de dados, a utilização da observação direta e da pesquisa documental de dados públicos primários e secundários subsidiou as análises e alcance dos objetivos. O procedimento de coleta respeitou os critérios e orientações do protocolo de pesquisa pré-estabelecido para garantir o máximo de cientificidade, bem como para otimizar a coleta dos dados e documentos.

A técnica de análise de dados foi a análise de conteúdo, a qual permitiu que os dados coletados fossem organizados, tabulados e categorizados de maneira a se realizar inferências e descrever os achados, conduzindo o pesquisador rumo ao alcance dos objetivos propostos. Com isso, foram registradas imagens (foto aérea), desenhado o processo produtivo e descrito com clareza o funcionamento e relações organizacionais (BARDIN, 2009; RIBEIRO, 2013).

Os preceitos éticos e legais foram contemplados respeitando as exigências de creditação de direitos autorais de todos os autores e fontes utilizadas na construção e desenvolvimento da pesquisa, além de seus produtos finais.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS: O CASO DA INDÚSTRIA DE RECICLAGEM E FABRICAÇÃO DE SACOLAS

Neste tópico apresentam-se os dados e informações coletados de maneira organizada, de forma a se contribuir com análises e inferências científicas sobre a temática pesquisada, bem como permitindo a geração de contribuições técnicas também à organização objeto de estudo.

A pesquisa adentrou em uma indústria de reciclagem de plástico e fabricação de sacolas, localizada na cidade de Timon no Estado do Maranhão, no Nordeste do Brasil. As instalações da mesma ficam em um bairro pobre da cidade às margens da BR, com pouca infraestrutura em seu entorno.

A fábrica de reciclagem Reciclaplast (nome fictício), está localizada na cidade de Timon-MA, é uma empresa sustentável que realiza o processo de reciclagem do plástico e fabricação de sacolas plásticas recicladas, estando no mercado há 18 anos e tendo sendo sua matriz localizada em Jaboatão dos Guararapes-PE. Já na cidade de Timon-MA a empresa desenvolve suas atividades desde 2011 e atualmente a fábrica de reciclagem conta com 23 (vinte e três) empregados. A pesquisa analisou somente a unidade de Timon-MA.

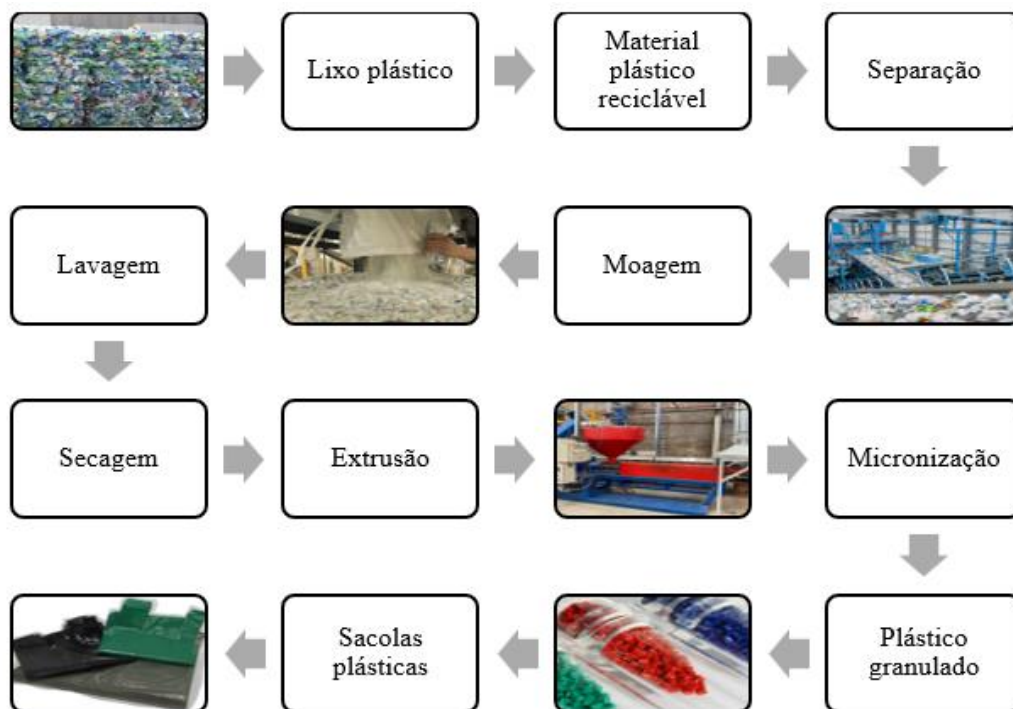
A organização coleta material plástico diverso, de embalagens das mais variadas para compor sua base de matéria-prima para produção de sacolas. Como ela não mantém mão de obra própria na função de catador ou coletor de material reciclável, a mesma compra de diversos locais. As embalagens e plásticos diversos são adquiridos de variadas maneiras, como de:

- *Catadores:* os catadores autônomos coletam materiais recicláveis das mais diversas origens, em supermercados, lojas, lixões, nas ruas, com consumidores, entre outros;
- *Clientes:* são clientes (pessoa jurídica) que compram sacolas plásticas para uso em seus estabelecimentos comerciais. Eles juntam material plástico descartável e permutam com a fábrica no momento em que vão comprar sacolas. O plástico que levam é comprado pela fábrica e o valor é convertido em desconto para compra de sacolas para uso em seus empreendimentos;

- *Cooperativa de catadores*: na cidade vizinha existe uma cooperativa de catadores de materiais recicláveis diversos, onde coletam uma quantidade grande de material plástico que serve como matéria-prima para empresa de reciclagem;
- *Fornecedores de outros estados*: são empresas que vendem material plástico usado para uso em reciclagem. Vende em grande quantidade material prensado que vem de outras cidades e estados. Aqui o custo é um pouco maior tendo em vista os gastos com frete.

Em relação ao processo produtivo, ele é composto por fases sequenciais de forma a garantir a qualidade e padrão mínimo esperado para uma sacola plástica. Na figura 1 apresentada a seguir é possível compreender com maior clareza o processo em questão.

Figura 1 – Processo produtivo de reciclagem e fabricação de sacolas plásticas



Fonte: Autoria própria (2024)

O processo de reciclagem dos plásticos realizado pela fábrica obedece, de forma resumida, às etapas de classificação, separação, moagem, lavagem, extrusão e micronização. Na etapa de classificação (ou triagem) os resíduos plásticos são separados pela sua cor e pelo tipo de plástico assim garantindo a qualidade final do produto. O plástico selecionado é triturado em pequenos pedaços em moinhos e junta-se com a

água que ele é lavado, depois do moinho o plástico é levado para a secagem. Na extrusora o plástico é moído e homogeneizado em alta temperatura e é transformando em uma pasta grossa que sai em forma de espaguete, que é resfriado com a água e em seguida picotado em grãos de plásticos pronto para produção de sacolas plásticas recicladas. Esse processo de reciclagem é conhecido pelo termo reciclagem mecânica como bem mostra o fluxograma do processo realizado pela empresa.

Analisando a figura 1 sobre o processo produtivo é possível perceber um processo claro e bem estabelecido, o qual denota uma fábrica profissionalizada na operação que desenvolve diariamente, com isso consegue vender 100% das sacolas plásticas produzidas e possui demanda crescente, permitindo crescimento contínuo da empresa, porém se limita atualmente pela decisão gerencial do proprietário de manter controle total das operações até o tamanho que o mesmo sozinho consegue gerenciar, algo comum em empresas familiares e de pequeno ou médio porte.

O plástico usado no processo de reciclagem é obtido principalmente em fardos de embalagens plásticas pós-consumo, embalagens de produtos de limpeza, higiene e óleo lubrificante além da própria sobra de resíduos, como borras, aparas ou refugos advindos do próprio processamento, assim deixa de compor a massa de resíduos sólidos urbanos que seria disposta no aterro sanitário ou em lixões diminuindo até mesmo o processo de decomposição dos materiais biodegradáveis colocados em seu interior.

Atualmente é a principal indústria de reciclagem de plásticos da região, gerando emprego e renda para uma gama de diferentes profissionais. De forma direta, para seus empregados envolvidos em todas as etapas do processo produtivo (figura 1) que vão desde zeladores, operários das máquinas em cada etapa, técnicos de manutenção, almoxarife, assistente administrativo e supervisor de produção. De forma indireta, para catadores autônomos, motoristas entregadores, catadores de cooperativa e empregados de seus fornecedores de materiais diversos (plásticos para reciclar até componentes químicos utilizados no processo produtivo).

Com base nos dados coletados, a fábrica recicla cerca de 100 a 150 toneladas/mês de resíduos plásticos para fabricar cerca de 100 toneladas de sacolas plásticas recicladas. Como mencionado anteriormente, a aquisição destes resíduos se dá por meio de parcerias com rede de cooperativas, redes de supermercados e catadores, além dos próprios clientes que são sensibilizados quanto à importância da

reciclagem das sacolas, trazendo no ato da compra os resíduos produzidos em seus estabelecimentos bem como as sacolas plásticas já utilizadas pela clientela e assim voltando para o ciclo produtivo novamente.

Um dos principais desafios da organização diz respeito a baixa qualificação dos seus profissionais técnicos, pois os mesmos são quase que integralmente formados na prática diária pela própria empresa, já que não encontra profissionais formados em reciclagem por escolas formais.

Em relação ao tripé da sustentabilidade, triple bottom line (TBL), a empresa apresenta práticas relacionadas às três dimensões, como:

- *ambiental*: uso de matéria-prima decorrente de lixo descartável, embalagens de produtos diversos, sacolas utilizadas, garrafas pet, componentes ou pedaços de plástico diversos. O uso deste tipo de material como matéria-prima coloca a empresa na vanguarda de ações ambientalmente sustentáveis, além de um processo produtivo controlado de forma a não gerar contaminantes ao solo ou empregados, entre outros;
- *social*: nesta dimensão, a contribuição principal da empresa tem relação com a contratação de pessoas de baixa escolaridade e qualificação profissional, além de se localizar em uma área pobre com maioria quase absoluta de pessoas de baixa renda, gerando emprego digno e estável, permitindo que as pessoas continuem morando em seus bairros já que ficam próximos de seu emprego;
- *econômica*: ao gerar emprego em uma área de vulnerabilidade social, a fábrica contribui com a melhoria da situação econômica do bairro e cidade onde está situada, de tal forma que faz a economia local girar mais ao permitir a circulação de dinheiro localmente via pagamentos aos catadores, cooperativas e seus próprios empregados fixos. Além disso, há o pagamento de impostos e o fornecimento de sacolas com menor custo para seus clientes.

Sugere-se que a empresa amplie suas práticas de sustentabilidade em organizações com mais ações relacionadas ao TBL, passando a reciclar e reutilizar a água usada em seu processo produtivo, adotar a energia solar como matriz energética principal ou total da fábrica, ampliar a diversidade de materiais a reciclar como, por exemplo, papel e vidro, tudo isso pode contribuir para gerar redução de custos para

empresa e para os seus clientes, além de abrir oportunidades para conseguir novos parceiros, fabricar novos produtos e alcançar novos clientes.

A sustentabilidade nas organizações sob a perspectiva do triple bottom line (TBL) é vista como diferencial competitivo, além de proporcionar maior eficiência e lucratividade para as empresas. A reciclagem com base nos pilares da sustentabilidade traz impactos de ordem econômica, social e ambiental, pois, gera renda e oportunidades de trabalho, desenvolve o sistema de logística reversa reduzindo os impactos ambientais, revalorização da cadeia produtiva, gera maior valor de mercado frente a seus consumidores dentre outros.

7. CONCLUSÃO

Com a presente pesquisa científica foi possível alcançar uma análise crítica e reflexiva sobre os impactos da aplicação da sustentabilidade em organizações (SEO), sob a perspectiva do triple bottom line (TBL), em na fábrica de reciclagem de plástico em Timon-MA.

O objetivo principal foi alcançado na medida em que se identificaram as principais práticas de sustentabilidade na empresa, apresentando o processo produtivo de reciclagem de plástico, bem como sua cadeia de parceiros, além de propor ações estratégicas que possivelmente venham a contribuir com o desenvolvimento contínuo de práticas sustentáveis na própria empresa e em outras organizações que a utilizem como benchmark para aplicação do Triple Bottom Line.

Durante a realização da pesquisa foi possível perceber uma mudança de postura nos pesquisadores e, principalmente, no gestor da empresa ao perceber mais claramente o impacto de suas práticas e externalidades positivas geradas pelo seu empreendimento, trazendo um sentimento de ator social ativo nas mudanças positivas no mundo atual, percebendo-se como um negócio de impacto positivo na sociedade.

A rotina intensa da indústria pesquisada dificultou em alguns momentos a coleta de dados e visita às instalações, pois as máquinas costumam quebrar com uma certa frequência sempre que o processo produtivo não é seguido em sua totalidade, já que a entrada de tipos de plástico não previsto no processo produtivo acaba emperrando ou mesmo quebrando componentes das máquinas.

Como pesquisa futura, sugere-se a análise do impacto na cadeia de valor como um todo, pesquisar a economia gerada aos seus clientes, analisar o impacto gerado na comunidade em seu entorno com a geração de emprego e renda, além da ampliação dos postos de trabalho desde sua fundação até os dias de hoje.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2002.
- ARRUDA, L.; QUELLAS, O. L. G. Sustentabilidade: um longo processo histórico de reavaliação crítica da relação existente entre a sociedade e o meio ambiente. B. Téc. Senac: a **R. Educ. Prof.**, Rio de Janeiro, v. 36, n.3, set./dez. 2010.
- ASTROLÁBIO – Orientação e Estratégia, S.A. **Economia Circular e Sustentabilidade**. 5º Guia de Boas Práticas, 2021.
- ABREU, D. A. C. de. **A Economia Circular na visão estratégica de uma empresa portuguesa**. 2018. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia do Ambiente, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2018.
- BELLEN, H. M. V. As dimensões do Desenvolvimento: um estudo exploratório sob a perspectiva das ferramentas de avaliação. **Revista de Ciências da Administração**, vol. 12, núm. 27, mayo-agosto, 2010, pp. 143-168 Universidade Federal de Santa Catarina Santa Catarina, Brasil.
- BELLEN, H. M. V. **Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa**. 2.ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.
- BARBOSA, P. R. A. **Índice de sustentabilidade empresarial da bolsa de valores de São Paulo (ISE-BOVESPA): exame da adequação como referência para aperfeiçoamento da gestão sustentável das empresas e para formação de carteiras de investimento orientadas por princípios de sustentabilidade corporativa**. 2007. Dissertação (Mestrado em Administração) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto COPPEAD de Administração, 2007.
- BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o e que é: o que não é**. 4 ed. Revista e ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2015.
- BARBIERI, J. C.; CAJAZEIRA, J. E. R. **Responsabilidade social e empresarial e empresa sustentável: da teoria à prática**. São Paulo: Saraiva, 2010.
- BRASIL. **Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010** - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), 2010.

- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares** [recurso eletrônico] / coordenação de André Luiz Felisberto França... [et. al.]. – Brasília, DF: MMA, 2022.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Edição revista e atualizada. Lisboa: Edições 70, 2009.
- CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Economia circular: oportunidades e desafios para a indústria brasileira** / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2018. 64p.
- CMMAD – COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1988.
- ELKINGTON, J. Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, v. 36, n. 2, p. 90-100, 1994.
- FROEHLICH, Cristiane; BITENCOURT, Claudia Cristina. Sustentabilidade Empresarial: Um Estudo de Caso na Empresa Artecola. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS** Vol. 5, N. 3, 2016
- GRISA, Daniela Cristina; CAPANEMA, Lucina. **RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS MUNICIPAL. VISÃO 2035: Brasil, país desenvolvido**. Agendas setoriais para o desenvolvimento, BNDS.2018, p.415-438.
- IPEA. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada** (Online), 2023. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br>
- IARIA, Carlos A.P.T. **Gestão Integrada**. São Paulo: HSM, 2002.
- KIST, M. B.; BELLEN, H. M. V. Gestão da sustentabilidade em cidades: uma perspectiva considerando a atuação de redes da sociedade civil no processo de análise de políticas públicas. **Revista De Administração Pública**, v. 56, n. 5, p. 583–602, 2022.
- LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. **Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting**. ISSN2183-3826. v.1, n.2, p.149-171, 2015.
- LACERDA, L. Logística reversa: uma visão sobre os conceitos básicos e as práticas operacionais. In: **CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHEIRO DE PRODUÇÃO**, 2000, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: EE/UFRJ, 2000.
- MATTAROZZI, V.; TRUNKL, C. **Sustentabilidade dos negócios no setor financeiro: Um caso prático**. Annablume, 2008.

- NORMAN, W.; MACDONALD, C. **Getting to the bottom of “Triple Bottom Line”**. Business Ethics Quarterly. March 2003.
- NOBRE, F. S., LOURENÇO, M. L.; FAGUNDES, G. S. Education for Sustainable Management: A Perspective of Constructivism. **International Conference on Education for Sustainable Development (EDS-2010)**. May 18-20th 2010. Curitiba-PR, Brazil.
- PAZ, F. J. et al. Indicadores para sustentabilidade organizacional em empresas da região do Pampa gaúcho: um estudo exploratório. **Revista Eletrônica de Ciência Administrativa - RECADM**, v. 14, n. 2, p. 92–109, 2015.
- PERON, C.; CINTRÃO, J. F. F.; GALLO, Z; MELLO, F. O. T. de. As contribuições da reciclagem para o desenvolvimento sustentável: estudo de caso na Cooperativa dos Recicladores de Penápolis/SP (Corpe). **RACE - Revista De Administração, Contabilidade E Economia**, v. 21, n. 2, pp. 177-196, 2023. <https://doi.org/10.18593/race.30830>
- RIBEIRO, R. E. M. **Cognição e sustentabilidade: Estudo de casos múltiplos no índice de sustentabilidade empresarial (ISE) da BM&FBOVESPA**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Administração (Orientador: Farley Simon Mendes Nobre), área de Concentração Estratégia e Organizações, do Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2013. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/30339>
- RIBEIRO, R. E. M.; ABREU, C. R. S. **Inovação em sistemas de produção na era da indústria 4.0**. 1. ed. Teresina: KDP, 2020. 164 p. ISBN: 9798651411368. Disponível em: <https://unifsa.com.br/site/obra-resultado-do-pibic-discute-a-inovacao-em-sistemas-de-producao-na-era-da-industria-4-0/>.

CAPÍTULO III

APLICAÇÕES DA BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA

APPLICATIONS OF BIOTECHNOLOGY IN AGRICULTURE

DOI: 10.51859/amplla.dar4100-3

Taniele Carvalho de Oliveira ¹

¹ Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT

RESUMO

A biotecnologia surgiu há mais de seis mil anos, com o uso de microrganismos em processos fermentativos. Atualmente é utilizado na agricultura, pecuária, indústria, saúde e meio ambiente para desenvolver tecnologias como cultivo de células, transgênicos, fármacos e vacinas. As plantas transgênicas produzidas pela engenharia genética são recomendadas para aumentar a produtividade e combater a fome, passando por rigorosos testes de segurança. A utilização de plantas transgênicas na agricultura tem como objetivo principal criar plantas mais resistentes a práticas, doenças e condições climáticas adversas, aumentando assim o rendimento produtivo. Essa técnica também permite um manejo mais fácil de plantas específicas e reduz a necessidade de defensivos agrícolas, contribuindo para a preservação ambiental. Apesar dos benefícios, a melhoria da biotecnologia na agricultura enfrenta desafios como a adequação dos marcos regulatórios e o investimento em formação avançada e tecnologias. Estima-se que a maioria dos alimentos processados contém pelo menos um ingrediente derivado do processo de transgenia, nesse caso a rotulagem devem ser identificados com um "T" preto, um triângulo amarelo e informações sobre o insumo transgênico. Com isso, pode-se concluir que a biotecnologia aumenta a produtividade agrícola, melhora a qualidade nutricional dos alimentos e os torna mais resistentes a práticas e doenças, beneficiando a população.

Palavras-chave: Produção agrícola. Segurança Alimentar. Transgênicos.

ABSTRACT

Biotechnology emerged over six thousand years ago with the use of microorganisms in fermentation processes. Today it is used in agriculture, livestock, industry, health and the environment to develop technologies such as cell cultivation, transgenics, drugs and vaccines. Transgenic plants produced by genetic engineering are recommended to increase productivity and fight hunger, and undergo rigorous safety tests. The main aim of using transgenic plants in agriculture is to create plants that are more resistant to practices, diseases and adverse weather conditions, thus increasing production yields. This technique also allows for easier management of specific plants and reduces the need for pesticides, contributing to environmental preservation. Despite the benefits, improving biotechnology in agriculture faces challenges such as adapting regulatory frameworks and investing in advanced training and technologies. It is estimated that most processed foods contain at least one ingredient derived from the transgenic process, in which case they should be labeled with a black "T", a yellow triangle and information about the transgenic input. With this, it can be concluded that biotechnology increases agricultural productivity, improves the nutritional quality of food and makes it more resistant to practices and diseases, benefiting the population.

Keywords: Agricultural production. Food Security. Transgenics.

1. INTRODUÇÃO

A origem da biotecnologia iniciou há mais de seis mil anos, a partir de relatos de que os microrganismos foram usados em processos fermentativos para produção da cerveja e do pão (Carrer; Barbosa; Ramiro, 2010). A utilização da biotecnologia na área agrícola, pecuária, industrial, de saúde e meio ambiente, tem possibilitado descobertas de processos que envolvem o uso das técnicas do DNA para desenvolver técnicas de cultivo de células e tecidos, e produzir transgênicos, fármacos, enzimas, hormônios, vacinas e outros produtos químicos bioconvertidos (Coutouly, 2000).

Na agricultura a biotecnologia foi desenvolvida de fato e ficou mais conhecida na década de 1970, durante a Revolução Verde, com a constituição de técnicas modernas no campo que visavam aumentar a produtividade e combater a fome no mundo (Rosalen, 2019). Segundo Gusmão, Silva e Medeiros (2017), no setor agrícola, as pesquisas em biotecnologia têm permitido o melhoramento de várias culturas, como milho, soja, algodão, cana-de-açúcar, café, eucalipto, canola, tomate e batata. Nesses casos as características específicas são introduzidas nas culturas, idênticas às culturas tradicionais, diferindo apenas pela inclusão da característica benéfica como resistência a pragas, patógenos e a condições climáticas adversas.

O cultivo de espécies transgênicas está difundido em praticamente todas as regiões agrícolas do mundo, e dentre os países produtores de culturas biotecnológicas destacam-se os EUA, Brasil, Argentina, Canadá e Índia. A expansão das áreas de cultivos biotecnológicos nesses países seria através da aprovação e comercialização imediata de novos cultivos biotecnológicos e características para o aumento da produção de alimentos nutritivos, mitigar problemas relacionados com as alterações climáticas acompanhadas do surgimento de novas pragas e doenças (ISAAA, 2019).

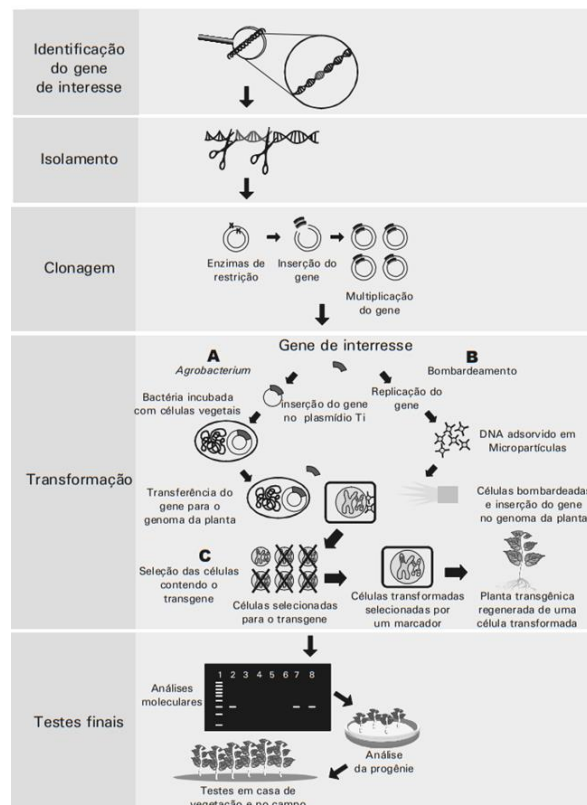
As técnicas biotecnológicas tem evoluído rapidamente nos últimos anos, viabilizando a criação de soluções sustentáveis para os diversos problemas da agricultura e desafios alimentares das atuais e futuras gerações. Uma das suas principais contribuições para a agricultura está na possibilidade do desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas. Com isso, objetivou-se com este trabalho descrever as principais aplicações da biotecnologia na agricultura.

2. PLANTAS TRANSGÊNICAS

As plantas transgênicas, também conhecidas como organismos geneticamente modificados (OMG) são produzidas através da engenharia genética, a partir da inserção de genes de espécies que não se reproduziriam em condições naturais (entre indivíduos do reino animal e vegetal, por exemplo).

Os cultivos transgênicos, quando bem manejados, podem ainda diminuir as perdas no campo. Vale lembrar que, antes de chegar ao processo final de produção, todos os produtos transgênicos passaram por inúmeros testes, tanto de campo quanto de laboratório, para avaliar eficiência e segurança. De acordo com Andrade (2003), as etapas consistem na identificação do gene de interesse, isolamento e clonagem, introdução em células ou tecidos vegetais, seleção *in vitro* de células transformadas, regeneração de plantas transgênicas, análises moleculares, avaliação em casa de vegetação e a campo (Figura 1).

Figura 1 – Etapas da transformação genética de plantas



Fonte: Andrade, 2003.

A principal finalidade é a criação de plantas que possuam características de resistência a pragas e doenças, adversidades climáticas, maior rendimento produtivo.

Além disso, a aplicação dessa técnica pode propiciar facilidade no manejo de plantas daninhas e fitossanitário, conseqüentemente refletindo em menos aplicações de defensivos agrícolas, auxiliando na preservação do meio ambiente. Uma cultura que representa esse caso é o algodão, durante o seu ciclo de cultivo chegam a ser feito aproximadamente 20 aplicações de produtos químicos por pulverizações na safra.

3. APLICABILIDADE DA BIOTECNOLOGIA NA AGRICULTURA

Na agricultura, especificamente, a primeira planta modificada foi lançada no mercado americano em 1994. De lá pra cá, com o progresso das tecnologias e dos profissionais da área, foi possível inserir plantas com características mais resistentes a herbicidas, insetos e vírus (Pflug, 2020).

A utilização das plantas transgênicas tem proporcionado benefícios ao produtor rural como o aumento da produtividade; produção de alimentos com maior valor nutricional; cultivares adaptadas as diferentes condições climas e tipos de solo; e resistentes a pragas, doenças e agrotóxicos. Outros fatores também podem ser observados através da utilização da biotecnologia na agricultura como a redução dos custos e as perdas pós-colheita, com a produção de cultivares que amadurecem mais lentamente que as convencionais.

Além disso, o cultivo de transgênicos auxiliou a indústria alimentícia, principalmente por auxiliar a introdução ou aumento de diversas características de interesse da sociedade, como os teores de vitaminas, flavonoides, polifenóis, licopeno e antioxidantes, que são de extrema importância para a saúde humana pois são substâncias anticancerígenas, que previnem diversas doenças e também, agregam cor, textura e sabor aos alimentos (Rosalen, 2019).

Apesar de todas essas vantagens, a implementação da biotecnologia na agricultura também apresenta desafios. De acordo com Felipe (2007) um dos principais é a adequação dos marcos regulatórios; investimento público e privado constantes e de porte; formação qualificada com foco na inovação, gestão, propriedade intelectual e voltado para as necessidades da bioindústria e em parceria com o setor empresarial público e privado.

Outro fator importante é conhecer as características e particularidades das plantas e microrganismos a serem manipulados, a fim de garantir uma maior eficiência

na aplicação das técnicas. Dessa forma, os produtores rurais podem contar com a expertise de profissionais especializados na área, além de acessar as tecnologias mais avançadas para desenvolver inovações e melhorias em suas lavouras. E um ponto que pode fazer com que a biotecnologia consiga ser ainda mais integrada ao manejo agrícola de forma mais eficiente é a atenção às tecnologias de nutrição (Veloso, 2024).

4. ESPÉCIES AGRÍCOLAS TRANSGÊNICAS

A produção de transgênicos está difundida em praticamente todas as regiões agrícolas do planeta, e a adoção da biotecnologia pelos produtores atinge níveis nunca alcançados por outras tecnologias avançada, em toda história da agricultura (Carrer; Barbosa; Ramiro, 2010). Os 190,4 milhões de ha cultivados por espécies transgênicas estão distribuídos em 29 países, dentre eles o Estados Unidos liderou o plantio com 71,5 milhões de ha, seguidos pelo Brasil (52,8 milhões de ha), Argentina (24 milhões de ha), Canadá (12,5 milhões de ha) e Índia (11,9 milhões de ha) (Tabela 1).

Tabela 1 – Principais países produtores de espécies transgênicas em 2019

Classificação	País	Área ^{1/}	Culturas
1º	Estados Unidos	71,5	Milho, soja, algodão, alfafa, canola, beterraba sacarina, batata, mamão, abóbora e maçã
2º	Brasil	52,8	Soja, milho, algodão e cana-de-açúcar
3º	Argentina	24,0	Soja, milho, algodão e alfafa
4º	Canadá	12,5	Canola, soja, milho, beterraba sacarina, alfafa e batata
5º	Índia	11,9	Algodão

^{1/}Milhões de hectares.

Fonte: ISAAA (2019).

O cultivo de espécies transgênicas expandira-se para além das quatro grandes culturas (milho, soja, algodão e canola) oferecendo mais opções a muitos produtores e consumidores de alimentos do mundo. De acordo com ISAAA (2019), a soja foi cultivada em aproximadamente 91,9 milhões de ha, seguido pelo milho com 60,9 milhões de ha, algodão com 25,7 milhões de ha e canola com 10,1 milhões de ha. Nas demais culturas incluem alfafa (1,3 milhão de ha), beterraba sacarina (473 mil ha), cana-de-açúcar (20 mil ha), mamão (12 mil ha), cártamo (3,5 mil ha), batata (2,26 mil ha), berinjela (1,93 mil ha) e menos de 1 mil ha de abóbora, maçã e abacaxi.

5. ALIMENTOS TRANSGÊNICOS

Os alimentos considerados transgênicos são aqueles cujos ingredientes contêm matéria-prima que passaram por esse processo de transgenia. De acordo com o IDC (2024) a identificação desses alimentos é assegurada por um conjunto de Leis e normas específicas desde 2003, que dispõem sobre a obrigatoriedade da identificação de um símbolo “T” preto, um triângulo amarelo e informações sobre o insumo transgênico (Figura 2).

Figura 2 – A: Símbolo transgênico; B: Rótulo de alimento derivado de milho transgênicos



Fonte: Autoria própria.

O IDC (2024) destaca que boa parte de sua alimentação possui componentes feitos a partir de alimentos geneticamente modificados, entre os principais transgênicos cultivados no País estão a soja e o milho, que são usados como ração para aves, gado e suínos.

Estima-se que a maioria dos alimentos processados contém pelo menos um ingrediente derivado do processo de transgenia, dando origem a produtos como o óleo de soja, extrato de soja, proteína texturizada de soja, leite de soja, margarina, pães, bolos, biscoitos, molho shoyu, cereal matinal, maionese, molho de tomate, tofu, balas, chicletes, dentre outros. É importante ressaltar que a maioria destes produtos não são integralmente transgênicos, mas contêm uma certa percentagem na composição.

Diversos estudos já mostraram que as ferramentas empregadas na produção de transgênicos não causam riscos à saúde, sendo que nenhum efeito adverso foi observado após mais de 25 anos de adoção e consumo. Por isso, é importante fazer com que as informações sobre alimentos transgênicos cheguem de forma clara para a população (CropLife Brasil, 2020).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A biotecnologia tem contribuído para melhorar a qualidade das plantas cultivadas consequentemente aumentar a produtividade agrícola, de forma sustentável e focada na conservação ambiental. Além disso, o uso dessa técnica está auxiliando no desenvolvimento de cultivares mais adaptadas a condições adversas de clima e solo, além de mais resistentes a pragas, doenças e defensivos agrícolas.

Os produtos gerados a partir do cultivo de plantas transgênicas estão presentes na mesa dos consumidores há muito tempo, o cultivo tem viabilizado na melhoria da qualidade nutricional das plantas e a redução dos custos de produção, melhorando a qualidade dos alimentos conforme a necessidade da população.

REFERÊNCIAS

- Alimentos transgênicos são opções seguras e benéficas para o planeta. **CropLife Brasil**, 2020. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/noticias/alimentos-transgenicos/#:~:text=Alimentos%20transg%C3%AAnicos%20s%C3%A3o%20aqueles%20produtos,transg%C3%AAnico%2C%20que%20%C3%A9%20a%20berinjela>. Acesso em: 26 março 2024.
- ANDRADE, Solange Rocha Monteiro de. **Transformação de plantas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003.
- BROOKES, Graham. Genetically modified (GM) crop use 1996–2020: Environmental impacts associated with pesticide use change. **GM Crops & Food**, v. 13, n. 1, p. 262-289, 2022.
- CARRER, Helaine; BARBOSA, André Luiz; RAMIRO, Daniel Alves. Biotecnologia na agricultura. **Estudos avançados**, v. 24, p. 149-164, 2010.
- COUTOULY, Gérard. **Biotechnología: pasado y presente**. Deutschland: European Initiative for Biotechnology Education, 2000.
- FELIPE, Maria Sueli Soares. Desenvolvimento tecnológico e inovação no Brasil: desafios na área de biotecnologia. **Novos estudos CEBRAP**, p. 11-14, 2007.
- GUSMÃO, Alexandre Oliveira de Meira; SILVA, Antonio Rodrigues; MEDEIROS, Mauro Osvaldo. A biotecnologia e os avanços da sociedade. **Biodiversidade**, v. 16, n. 1, p. 135-154, 2017.

ISAAA - International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. **Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops in 2019: Biotech Crops Drive SocioEconomic Development and Sustainable Environment in the New Frontier**. N. 55. Ithaca: Brief ISAAA, 2019.

PFLUG, Christian. Biotecnologia na agricultura. **AgroANALYSIS**, v. 40, n. 4, p. 36-37, 2020.

ROSALEN, Karina. Biotecnologia – Descubra sua Aplicação na Agricultura. **Blog Ifope Educacional**, 2019. Disponível em: <https://blog.ifopecom.br/biotecnologia-descubra-sua-aplicacao-na-agricultura/#:~:text=Em%20resumo%2C%20as%20principais%20finalidades,a-%20partir%20de%20insumos%20vegetais>. Acesso em: 21 março 2024.

Saiba o que são os alimentos transgênicos e quais os seus riscos. **IDC- Instituto de Defesa do Consumidor**, 2024. Disponível em: <https://idec.org.br/consultas/dicas-e-direitos/saiba-o-que-sao-os-alimentos-transgenicos-e-quais-os-seus-riscos>. Acesso em: 26 março 2024.

VELOSO, Cristiano. Biotecnologia na agricultura: quais são as vantagens do uso dessa tecnologia? **Blog da Verde**, 2024. Disponível em: <https://blog.verde.ag/pt/nutricao-de-plantas/biotecnologia-na-agricultura/>. Acesso em: 24 março 2024.

CAPÍTULO IV

IMPACTOS DA AGRICULTURA NA BIODIVERSIDADE

IMPACTS OF AGRICULTURE ON BIODIVERSITY: A REVIEW

DOI: 10.51859/amplla.dar4100-4

Kadidja Ianne do Vale Almeida¹
 Andressa Marcelly Silvestre Oereira²
 Francisco David Nascimento Braga²
 Talles Rodrigo Barbosa de Aquino³
 Daniel Valadão Silva⁴

^{1,2} Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade - Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA.

³ Mestrando em Administração - Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA.

⁴ Professor do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade - Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA.

RESUMO

O presente estudo aborda os impactos da agricultura na biodiversidade, destacando que a expansão de terras cultiváveis tem sido identificada como uma das principais causas da perda de biodiversidade em todo o mundo. Além disso, a produção agrícola tem sido associada a vários impactos negativos sobre a biodiversidade, como a diminuição da biodiversidade devido ao uso de agrotóxicos e à mecanização da agricultura, que pode levar ao desmatamento e a outros impactos ambientais. No entanto, a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e a proteção da biodiversidade são estratégias para conciliar a produção agrícola com a preservação da biodiversidade. Trata-se de uma revisão de literatura realizada por meio de uma revisão integrativa, que consiste em uma técnica de pesquisa que permite uma visão geral dos resultados de estudos já publicados. O estudo destaca ainda a importância de investimentos em pesquisas sobre a relação entre agricultura e biodiversidade, bem como a necessidade de políticas públicas que promovam uma agricultura sustentável e ambiental à biodiversidade.

Palavras-chave: Agricultura; Ambiente; Biodiversidade.

ABSTRACT

The present study addresses the impacts of agriculture on biodiversity, highlighting that the expansion of arable land has been identified as one of the main causes of biodiversity loss worldwide. Furthermore, agricultural production has been associated with several negative impacts on biodiversity, such as the decrease in biodiversity due to the use of pesticides and the mechanization of agriculture, which can lead to deforestation and other environmental impacts. However, the adoption of sustainable agricultural practices and the protection of biodiversity are strategies to reconcile agricultural production with the preservation of biodiversity. This is a literature review carried out through an integrative review, which consists of a research technique that allows an overview of the results of already published studies. The study also highlights the importance of investing in research on the relationship between agriculture and biodiversity, as well as the need for public policies that promote sustainable and environmentally friendly agriculture for biodiversity.

Keywords: Agriculture; Environment; Biodiversity.

1. INTRODUÇÃO

Um dos mais importantes setores econômicos do Brasil é o agronegócio, sendo responsável por 24,8% do PIB do país em 2022 (BRASIL, 2023). No caso da agricultura familiar ela é caracterizada por sistemas agrícolas diversificados, pela salvaguarda da agrobiodiversidade mundial, pela produção de alimentos e consequente manutenção da soberania alimentar e nutricional. (Lowder et al, 2014; 2016; Grisa & Sabourin, 2019). Tornando-se importante em vários aspectos e tendo os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), preconizado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), que ao lançar a “Década da Agricultura Familiar”, entre 2019 e 2028, estimula ações e políticas públicas, em âmbito mundial, para incentivo e desenvolvimento. (ONU, 2018).

Desde o início do processo de ocupação do território brasileiro a agricultura familiar por muito tempo chamada de agricultura de subsistência faz parte da rotina das atividades produtivas do país. Percorrendo uma trajetória histórica de exclusão e invisibilidade pelas políticas públicas agrícolas e agrárias, a agricultura familiar só entrou no debate político e foi reconhecida como forma peculiar de produção e beneficiária de uma política específica no Brasil em 1996, com a elaboração do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar - PRONAF (Carneiro, 1997; Leonard et al., 2009).

Agricultura familiar no Brasil é definida pela Lei nº 11.326/2006, que estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Abrange quatro principais critérios: i) tamanho de área, que não pode ser maior que quatro módulos fiscais; ii) utilização de mão de obra, que deve ser predominantemente da própria família; iii) percentual de renda proveniente das atividades econômicas exercidas no estabelecimento, que não pode ser menor que um mínimo estabelecido por lei; e iv) direção do estabelecimento, que deve ser feita pelo agricultor junto com a família (Brasil, 2006).

A agricultura ainda é uma das atividades humanas que mais impacto causa em ambientes naturais, seja pela destruição de habitats, pela introdução de espécies ou pela poluição (TURNER; MEYER, 1994). Segundo Geist e Lambim (2002), as ações antrópicas também causam danos indiretos aos recursos naturais, sendo estes baseados em fatores econômicos, políticos, tecnológicos, culturais e demográficos. Mas por outro

lado de forma genérica, o impacto das atividades agrícolas na biodiversidade depende fundamentalmente do grau de intensificação das práticas agrícolas utilizadas.

Este estudo objetivou pesquisar sobre os impactos da agricultura na biodiversidade, valendo-se da pergunta norteadora “Quais os pontos positivos e negativos da agricultura na biodiversidade?”. Com o presente estudo busca-se alternativas para minimizar os impactos causados por essa atividade.

2. METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão de literatura realizada por meio de uma revisão integrativa, que consiste em uma técnica de pesquisa que permite uma visão geral dos resultados de estudos já publicados. Para isso, foi necessário realizar um levantamento bibliográfico em bases de dados científicos, selecionando os estudos relevantes, avaliando a qualidade metodológica dos mesmos e sintetizando os resultados em uma análise crítica.

Foram selecionados estudos escritos nos idiomas português, inglês e espanhol, publicados na última década, disponíveis eletronicamente na íntegra e que respondessem de forma satisfatória a pergunta norteadora desta pesquisa.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram encontrados vários artigos e trabalhos científicos de acordo com o tema desejado, após leitura e análises dessas produções científicas, foram selecionados os de maior relevância, sendo abordado de forma a compor esta discussão e elucidar o problema desta pesquisa.

3.1. HISTÓRICO DA AGRICULTURA NO BRASIL

A modernização da agricultura foi, em diversos casos, pensada no Brasil como um fenômeno de meados do século XX em diante, relacionada com o que se convencionou chamar de *revolução verde* (Graziano Neto, 1982). Contudo, algumas pesquisas destacam que propostas e tentativas de modernização da agricultura brasileira foram feitas ao longo do século XIX, sobretudo depois da segunda metade (Henriques, 2010).

Aquele era um momento, portanto, em que certa "burguesia agrícola e industrial", confiante no seu avanço e riquezas, viu na ciência a possibilidade de expressão de suas mais altas ambições. Tal qual uma revolução industrial sem fim,

aqueles homens passaram a tentar domar a natureza valendo-se de uma miríade de invenções. Cada novo invento levava a uma cadeia de inovações que, por sua vez, abria perspectivas e projeções inéditas. Dos inventos fundamentais e importantes aos mais surpreendentes e inutilizados, das grandes estruturas aos pequenos detalhes, uma cartografia de novidades cobria os olhos daqueles homens, estupefatos com suas máquinas maravilhosas (Costa; Schwarcz, 2000).

Dessa forma foi a descoberta da agricultura e dessa modernização que permitiu o surgimento e o desenvolvimento da sociedade como a conhecemos hoje. A expansão dos cultivos trouxe para o campo uma ampla disponibilidade de alimento, tornando um ambiente ideal para muitas espécies, como insetos, roedores, fungos e erva-daninhas. Estes, por sua vez, trazem grandes prejuízos para a quantidade e qualidade da produção agrícola e seu controle é uma preocupação importante para os produtores rurais (Lima; Silva; Iwata, 2019).

A agricultura assume particular importância socioeconômica, fornecendo os alimentos necessários à população e, por outro lado, gerando emprego; embora os salários nesta área não atinjam o nível de outros setores industrializados (Tudor et al., 2022).

3.2. AGRICULTURA E SEUS IMPACTOS NA BIODIVERSIDADE

A agricultura tem impactos significativos na biodiversidade, podendo tanto contribuir para sua conservação quanto para sua perda. Isso pode ser visto na *Revista Agrícola* de novembro de 1895, Guilherme Schüch Capanema (1824-1908) escreveu sobre as *Queimadas* (Figueirôa, 2005). Advertia o autor que as florestas na América sempre foram "rapinadas" pelos homens, mas que, com o advento das lavouras de exportação e a multiplicação dos lavradores durante os séculos, a cultura do solo tornava-se cada vez mais predatória. Destacava, ainda, que com o desenvolvimento das ciências, os homens iriam ser forçados necessariamente a fazer um aproveitamento mais racional do solo cultivado.

Alguns dos impactos da agricultura na biodiversidade incluem a expansão de terras cultiváveis, o uso de agrotóxicos que diminuem a biodiversidade, o desmatamento e a erosão dos solos causados pela agricultura, e a importância da biodiversidade para a produção de alimentos. Assim como todos os seres vivos, as

lavouras também dependem de boas condições de ar, água e de solo. Entretanto, diversas técnicas de cultivo propiciou a inserção de uma vasta gama de substâncias sintéticas no meio ambiente (Steffen; Steffen; Antonioli, 2013).

A perda de biodiversidade causada pela agricultura pode ter diversas consequências, além dos impactos no ecossistema, a vulnerabilidade a pragas e doenças, a redução da biodiversidade torna as plantas e animais mais suscetíveis a pragas e doenças, o que pode afetar a segurança alimentar e a nutrição, Carneiro *et al.* (2015) alerta que o uso de inseticidas por exemplo também provoca grande desequilíbrio pois tem afetado significativamente as abelhas, importantes polinizadores, com isso há um comprometimento da reprodução de plantas que dependem desse mecanismo.

3.3. AGRICULTURA E SUA IMPORTÂNCIA PARA A BIODIVERSIDADE

O termo biodiversidade significa a diversidade de formas de vida e é proveniente da contração da palavra diversidade biológica (biological diversity) (Wilson; Peter, 1988). Engloba todos os níveis de variação natural, do nível molecular e genético até o nível das espécies (Houston, 1994).

A biodiversidade é fundamental para a agricultura, contribuindo para a polinização, controle de pragas, fertilidade do solo e resistência às doenças, dessa forma um dos mais importantes princípios agroecológicos a ser observado para a manutenção da capacidade produtiva e suficiente do agrossistema é a conservação da biodiversidade (Altieri, 2002), uma vez que exige a atuação de comunidades de plantas e animais junto ao seu ambiente físico e químico para a produção de alimentos. Nesse aspecto, a diversidade de espécies é de grande importância.

A agricultura pode contribuir para a preservação da biodiversidade por meio da adoção de práticas sustentáveis, como a agricultura orgânica, a permacultura e a agroecologia. Essas práticas promovem o uso de técnicas que conservam a qualidade do solo, reduzem a erosão do solo e melhoram a qualidade da água, além de investir no uso de fertilizantes naturais, como o composto, que ajudam a reduzir a quantidade de produtos químicos usados na agricultura. Com isso fica claro a importância da agricultura para a biodiversidade, assim como adotar práticas e tecnologias, pode

contribuir para a preservação dos recursos naturais e a sustentabilidade do meio ambiente.

4. CONCLUSÃO

A agricultura exerce um impacto significativo na biodiversidade, sendo um dos principais impulsionadores da perda de biodiversidade em todo o mundo. A expansão de terras cultiváveis tem sido identificada como uma das principais causas desse impacto, com a intensificação ou ampliação do uso da terra para a agricultura resultando em efeitos negativos sobre a biodiversidade.

Por outro lado, um complexo agrícola e de baixo impacto, que incorpora a biodiversidade, é capaz de conciliar a conservação da natureza com a produção.

É indispensável a possibilidade de conciliação por meio da adoção de práticas agrícolas sustentáveis e da preservação de habitats naturais e deve considerar a diversidade de impactos e as soluções potenciais para a promoção de uma agricultura mais sustentável e amigável à biodiversidade.

REFERÊNCIAS

- Brasil. (2006). Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília.
- Carneiro, F. F. et al. Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular. 624 p. 2015.
- CARNEIRO, M.J., Política pública e agricultura familiar: uma leitura do Pronaf. Estudos, Sociedade e Agricultura, n. 8, p.70-81, 1997.
- COSTA, A. M. da; SCHWARCZ, L. M. 1890-1914: no tempo das certezas. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
- FIGUEIRÔA, S. F. de M. Ciência e tecnologia no Brasil Imperial Guilherme Schuch, Barão de Capanema (1824-1908). Varia História v. 21, n 34, p. 437-455, 2005.
- GEIST, H.J.; LAMBIM, E.F. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. BioScience, Washington, v. 52, n. 2, p. 143-150, 2002.
- GRAZIANO NETO, F. Questão Agrária e Ecológica: Crítica da Moderna Agricultura. São Paulo: Brasiliense, 1982.

- Grisa, C; Sabourin, E. (2019). Agricultura familiar: de los conceptos a las políticas públicas en América Latina y el Caribe. 2030 – Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe.
- HENRIQUES, A. M. A Cultura Rotineira e a Lavoura Racional: proposições na Revista Agrícola (São Paulo, 1895-1907). 2010. Dissertação (Mestrado em História) FCL-UNESP-Assis, 2010.
- LAURENT, C., LABARTHE, P., TROUVÉ, A., BERRIET-SOLLIEC, M., BONNAFOUS, P. Les connaissances scientifiques et techniques : une ressource de plus en plus rare pour la décision publique ? Communication for the Forum of the Regulation Paris: École Normale Supérieure/Maison des Sciences Economiques Paris-Sorbonne, 2009a.
- LAURENT, C., TROUVÉ, A, PERRAUD, D. A emergência do debate sobre as abordagens Evidence-based ou Evidence-aware policy no campo da agricultura. Estudos Sociedade e Agricultura, v. 17, n. 2, p. 193-226, 2009b.
- HUSTON, M. A. Biological diversity: the coexistence of species on changing landscapes. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- Lima, A. F., Silva. E. G. A., Iwata, B. F. Agriculturas e agricultura familiar no Brasil: uma revisão da literatura. Revista Retratos de Assentamentos, 22(1), 50-68. 2019.
- Lowder, S.K., Skoet, J.; Singh, S. (2014). What do we really know about the number and distribution of farms and family farms worldwide? Background paper for The State of Food and Agriculture 2014. ESA Working Paper No. 14-02. Rome, FAO
- Lowder, S. K. et al. (2016). The Number, Size, and Distribution of Farms, Smallholder Farms, and Family Farms Worldwide. World Development <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.10.041>
- Steffen GPK, Steffen RB, Antonioli ZI. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. Tecno-Lógica. 2013.
- TUDOR, V. C. et al. Labour implications on agricultural production in Romania. Sustainability 2022, v.14, n.14. 8549, 2022. Available from: <Available from: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/14/8549> >. Accessed: Dez. 10, 2023.
- TURNER, B.L. II; MEYER, W.B. Global land use and land cover change: an overview. In: MEYER, W.B.; TURNER, B.L. Changes in land-use and land cover: a global perspective. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. p.149-169.
- WILSON, E. O.; PETER, F. M. Biodiversity. Washington: National Academies Press, 1988.

CAPÍTULO V

IMPACTO DOS AGROTÓXICOS SOBRE A SAÚDE HUMANA E O MEIO AMBIENTE

IMPACT OF PESTICIDES ON HUMAN HEALTH AND THE ENVIRONMENT

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-5

Andressa Marcelly Silvestre Pereira ¹
 Francisco David Nascimento Braga ²
 Kadidja Ianne do Vale Almeida ³
 Talles Rodrigo Barbosa de Aquino ⁴
 Daniel Valadão Silva ⁵

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA; Bolsista CAPES.

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA; Bolsista CNPq.

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA.

Mestrando do Programa de Pós Graduação em Administração. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade. Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA.

RESUMO

O aumento populacional é uma realidade e levanta uma série de preocupações. Visando garantir alimentos suficientes para atender a demanda de mercado, os defensivos agrícolas, também conhecidos no Brasil por agrotóxicos, têm sido amplamente utilizados para otimizar a produção, reduzindo assim, as perdas nas lavouras. O Brasil é um dos principais produtores agrícolas do mundo, que também se apresenta como maior consumidor do mercado mundial de pesticidas, cujo uso indiscriminado pode levar à contaminação da água e do solo e causar efeitos drásticos em espécies não alvo, afetando a biodiversidade, as redes alimentares e os ecossistemas aquáticos e terrestres. Tendo isso em vista, essa revisão tem por objetivo tratar sobre os impactos causados à saúde humana e ao meio ambiente devido ao uso de agrotóxicos. Para tanto, foram realizadas pesquisas eletrônicas em revistas, jornais e nas bases de dados contempladas pelo Portal de Periódicos Capes em busca de artigos, notícias voltados para o assunto em questão, nos idiomas português e inglês, sem definir o tempo de publicação. Após leitura dos materiais, foram

selecionados um total de 26 publicações. Embora haja pesquisas e evidências científicas do impacto negativo do uso dos agrotóxicos para a saúde humana e ao meio ambiente, sua utilização ainda se faz presente devido à crescente demanda do mercado consumidor. Porém, para que haja um consumo que vise minimizar esses impactos, são necessárias restrições e uma maior rigidez na sua regulação e fiscalização, levando em consideração questões de saúde pública, meio ambiente e sustentabilidade da produção agrícola.

Palavras-chave: Defensivos agrícolas. Saúde humana. Meio ambiente

ABSTRACT

Population growth is a reality and raises a series of concerns. Aiming to guarantee sufficient food to meet market demand, agricultural pesticides, also known in Brazil as pesticides, have been widely used to optimize production, thus reducing crop losses. Brazil is one of the main agricultural producers in the world, which is also the largest consumer of the global pesticide market, whose indiscriminate use can lead to

water and soil contamination and cause drastic effects on non-target species, affecting biodiversity, food webs and aquatic and terrestrial ecosystems. With this in mind, this review aims to address the impacts caused to human health and the environment due to the use of pesticides. To this end, electronic searches were carried out in magazines, newspapers and databases covered by the Capes Periodicals Portal in search of articles and news focused on the subject in question, in Portuguese and English, without defining the publication time. After reading the materials, a total of 26 publications were selected. Although

there is research and scientific evidence of the negative impact of the use of pesticides on human health and the environment, their use is still present due to growing demand from the consumer market. However, for consumption to minimize these impacts, restrictions and greater rigidity in regulation and inspection are necessary, taking into account issues of public health, the environment and the sustainability of agricultural production.

Keywords: Agricultural pesticides. Human health. Environment

1. INTRODUÇÃO

A população mundial alcançou 8 bilhões de pessoas em 15 de novembro de 2022 e as projeções apontam para um pico de cerca de 10,4 bilhões de pessoas durante a década de 2080 e permanecer nesse nível até 2100. Pode-se inferir que esse aumento populacional se deva às grandes melhorias na saúde pública que reduziram o risco de morrer e aumentaram a expectativa de vida, no entanto esse marco levanta preocupações no que concerne ao crescimento populacional, à pobreza, às mudanças climáticas e a realização dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ODS Brasil, 2019; ONU, 2022).

Frente a esse crescimento populacional e visando garantir alimentos suficientes para atender a demanda de mercado, os defensivos agrícolas, também conhecidos no Brasil por agrotóxicos, têm sido amplamente utilizados para otimizar a produção, reduzindo assim, as perdas nas lavouras.

No entanto, vale ressaltar que os agrotóxicos possuem um comportamento complexo que independentemente do seu modo de aplicação, possuem grande potencial de penetração no solo e águas, principalmente devido aos ventos e à água das chuvas, à lavagem das folhas tratadas, à lixiviação e à erosão, ou seja, independente de qualquer caminho que essas substâncias percorram, elas sempre terão como seu receptor final, o ser humano (Brasil, 2016; Vieira, Vieira, Sá, 2018).

Atualmente, a cada ano, são utilizados aproximadamente 5 bilhões de quilos de **pesticidas** em todo o mundo. Nesse cenário, tem-se o Brasil, um dos principais produtores agrícolas do mundo, que também se apresenta como maior consumidor do

mercado mundial de pesticidas, com mais de 400 fórmulas aprovadas, sendo quase metade dos químicos liberados em nosso território de uso proibido em países da União Europeia. Seu uso indiscriminado pode levar à contaminação da água e do solo e causar efeitos drásticos em espécies não alvo, afetando a biodiversidade, as redes alimentares e os ecossistemas aquáticos e terrestres (Lopes, 2018).

Tendo isso em vista, essa revisão tem por objetivo tratar sobre os impactos causados à saúde humana e ao meio ambiente devido ao uso de agrotóxicos.

2. MÉTODO

O presente trabalho apresenta-se como uma revisão de literatura, cuja finalidade é auxiliar os leitores na obtenção de informações para estudos futuros sobre os impactos dos agrotóxicos sobre a saúde humana e o meio ambiente. Para tanto, foram realizadas pesquisas eletrônicas em revistas, jornais e nas bases de dados contempladas pelo Portal de Periódicos Capes em busca de artigos, notícias voltados para o assunto em questão, nos idiomas português e inglês, sem definir o tempo de publicação. Após leitura dos materiais, foram selecionados um total de 26 publicações.

3. DISCUSSÃO

3.1. AGROTÓXICOS

Agrotóxicos e afins são produtos e/ou agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso nos setores de produção, no armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas, nativas ou implantadas, e de outros ecossistemas e também de ambientes urbanos, hídricos e industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos considerados nocivos. Essas substâncias e produtos podem ser empregados como desfolhantes, dessecantes, estimuladores e inibidores de crescimento (Brasil, 1989).

O termo *agrotóxico* ao invés de *defensivo agrícola* passou a ser utilizado, no Brasil, para denominar os venenos agrícolas, após grande mobilização da sociedade civil organizada. Mais do que uma simples mudança da terminologia, esse termo coloca em evidência a toxicidade desses produtos para o meio ambiente e a saúde humana. São ainda genericamente denominados praguicidas ou pesticidas (Siqueira, 2008).

Os agrotóxicos são utilizados com o objetivo de proteger as diferentes culturas de doenças, pragas e plantas daninhas, que são considerados os grandes responsáveis por perdas significativas no campo, mas por outro lado, trazem riscos à saúde humana. A exposição do homem aos agrotóxicos apresenta grave problema de saúde pública e que acomete, principalmente, os países que estão em desenvolvimento (Brasil, 1989; Bombardi, 2011).

Podem ser classificados de acordo com a ação do ingrediente ativo no alvo do organismo desejado, sendo eles bactericidas, acaricidas, fungicidas, herbicidas, inseticidas, algicidas, rodenticidas, entre outros, ou ainda, por determinação legal, conforme a classe toxicológica, indicada de acordo com os efeitos agudos que o composto é capaz de produzir após uma única exposição, sendo obrigatório esta se fazer presente nos rótulos dos produtos (Brasil, 1989).

Dentre os agrotóxico mais utilizados está o Glifosato que, apesar de ser um herbicida classificado como de baixa toxicidade (Classe IV), há estudos que evidenciam deformações em embriões de vertebrados, que foram expostos a essa substância em baixas concentrações (Paganellie *et al*, 2010).

O aumento do uso de agrotóxicos está intimamente relacionado à expansão dos cultivos da soja, que ocupou no Brasil, em 2012, a maior área plantada com cerca de 24 milhões de hectares e da cana-de-açúcar que duplicou sua área plantada em aproximadamente 10 anos (Bombardi, 2012).

3.2. IMPACTO NA SAÚDE HUMANA

A intoxicação por agrotóxicos pode ocorrer de modo direto, quando há contato com as substâncias, seja no preparo, aplicação, descarte de embalagens ou mesmo por acidentes no transporte ou armazenamento e de modo indireto quando se tem contato com água, solo, ar ou alimentos contaminados e ainda pelo manuseio e lavagem de vestimentas que tenham tido contato com agrotóxicos.

Quando introduzidos no ambiente, cerca de 55% do total de agrotóxicos aplicados não atingem o alvo, dispersando-se para outros compartimentos ambientais como água, solo e atmosfera (Gavrilescu, 2005).

Apesar dos efeitos ecotoxicológicos e toxicológicos a longo prazo serem pouco conhecidos, tendo em vista que são compostos por substâncias de estruturas químicas

muito diferentes, dificultando, inclusive a generalização dos efeitos, há o consenso que oferecem risco, principalmente por sua alta capacidade de bioacumulação ao longo da cadeia alimentar (Milhome, 2009).

O início das pesquisas relacionadas à utilização inadequada e aos efeitos nocivos provocados pelo contato com agrotóxicos se deu a partir da década de 60, após a publicação da obra “Primavera Silenciosa” de Rachel Carson, que abordou a presença destes efeitos, no ambiente, expondo o extermínio da biodiversidade nos EUA relacionado à exposição de agrotóxicos, à época, denominados DDT (Carson, 2010).

No Brasil, os agrotóxicos são regulamentados pela lei 7802 de 1989 que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências.

De acordo com essa lei, devem ser proibidos os agrotóxicos que se relacionam com a possibilidade de causar carcinogênese, teratogênese, mutagênese e alterações hormonais ou no aparelho reprodutor, no entanto, não é superestimado dizer que há uma invisibilização dessas intoxicações pelo Estado brasileiro, dada a valorização da produção de commodities com a ampliação da utilização de agrotóxicos no país (Brasil, 1989; Rigotto; Aguiar, 2015, p. 75).

Essa valorização em detrimento à saúde e degradação, pode ser responsável por desencadear um “perverso processo de violação de direitos constitucionais”, sendo mais intensificando no país nos últimos anos, após registros de 450 novos produtos em 2018 e até setembro de 2019, liberação de mais de 353 agrotóxicos, desses, muitos classificados como Extremamente Tóxicos e proibidos na União Européia (Rigotto; Aguiar, 2015, p. 75).

3.3. IMPACTO NO MEIO AMBIENTE

3.3.1. Contaminação de águas

A água integra todos os processos biogeoquímicos de qualquer região. Quando contaminada, pode ocasionar diversos prejuízos para o ecossistema aquático, a exemplo do estudo realizado por Primel (2005), onde constatou que o extravasamento da água

da lavoura de arroz irrigado coincidia com a época de reprodução de algumas espécies de peixes da região. Esse tipo de contaminação impacta negativamente também a saúde humana, principalmente quando esses recursos são utilizados como fonte de água potável para a população (Ferraz, 1996).

Os agrotóxicos podem ser encontrados sob diferentes formas no meio aquático, seja no escoamento superficial, que ocasiona a contaminação das águas superficiais, devido ao transporte dessas substâncias absorvidas às partículas do solo ou em solução. Pode ainda sofrer lixiviação resultando na contaminação das águas subterrâneas através do transporte de partículas de defensivos junto com a água que alimenta os rios ou através de sua evaporação para a atmosfera, contaminando os recursos hídricos por meio da precipitação (Cattaneo, 2009; Martini *et al.*, 2012).

Os pesticidas poluem tanto os cursos de água superficiais, podendo inviabilizar sua utilização, bem como as águas subterrâneas que recebem resíduos carreados ou retidos pelo solo, reduzindo sua qualidade físico-química, podendo elevar a turbidez, dificultando a entrada da luz solar no ambiente aquático, aumentar a temperatura e reduzir o pH, além disto, pode ainda modificar a composição taxonômica das comunidades aquáticas, ocasionando a seleção de espécies tolerantes e a extinção dos organismos mais sensíveis (Pinheiro *et al.* 2017; Soares *et al.* 2017; Reck *et al.* 2018).

Em pesquisa realizada entre os anos 2000 e 2012, com o objetivo foi avaliar a magnitude, a tendência espacial e temporal do câncer infantojuvenil, e sua associação com os polos de irrigação agrícola no estado do Ceará, observou-se que as microrregiões próximas aos polos de irrigação agrícola havia uma maior incidência de óbitos registrados de câncer infanto-juvenil nas faixas etárias entre 15 e 19 anos de idade (Barbosa *et al.*, 2019).

3.3.2. Contaminação do solo

No momento em que uma partícula de agrotóxicos é aplicada no meio ambiente, ela atinge o solo, independentemente da maneira como foi aplicada-pulverização aérea ou diretamente no solo (Steffen; Steffen; Antonioli, 2011).

O solo consegue absorver quantidades significativas de contaminantes sem apresentar grandes alterações. No entanto, com o passar dos anos, as transformações

sofridas por ele tornaram-se irreversíveis, na maioria dos casos, e os danos causados ao ambiente mostram-se de difícil recuperação (Mancuso; Negrisoli; Perim, 2011).

Essas substâncias podem ser depositadas no solo por meio do uso de água contaminada na aplicação dos defensivos agrícolas, manejo direto do agrotóxico no controle de plantas daninhas ou por contaminação quando em contato com embalagens dos defensivos que não foram devidamente descartados durante a tríplice lavagem (Steffen; Steffen; Antonioli, 2011).

Aproximadamente 50% de todo o produto sofre diversos processos químicos, físicos e biológicos, que determinam seu comportamento, além de serem dispersos para outros compartimentos presentes no ecossistema, como a água e a atmosfera (Fraga *et al*, 2016).

3.3.3. Contaminação pelo ar

Uma das técnicas de aplicação de agrotóxicos é a pulverização. Essa técnica visa aplicar o produto no alvo desejado com eficácia e de maneira econômica, sem que haja contaminação ambiental, no entanto, para realizar essa técnica se faz necessário avaliar as condições meteorológicas, a fim de evitar desvios na trajetória das gotas, evitando assim a perda do produto ou deriva, ocasionando impactos negativos à saúde humana e ao meio ambiente (Chaim, 2009).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora haja pesquisas e evidências científicas do impacto negativo do uso dos agrotóxicos para a saúde humana e ao meio ambiente, sua utilização ainda se faz presente devido à crescente demanda do mercado consumidor. Porém, para que haja um consumo que vise minimizar esses impactos, são necessárias restrições e uma maior rigidez na sua regulação e fiscalização, levando em consideração questões de saúde pública, meio ambiente e sustentabilidade da produção agrícola.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. Os autores agradecem ao CNPq- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- pelo apoio a este trabalho.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA IM et al. Câncer infantojuvenil: relação com os polos de irrigação agrícola no estado do Ceará, Brasil. *Ciênc saúde coletiva* [Internet]. 2019Apr;24(4):1563–70. Available from: <https://doi.org/10.1590/1413-81232018244.06662017>
- BOMBARDI LM. Intoxicação e morte por agrotóxicos no Brasil: a nova versão do capitalismo oligopolizado. *Boletim DATALUTA. Nera –Núcleo de Estudos, Pesquisar e Projetos de Reforma Agrária –Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente –SP, 2011.*
- BOMBARDI LM. Agrotóxicos e agronegócio: arcaico e moderno se fundem no campo brasileiro [tese]. São Paulo: Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, 2012.
- BRASIL. Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989. Dispõe sobre a pesquisa, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. In: *Legislação federal de agrotóxicos e afins*. Brasília (DF): Ministério da Agricultura e do Abastecimento; 1998. p. 7-13
- CARSON, Rachel. *Primavera Silenciosa*. São Paulo: Gaia, 2010, 305p
- CATTANEO R. Parâmetros metabólicos e histológicos de jundiás (*Rhamdia quelen*) expostos à formulação comercial do herbicida 2,4 – Diclorofenoxiacético (2,4-D) [tese]. Santa Maria: Centro de Ciências Naturais – Programa de PósGraduação em Ciências Biológicas: Bioquímica Toxicológica da Universidade Federal de Santa Maria, 2009.
- CHAIM. A. Manual de tecnologia de aplicação de agrotóxicos I. Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2009 73 p 11 . 16 x 22 cm ISBN 978-85-7383-468-0
- FRAGA et al. Identificação dos principais ingredientes ativos em agrotóxicos ilegais apreendidos pela polícia federal do Brasil e quantificação do mestulfurometílico e tebuconazol. *Rev. Virtual Quím.* 2016; 8(3): 561- 575.
- FERRAZ, E.S.B. A bacia hidrográfica como unidade de estudo, estrutura e processos (apresentação). In: *WORKSHOP DO PROJETO PIRACENA, 2., 1966, Piracicaba, SP. Anais...* Piracicaba:CENA, 1996. p.7.
- GAVRILESCU, M. Fate of pesticides in the environment and its bioremediation. *Engineering in Life Sciences*, v.5, n.6, p.497-526, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/elsc.200520098>. Acesso em: 08 jun. 2010. doi: 10.1002/elsc.200520098.

- Lopes CVA, Albuquerque GSC de. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde debate* [Internet]. 2018Apr;42(117):518–34. Available from: <https://doi.org/10.1590/0103-1104201811714>
- MARTINI LFD et al. Risco de contaminação das águas de superfície e subterrâneas por agrotóxicos recomendados para a cultura do arroz irrigado. *Ciência Rural*. 2012; 42(10): 1715- 1721. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012001000001>
- MILHOME MAL, Sousa D de OB de, Lima F de AF, Nascimento RF do. Avaliação do potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas por pesticidas aplicados na agricultura do Baixo Jaguaribe, CE. *Eng Sanit Ambient* [Internet]. 2009Jul;14(3):363–72. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522009000300010>
- NOGUEIRA, R.P et al. Observatório internacional de capacidades humanas, desenvolvimento e políticas públicas: estudos e análises. Brasília/DF, Organização Pan-Americana da Saúde, 2015. p.47-90.
- ODS BRASIL. Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília, 2022. Disponível em: <https://odsbrasil.gov.br/>.
- ONU. 2022. World Population Prospects 2022: Summary of Results. Department of Economic and Social Affairs Population Division. UN DESA/POP/2022/NO.3 file:///C:/Users/Asus/Downloads/World%20Population%20Prospects%202022%20-%20Summary%20of%20Results.pdf
- PAGANELLI A et al. Glyphosate-based herbicides produce teratogenic effects on vertebrates by impairing retinoic acid signaling. *Chem. Res. Toxicol.* 2010; 23(1): 1586-1595. <https://doi.org/10.1021/tx1001749>
- PINHEIRO AI et al. 2017. Potencial de contaminação em águas superficiais pelo uso de agrotóxicos em Iguatu, Ceará. *Revista Craibeiras de Agroecologia*1(1): 1-5.
- PRIMEL, E.G. et al. Poluição das águas por herbicidas utilizados no cultivo do arroz irrigado na região central do estado do Rio Grande Do Sul, Brasil: predição teórica e monitoramento. *Química Nova*, v.28, n.4, p.605-609, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422005000400010&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 jun. 2010. doi: 10.1590/S0100-40422005000400010.
- RIGOTTO, Raquel Maria; AGUIAR, A. C. P. . Invisibilidade ou invisibilização dos efeitos crônicos dos agrotóxicos à saúde? Desafios à ciência e às políticas públicas. In: Roberto Passos Nogueira; José Paranguá de Santana;Valdemar de Almeida Rodrigues; Zuleide do Valle Oliveira Ramos. (Org.). Observatório Internacional de

Capacidades Humanas, Desenvolvimento e Políticas Públicas : estudos e análises
2. 1ed. Brasília: UnB/ObservaRH/Nesp – Fiocruz/Nethis, 2015, v. , p. 47-90.

RECK L, et al 2018. Efeito dos herbicidas imazapir e imazapique na comunidade fitoplanctônica em lavoura de arroz irrigado. Iheringia, Série Botânica73(3):298-307

Siqueira, S. L. de ., & Kruse, M. H. L.. (2008). Agrotóxicos e saúde humana: contribuição dos profissionais do campo da saúde. Revista Da Escola De Enfermagem Da USP, 42(3), 584–590. <https://doi.org/10.1590/S0080-62342008000300024>

SOARES DF et al. 2017. Análise de risco de contaminação de águas subterrâneas por resíduos de agrotóxicos no município de Campo Novo do Parecis (MT), Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental22(2):277284.

STEFFEN GPK, Steffen RB, Antonioli ZI. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. Tecno-Lógica. 2011; 15(1):15-21.

VIEIRA, F. B. A. VIEIRA, R. P. O. SÁ, E. C. Importância do enfermeiro do trabalho na promoção e prevenção de saúde frente às intoxicações por agrotóxicos em trabalhadores rurais. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/issn.2317-2770.v23i2p63-69>.

CAPÍTULO VI

O ESTADO DA ARTE SOBRE AS ESPÉCIES *MELIPONA RUFIVENTRIS* E *MELIPONA ORBIGNYI* OCORRENTES NO CERRADO E NO PANTANAL

THE STATE OF THE ART ON THE SPECIES *MELIPONA RUFIVENTRIS* AND *MELIPONA ORBIGNYI* OCCURRING IN THE CERRADO AND THE PANTANAL

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-6

Jennifer Rodrigues Gollo¹
 Tânieli de Souza Corbulin¹
 Alice de Souza Lima¹
 Henrique Araújo de Macedo¹
 Amauri de Castro Barradas²
 Carmino Emidio Júnior²

¹ Graduandos do curso de Bacharelado e Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

² Candidato a doutor em Ecologia e Conservação – PPGE

RESUMO

O Pantanal e o cerrado são biomas distintos no Brasil, com características ambientais únicas. Enquanto o Pantanal é uma vasta planície alagável sujeita a variações extremas entre épocas secas e chuvosas, o cerrado é uma formação savânica com alta biodiversidade. E em ambos os biomas as abelhas sem ferrão desempenham um papel crucial na polinização das plantas. Entre as espécies de abelhas temos a *Melipona rufiventris*, típica do cerrado, e a *Melipona orbignyi*, típica do Pantanal. O trabalho visa avaliar estudos ecológicos sobre essas espécies, incluindo distribuição, habitats preferenciais, comportamento e atividade sazonal. O estudo foi uma revisão da literatura científica online, utilizando dados secundários publicados, foram analisados trabalhos que abordavam o assunto do tema proposto, selecionando aqueles que tratavam de estudos ecológicos das espécies de abelhas nos biomas Cerrado e Pantanal. O estudo revisou 12 trabalhos sobre *Melipona rufiventris* e *Melipona orbignyi*, destacando uma predominância de pesquisas sobre *M. rufiventris*. Por fim concluímos que a pesquisa revelou uma abundância de estudos sobre o gênero

Melipona, porém uma escassez de trabalhos focados em estudos ecológicos de *M. rufiventris* e *M. orbignyi*, tendo a maioria dos trabalhos existentes focados em análises filogenéticas e taxonômicas para diferenciar as espécies.

Palavras-chave: Abelhas sem ferrão. Meliponíneos. Espécies nativas. Recursos naturais. Polinizadores.

ABSTRACT

The Pantanal and the cerrado are distinct biomes in Brazil, with unique environmental characteristics. While the Pantanal is a vast floodplain subject to extreme variations between dry and rainy seasons, the cerrado is a savanna formation with high biodiversity. And in both biomes, stingless bees play a crucial role in pollinating plants. Among the bee species, we have *Melipona rufiventris*, typical of the cerrado, and *Melipona orbignyi*, typical of the Pantanal. The work aims to evaluate ecological studies on these species, including distribution, preferred habitats, behavior, and seasonal activity. The study was a review of online scientific literature, using published secondary data. Works addressing the proposed topic were

analyzed, selecting those focused on ecological studies of bee species in the cerrado and Pantanal biomes. The study reviewed 12 works on *Melipona rufiventris* and *Melipona orbignyi*, highlighting a predominance of research on *M. rufiventris*. In conclusion, the research revealed an abundance of studies on the genus *Melipona*; however, there is a scarcity of works focused on

ecological studies of *M. rufiventris* and *M. orbignyi*, with the majority of existing works focused on phylogenetic and taxonomic analyses to differentiate the species.

Keywords: Stingless bees. Meliponines. Native species. Natural resources. Pollinators.

1. INTRODUÇÃO

O Pantanal é uma imensa planície alagável com uma área de 138.183 km², localizada na Bacia do Alto Paraguai, que abrange os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, estendendo-se ainda pelo Paraguai e parte da Bolívia, a região apresenta épocas muito secas, com alto risco de queimadas, até períodos chuvosos, seguidos de alagamento em diversas áreas (MAGALHÃES, 1992). Com uma mistura de ambientes inundáveis e não inundáveis, a vegetação forma um mosaico de fisionomias, que variam desde campos abertos graminóides até florestas fechadas perenifólias, sendo o pantanal caracterizado como uma grande área de transição vegetacional (POTT e POTT, 2009).

Em contrapartida o cerrado possui uma formação savânica que corresponde a uma área aproximada de 2,0 milhões de km², representando em torno de 23% do território nacional, sendo conhecido como um dos biomas com maior biodiversidade do mundo (SOARES *et al.*, 2017). Nos cerrados presentes nos estados de São Paulo, Mato Grosso e Minas Gerais, cerca de 75% das espécies de plantas são polinizadas de forma exclusiva, primária ou secundariamente por abelhas (SILBERBAUER-GOTTSBERGER e GOTTSBERGER, 1988). Sendo assim as abelhas os insetos com o papel mais importante na polinização das plantas do cerrado (GRISWOLD *et al.*, 1995).

As abelhas sem ferrão apresentam um grande papel na polinização, chegando a polinizar cerca de 40% a 90% das árvores nativas (ANDRADE e SILVA, 2016). Sendo um dos grupos mais diversos, com registro de cerca de 20.000 espécies já descritas, porém com estimativa de que existam bem mais que 20 mil espécies distribuídas no mundo (MICHENER, 2007) e que pelo menos 3.000 delas ocorrem no Brasil (SILVEIRA *et al.*, 2002). As abelhas possuem uma grande importância no ecossistema brasileiro, pois são os principais responsáveis pela polinização da grande maioria das espécies vegetais do nosso país (KERR *et al.*, 1996).

Entre as espécies de abelhas temos os meliponíneos, com aproximadamente 350 espécies descritas, das quais 250 estão presentes no Brasil (VILLAS-BOAS, 2018). Dentre eles temos a espécie *Melipona rufiventris* que é uma abelha social brasileira, da tribo Meliponinae, conhecida popularmente como Uruçu-amarela (MOURE e KERR, 1950). Típica do cerrado, é caracterizada pela ausência de ferrão e apresenta o tegumento com a coloração variando do negro ao ferrugíneo, com o corpo coberto de pelos ferrugíneos/amarelados. (GONÇALVES, 2017). E a espécie *Melipona orbignyi* conhecida popularmente como Manduri de Mato Grosso, uma espécie de abelha que não apresenta ferrão, típica do pantanal (CAMARGO e PEDRO, 2013) e ocorre nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (NOGUEIRA, 1970). Apresentando 9 mm do comprimento total, com o abdômen preto listrado de amarelo (MANENTE-BALESTIERI, 2001).

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar: (i) a quantidade de trabalhos que abordam estudos ecológicos de *M. rufiventris* e *M. orbignyi*; (ii) quais são os locais de ocorrência, os habitats preferenciais, o comportamento, as plantas polinizadas e a estação (cheia ou estiagem) que estas duas espécies são mais ativas nos dois biomas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi baseado em revisão da literatura científica disponível em meio eletrônico. Dessa forma, toda a pesquisa aconteceu utilizando dados secundários já publicados. Os dados foram obtidos através de trabalhos acadêmicos (artigos científicos, teses, monografias, dissertações, livros e relatórios) disponíveis no google acadêmico. Para as buscas utilizamos os termos-chaves: “Polinização de abelhas sem ferrão”, “Principais características de *Melipona rufiventris*/*Melipona Orbignyi*”, “Distribuição de abelhas sem ferrão no Brasil”, “Cerrado e Pantanal”. Nós analisamos todos os trabalhos que abordavam os termos chaves utilizados, independente do ano da publicação. Além disso, após a seleção dos trabalhos que abordavam os termos chaves fizemos uma seleção daqueles trabalhos que tratavam de estudos ecológicos das duas espécies.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Revisamos um total de 12 estudos, dos quais notamos que há uma proporção significativamente maior de pesquisas sobre a espécie *M. rufiventris* em comparação

com a *M. orbignyi*, representando 50% dos trabalhos examinados. Além disso, existe uma grande discussão a respeito da espécie *M. rufiventris* ser confundida com a espécie *Melipona mondury*, pois são espécies geneticamente similares e popularmente conhecidas como uruçú-amarela. Neste sentido, estudos recentes, utilizando marcadores moleculares mostraram que as populações conhecidas popularmente como uruçú-amarela em Minas Gerais são formadas por espécies distintas: sendo as populações ocorrentes na Mata Atlântica formadas por *M. mondury* e as populações que ocorrem em áreas de Cerrado pertencentes a espécie de *M. rufiventris* (Busse *et al.*, 2003; Lopes *et al.*, 2004; Costa *et al.*, 2005; Schetino *et al.*, 2005; Tavares *et al.*, 2007). Outros trabalhos trouxeram essa mesma discussão, alguns analisando a morfologia, outros utilizando padrões moleculares, mas todos com a mesma conclusão de que não são da mesma espécie (para mais informações ver VILLAS-BÔAS, 2018; LOPES, 2004). Além disso, todos os trabalhos analisados discutem a ameaça de extinção que a espécie *M. rufiventris* vem sofrendo, devido às ações antrópicas.

Dos trabalhos analisados, dois são voltados para o incentivo a meliponicultura, que é o cultivo de abelhas sem ferrão (VILLAS-BÔAS, 2018; VOLLET NETO *et al.*, 2018). A meliponicultura é uma alternativa de uso sustentável e manutenção das espécies de meliponíneos, por ser caracterizada como uma atividade de benefício mútuo para o ambiente e as comunidades que a praticam (VENTURIERI *et al.*, 2012). Além disso, a meliponicultura traz outros benefícios para a agricultura, pois garante a manutenção de populações viáveis de polinizadores naturais daquele ambiente (Kerr *et al.* 1996). Os estudos se aprofundam na produção de geoprópolis por essas abelhas, pois é uma fonte natural rica em propriedades antimicrobiana, antioxidante e anti-inflamatória, tanto da espécie *M. rufiventris* quanto da *M. orbignyi*.

Alguns estudos examinaram a ecologia dos organismos, representando 25% dos trabalhos analisados, dos quais constatamos, a partir dos quais verificamos que na situação de forrageio, as abelhas apresentam preferências por determinadas espécies de flores, as quais são mais vantajosas em uma determinada área e em um determinado momento. Para as *M. rufiventris*, plantas da família Myrtaceae, Melastomataceae, Solanaceae e Leguminosae, são importantes fontes de pólen e néctar. Já para a *M. orbignyi* são as famílias Myrtaceae, Fabaceae e Muntingiaceae, sendo que essas abelhas são mais eficientes na polinização das plantas da família Myrtaceae. Alguns dos

trabalhos relataram que a atividade de coleta do néctar destas duas espécies de abelhas é realizada com maior intensidade durante o período chuvoso, isto estaria relacionado a maior oferta de florada no meio natural (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

O bioma do cerrado é responsável por abrigar grande parte da fauna e da flora brasileira, pois cobre aproximadamente 25% do território nacional (EITEN, 1972). Partindo dessa ótica, algumas das principais espécies de abelhas do gênero sem ferrão se concentram nesse local (KLINK e MACHADO 2005). Os efeitos da degradação no Cerrado solidificam resultados devastadores no que diz respeito ao desaparecimento de polinizadores, pois causam prejuízo de reprodução, perda de diversidade genética e declínio da progênie devido a depressão endogâmica, por reduzir a área de ocorrência natural das populações devido ao desmatamento e fragmentação do habitat (JENNERSTEN, 1988; BAWA, 1990). Além disso, qualquer alteração de polinização afeta: animais que dependem de forma direta ou indireta da polinização, organismos vivos que fazem uso de sementes e frutos desenvolvidos pelas plantas, bem como aqueles animais que mantêm dieta proveniente de recursos vegetais (JANZEN, 1987). Portanto, preservar as abelhas é um dever importante, uma vez que esses insetos são polinizadores de ambientes naturais (HEARD, 1999). Neste contexto, os padrões de distribuição e abundância dessas abelhas devem ser usados para desenvolver estratégias de conservação no qual busca reduzir os impactos da fragmentação de habitats sobre estruturação genética e ecológica de populações desses organismos do conjunto *Melipona* (BREED *et al.*, 1999).

No Pantanal, o maior problema ambiental para as espécies de abelhas são as queimadas (PEREIRA, ALMEIDA-SOUZA e LOPES, 2010). As colônias de abelhas provedoras de pólen, responsável por ser bioindicadores e por desenvolver atividades ecológicas fundamentais para a produção econômica e objeto de pesquisas enfrentam os agravos das queimadas, grande parte no centro-oeste brasileiro (G1, 2020). Certas culturas polinizadas, especialmente por *M. orbigny*, têm encontrado dificuldades quanto ao manejo (ANDERSEN e SPARLING, 1997). Segundo especialistas do setor rural, desenvolver atividades agrônomicas mediante ao estado de luta em combate aos efeitos de desmatamento e queimadas, enfraquece as espécies (GLOBO RURAL, 2019). Tudo isso, associados ao clima quente, o qual contribui para o enfraquecimento de produção de néctar, causa entraves neste setor econômico do estado, o que mostra que

a necessidade de preservação do bioma pantaneiro deve ser imediata (WITTER, 2014). As abelhas sem ferrão são importantes não só para polinização, mas também podem apresentar papel estratégico na reconstituição de florestas tropicais e conservação de remanescentes florestais, no entanto, a presente pesquisa mostra que tanto no Cerrado quanto no Pantanal as abelhas estão sendo muito prejudicadas devido às ações antrópicas.

4. CONCLUSÃO

Verificamos que há muitos trabalhos realizados em relação ao gênero *Melipona*. No entanto, há uma baixa quantidade de trabalhos que abordam estudos ecológicos de *M. rufiventris* e *M. orbignyi*. Isso acontece porque a maioria dos trabalhos visam o gênero. A maior parte dos trabalhos encontrados, que abordam especificamente estas espécies tem como abordagens análises filogenéticas e taxonômica, buscando diferenciar as espécies. A grande preocupação está no fato de existe uma grande lacuna em estudos ecológicos e de biologia básica de *M. rufiventris* e *M. orbignyi*, o que diante do atual cenário de degradação ambiental, pode se tornar um fator chave na extinção das populações dessas espécies.

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, Alan N.; SPARLING, Graham P. Formigas como indicadores de sucesso de restauração: relação com a biomassa microbiana do solo nos trópicos sazonais australianos. **Ecologia da restauração**, v. 5, n. 2, pág. 109-114, 1997.
- ANDRADE, M.A.P; SILVA, M. Criação de abelhas sem ferrão no bioma Caatinga. Anais dos encontros sobre os benefícios das abelhas na agricultura, p. 53, 2016.
- BAWA, Kamaljit S. Interações planta-polinizador em florestas tropicais. **Revista anual de Ecologia e Sistemática**, v. 21, n. 1, pág. 399-422, 1990.
- BREED, M. D. *et al.* 1999. Distribution and abundance of colonies of selected meliponine species in a Costa Rican tropical wet forest. *Journal of Tropical Ecology* 15(6):765-777.
- BUSSE, A.H.P. *et al.* Variabilidade genética em populações de *Melipona rufiventris* Lepeletier (Hymenoptera, Apidae) no estado de Minas Gerais – Brasil. In: Anais do 49º congresso Nacional de Genética. CD Rom. 2003.

- CAMARGO, J. M. F. e PEDRO, S. R. M. 2013. Meliponini Lepeletier, 1836. In Moure, J. S., Urban, D. & Melo, G. A. R. (Orgs). Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region - online version. Available at <http://www.moure.cria.org.br/catalogue>.
- COSTA, R.G. Isoenzyme variation in *Melipona rufiventris* (Hymenoptera: Apidae, Meliponina) in Minas Gerais State, Brazil. *Biochemical Genetics*. 43.2005.
- DE MELLO PEREIRA, Fábria; DE ALMEIDA SOUZA, Bruno; DO RÊGO LOPES, Maria Teresa. Instalação e manejo de meliponário. 2010.
- EM DUAS semanas, total de queimadas no Pantanal supera o registrado em agosto de 2019. Disponível em:<<https://g1.globo.com/natureza/noticia/2020/08/15/em-duas-semanas-total-de-queimadas-no-pantanal-supera-o-registrado-em-agosto-de-2019.ghtml>>.
- GONÇALVES, Pollyana Leão, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa – campus Florestal, agosto de 2017. Modelagem preditiva e genética aplicadas à conservação da abelha nativa sem ferrão *Melipona rufiventris* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae).
- GRISWOLD, T. et al. The bees (Apidae). In: HANSON, P.E.; GAULD, I.D. (Ed.). *The hymenoptera of Costa Rica*. Oxford: Oxford University Press, 1995. p. 650-691.
- HEARD, Tim A. O papel das abelhas sem ferrão na polinização de culturas. **Revista anual de entomologia**, v. 44, n. 1, pág. 183-206, 1999.
- JANZEN, Daniel H. Diversidade de insetos de uma floresta seca da Costa Rica: por que mantê-la e como? **Revista Biológica da Sociedade Lineana**, v. 30, n. 4, pág. 343-356, 1987.
- JENNERSTEN, A. Polinização em *Dianthus deltoides* (Caryophyllaceae): efeitos da fragmentação de habitat na visitação e produção de sementes. **Biologia da conservação**, v. 2, n. 4, pág. 359-366, 1988.
- KERR, Warwick Estevam; ZILSE, Gislene Almeida Carvalho; NASCIMENTO, Vania Alves. *Abelha urucu: biologia, manejo e conservação*. 1996. apud BARBIERI JUNIOR, Celso. *Caracterização da meliponicultura e do perfil do meliponicultor no estado de São Paulo: ameaças e estratégias de conservação de abelhas sem ferrão*. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado Brasileiro. *Megadiversidade*, v. 1, p. 147-155, 2005.
- LOPES, D.M. Diversidade e estrutura genética em populações de *Melipona rufiventris* e *Melipona mondury* (Hymenoptera: Apidae) por análise de microssatélites. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa, 55p. 2004.

- Magalhães NW. 1992. Conheça o Pantanal. São Paulo: Terragraph. 400 pp.
- MANENTE-BALESTIERI, F. C. L. Espécies de plantas visitadas por *Melipona favosa orbigny* (Guerin), *Trigona chanchamayoensis* Schwarz (Hymenoptera: Meliponinae) e *Apis mellifera* Linneu (Hymenoptera: Apinae) para a obtenção dos recursos florais, em Corumbá, Mato Grosso do Sul. 2001. Tese. Doutorado. Universidade Estadual Paulista.
- MICHENER, C.D. 2007. The Bees of the World. 2nd ed., Baltimore: Johns Hopkins University Press, Baltimore, 953pp.
- MOURE, J. S.; KERR, W. E. sugestões para a modificação da sistemática do gênero *melipona* (Hymen.-Apoidea). *Dusenya*, v. 1, p. 105-129, 1950.
- NOGUEIRA-NETO, P. A criação de abelhas indígenas sem ferrão (Meliponinae). São Paulo, Editora Chácaras e Quintais, 1970, 280 p.
- OLIVEIRA, F. L. DE. *et al.* Influência das variações climáticas na atividade de voo das abelhas jandairas *Melipona subnitida* Ducke (Meliponinae). *Revista Ciência Agrônômica*, v. 43, n. 3, p. 598-603. FortalezaCE. 2012.
- Pott, A., & Pott, V. J. (2009). Vegetação do Pantanal: fitogeografia e dinâmica. Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, 2, 1065-1076.
- SCHETINO, M.A.A. Filogeografia de *Melipona rufiventris* e *Melipona mondury*: Contribuição para a elucidação do padrão de distribuição geográfico, inferências taxanômicas e preservação. Viçosa, MG. Monografia (Curso de Biologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I.; GOTTSBERGER, G. A polinização de plantas do cerrado. *Rev. Bras. Biol.*, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 651-663, 1988.
- SILVEIRA, F. A.; MELO, G. A. R.; ALMEIDA, E. A. B. 2002. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Belo Horizonte. Min. Meio Ambiente/Fund. Araraucária. 253p.
- Soares, L. V., Melo, R., Oliveira, W. S., Souza, P. M., & Schmiele, M. (2017). Brazilian Cerrado fruits and their potential use in bakery products. In H. Lewis (Ed.), *Bread: Consumption, cultural significance and health effects* (Chap. 5, pp. 125-160). New York: Nova Publisher.
- TAVARES, M. G *et al.* Genetic divergence between populations of the stingless bee urucu amarela (*Melipona rufiventris* grupo, Hymenoptera, Meliponini): Is there a new *Melipona* species in the Brazilian state of Minas Gerais? *Genetics and Molecular Biology*. 30:667-675.2007.

- VENTURIERI, G. C. *et al.* Meliponicultura no Brasil: situação atual e perspectivas futuras. In: IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. *et al.* (Orgs.). Polinizadores no Brasil: contribuição e perspectivas para a biodiversidade, uso sustentável, conservação e serviços ambientais. São Paulo: EDUSP, 2012. P. 213-236.
- VILLAS-BÔAS, Jerônimo Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral dos Produtos das Abelhas Nativas Sem Ferrão. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN). 2a edição. Brasil, 2018.
- VOLLET NETO, A. *et al.* Desafios e recomendações para o manejo e o transporte de polinizadores. 2018.

CAPÍTULO VII

PRETO E AMARELO: MELIPONÍNEOS DA AMAZÔNIA E DA AMAZÔNIA MATOGROSSENSE

BLACK AND YELLOW: MELIPONIDS OF THE AMAZON AND THE MATO GROSSO AMAZON

DOI: 10.51859/amplla.dar4100-7

Jennifer Rodrigues Gollo ¹
 Tânieli de Souza Corbulin ¹
 Alice de Souza Lima ¹
 Thomas Roberto Signor ¹
 Amauri de Castro Barradas ²
 Carmino Emidio Júnior ²

¹ Graduandas do curso de Bacharelado e Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

² Candidato a doutor em Ecologia e Conservação – PPGE

RESUMO

O estudo aborda a importância dos meliponídeos na região da Amazônia e da Amazônia Mato-grossense, destacando sua relevância na polinização de árvores nativas e na produção de alimentos. A preocupação com a conservação dessas abelhas é ressaltada devido ao declínio dos polinizadores, influenciado pela aplicação de agrotóxicos nas áreas cultivadas. Pouco se sabe sobre a diversidade e biologia das espécies de Meliponinae na Amazônia, o que pode resultar na extinção de algumas antes mesmo de serem estudadas. O estudo realizou um levantamento das espécies de abelhas nativas sem ferrão na região, mencionando algumas das mais estudadas, como *Melipona compressipes* e *Tetragonisca angustula*. A pesquisa foi baseada em fontes bibliográficas, sem coleta de organismos. A presença dessas abelhas é crucial para a polinização de plantas nativas na Amazônia, contribuindo para a biodiversidade e a produção de alimentos. A relação entre a diversidade vegetal da região e a presença das abelhas meliponíneas é essencial para a manutenção dos ecossistemas locais.

Palavras-chave: Abelhas. Polinização. Conservação. Biodiversidade.

ABSTRACT

The study addresses the importance of meliponids in the Amazon and the Mato Grosso Amazon, highlighting their relevance in the pollination of native trees and food production. The concern for the conservation of these bees is emphasized due to the decline of pollinators, influenced by the application of pesticides in cultivated areas. Little is known about the diversity and biology of Meliponinae species in the Amazon, which may result in the extinction of some species before they are even studied. The study conducted a survey of stingless native bee species in the region, mentioning some of the most studied ones, such as *Melipona compressipes* and *Tetragonisca angustula*. The research was based on bibliographic sources, without organism collection. The presence of these bees is crucial for the pollination of native plants in the Amazon, contributing to biodiversity and food production. The relationship between the region's plant diversity and the presence of meliponid bees is essential for maintaining local ecosystems.

Keywords: Bees. Pollination. Conservation. Biodiversity.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta a maior diversidade vegetal do mundo, para a qual as abelhas nativas produtoras de mel e sem ferrão são muito importantes, pois são responsáveis pela polinização de até 90% das árvores nativas (AMAZONAS, 2016). Além disso, estima-se que cerca de 80% dos alimentos produzidos no Brasil é dependente das plantas polinizadas por esses animais direta ou indiretamente (AMAZONAS, 2016).

No Brasil existem cerca de 300 espécies de abelhas nativas sem ferrão, as quais são divididas em 27 gêneros (KERR *et al.*, 1999; SILVEIRA *et al.*, 2002). Essas abelhas pertencem à subfamília Meliponinae e são agrupadas na família Apidae (Kerr *et al.*, 1969; SILVEIRA *et al.*, 2002). Por não apresentarem ferrão em sua morfologia, as abelhas pertencentes aos meliponídeos, também são chamadas de abelhas sociais ou abelhas indígenas/nativas sem ferrão (SILVEIRA *et al.*, 2002). Devido não apresentarem ferrão essas abelhas são muito utilizadas no manejo para extração de recursos naturais, em reservas de desenvolvimento sustentável do bioma amazônico (SILVA *et al.*, 2018). Pois segundo a bióloga Marcia Motta Maués, diversas espécies vegetais dependem da polinização dos meliponídeos para a formação do fruto e suas sementes, como a Castanha-do-Brasil, Cacau, Açaí, dentre outras, as quais apresentam a chamada polinização cruzada (EMBRAPA, 2016).

Nos países com a economia baseada no agro extrativismo, como o Brasil, também se percebe a importância das abelhas nativas sem ferrão no setor agrícola, pois elas são responsáveis por cerca de 8% do PIB nacional (IBGE, 2023). No entanto, o crescente desenvolvimento agrícola leva um aumento no consumo de herbicidas (MIRANDA *et al.*, 2007; PERES, 2009). Defensivos agrícolas podem afetar diretamente as abelhas, causando alterações na dinâmica de coleta de recursos e prejudicando a condição da colônia (DE LA RU'A *et al.*, 2009). Dessa forma, a aplicação de agrotóxicos reduz a presença de polinizadores em áreas cultivadas, pois os inseticidas utilizados para controlar as pragas também afeta os polinizadores (VIANA e SILVA, 2006). Sendo assim, nos últimos anos, a preocupação com a conservação das abelhas tem crescido devido ao declínio dos polinizadores e, conseqüentemente, da polinização em paisagens densamente ocupadas por atividades econômicas (ALLEN-WARDELL *et al.*, 1998; KEVAN e PHILLIPS, 2001).

Segundo Oliveira (1995), na Amazônia, pouco se sabe sobre a riqueza de Meliponinae, bem como sobre a biologia de muitas espécies. Esta situação é de considerável importância, pois com a consequente redução dos habitats disponíveis para essas abelhas, esse processo pode causar a extinção de muitas espécies, antes mesmo que mais informações sejam coletadas sobre a riqueza e potencial de uso dessas abelhas.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo fazer um levantamento sobre as espécies de abelhas nativas sem ferrão que ocorrem na Amazônia, dando destaque para aquelas abelhas que ocorrem na Amazônia mato-grossense.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a obtenção dos resultados desenvolveu-se uma pesquisa bibliográfica sobre as espécies de meliponíneos ocorrentes na região da Amazônia e da Amazônia Mato-Grossense. As pesquisas foram feitas com base em livros (Abelhas Brasileiras: Sistemática e Identificação), artigos e sites (EMBRAPA, IBGE). As plataformas utilizadas no desenvolvimento do estudo foram o Google Acadêmico, Scielo e periódicos capes. Para esta pesquisa, não foram feitas coletas de organismos, somente busca por imagens na internet, com auxílio do Google Imagens. Além disso, as espécies de meliponídeos citadas na pesquisa foram descritas com auxílio de artigos científicos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da pesquisa, verificamos que as espécies de abelhas pertencentes a tribo Meliponinae mais estudadas no Bioma Amazônico são: *Melípona compressipes*, *Melípona seminigra*, *Melípona flavolineata*, *Melípona fasciculata*, *Melipona quadrifasciata*, *Tetragonisca angustula*, *M. Seminigra merrillae*, *M. Trigona amazonensis*, *M. Rufiventris paraensis*, *M. Trigona spinipes*. E de acordo com os trabalhos avaliados, verificamos que 5 delas apresentam ocorrência na Amazônia matogrossense (tabela 01). No entanto, percebemos que existe uma grande lacuna em estudos com esse grupo nesta região do estado de Mato Grosso.

Tabela 1: espécies de abelhas com maior distribuição na Amazônia e na região da Amazônia Mato-Grossense.

Espécie	Ocorrência
<i>Melipona compressipes</i>	Região amazônica
<i>Melipona seminigra</i>	Região amazônica
<i>Melipona flavolineata</i>	Região amazônica
<i>Melipona fasciculata</i>	Região amazônica
<i>Melipona quadrifasciata</i>	Região amazônica
<i>Tetragonisca angustula</i>	Região da Amazônia Mato-Grossense
<i>M. Seminigra merrillae</i>	Região da Amazônia Mato-Grossense
<i>M. Trigona amazonensis</i>	Região da Amazônia Mato-Grossense
<i>M. Rufiventris paraensis</i>	Região da Amazônia Mato-Grossense
<i>M. Trigona spinipes</i>	Região da Amazônia Mato-Grossense

Na Amazônia existem 397 espécies diferentes do gênero *Melipona* (MOURE *et al.* 2007). Dentre elas se destacam as espécies *Melipona compressipes*, *Melipona seminigra* e *Melipona flavolineata*, por terem grande importância ecológica e serem grandes polinizadoras e dispersoras de sementes (BACELAR-LIMA *et al.*, 2006). A espécie *Melipona compressipes* é conhecida popularmente na Amazônia como jupará (PERALTA *et al.*, 1999). Possui uma ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o Panamá até o estado do Maranhão (KERR, 1996). Sua colônia é constituída, em média, por 5000 operárias, 250 machos e uma rainha (KEER, 2002a).

A espécie *Melipona seminigra* é conhecida popularmente como abelha amarela ou uruçú-boca-de-renda (AGUILERA-PERALTA, 1999). As colônias da espécie possuem um crescimento precoce, são populosas, apresentam uma boa produção de mel e são de fácil adaptação a diferentes ambientes (OLIVEIRA e AIDAR, 2013). São encontradas no Amazonas, Pará, Acre, Maranhão, Mato Grosso, Rondônia, Roraima, Tocantins e Bolívia, principalmente nas áreas onde predomina o bioma amazônico (CAMARGO e PEDRO, 2013). A referida espécie é criada como alternativa econômica (produção de mel), sendo uma das principais polinizadoras da floresta nativa da Amazônia Central, além de serem criadas para a produção de mel, são criadas para fins de conservação florestal (polinização) (FRANCINI *et al.*, 2009).

A espécie *Melipona flavolineata* é conhecida popularmente como Uruçu-amarela (VENTURIERI, 2008). Essas abelhas apresentam uma ocorrência no nordeste da

região Amazônica, em áreas de terra firme, especialmente nos estados do Pará, Amazonas, Ceará, Maranhão e Tocantins (PEDRO, 2014). E na Amazônia brasileira, o manejo da abelha sem ferrão *Melipona flavolineata*, é uma alternativa econômica para agricultores familiares de baixa renda (MAGALHÃES e VENTURIERI, 2010).

A espécie *Melipona fasciculata*, é conhecida popularmente como tiúba, essa espécie desempenha um importante papel econômico (BEZERRA 2002). São polinizadoras nativas de ecossistemas naturais encontrados em faixas tropicais, associada às taxas elevadas de umidade e temperatura como extensões de transição entre Amazônica, Caatinga e Cerrado. E é considerada como espécie promissora para a produção mel (FERNANDES, ROSA e SILVA, 2018).

A espécie *Melipona quadrifasciata* é conhecida como mandaçaia, mandasáí, mandassaia, manassaia e amaassai. É uma abelha robusta, capaz de polinizar culturas de pimentão, abóbora, tomate e pimenta-malagueta (ECO, 2018).

Entre as espécies de meliponíneos encontradas na região da Amazônia matogrossense está a *Tetragonisca angustula* conhecida popularmente como jataí, é a espécie que apresenta maior potencial como agente polinizador de flores (NOGUEIRA-NETO, 1997). As abelhas jataís, são criadas em praticamente todo o Brasil, pelo fato de não serem agressivas, o que facilita assim o manejo e por produzirem um mel bastante apreciado e valorizado (NOGUEIRA-NETO, 1997).

Conhecida como corta-pelo a espécie *Trigona amazonensis*, é encontrada nos estados do Acre, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Tocantins (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Produzem grande quantidade de mel, são utilizadas muito na medicina popular, principalmente na produção de xaropes para tratamento de problemas pulmonares, além de ser responsável pela polinização de espécies vegetais como o açaí e o jambo (OLIVEIRA *et al.*, 2013). Essas abelhas costumam ser encontradas próximas a igapós em cabeceiras de lagos, além disso, os ninhos desses organismos costumam ser externos e presos a troncos de árvores grandes (VERGARA *et al.*, 1986).

As abelhas da espécie *M. Rufiventris paraensis*, habitam as florestas de várzea e igapós como as dos relevos que possuem lugares sombreados e nidificam em troncos de árvores vivas, seus ninhos ficam em uma altura média de 5 metros, sendo os ninhos habitualmente solitários (Camargo, 1994). Denominada como uruçú-boca-de-ralo, a

espécie é encontrada na região neotropical e no Brasil é encontrada nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e norte do Mato Grosso (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

A espécie *M. Trigona spinipes* é conhecida como Irapuá, Arapuá, ou Arapuã, podem ser encontradas em diversos lugares do Brasil e da América do Sul (FILHO *et al.*, 2018). Com o auxílio de suas mandíbulas, esses organismos cortam as folhas, flores e cortiça, que são materiais fundamentais para construção de seus ninhos (FILHO *et al.*, 2018). Entre os Meliponíneos, a espécie *M. Trigona spinipes* é a que apresenta maior distribuição geográfica e diferentemente de outras espécies, seus ninhos não dependem de cavidades pré-existentes para serem implantados e os substratos mais utilizados são galhos, troncos de árvores ou cupinzeiros arbóreos abandonados (FILHO *et al.*, 2018).

4. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o grupo dos meliponídeos da Amazônia é um grupo diverso e possuem como característica sinapomórfica a ausência de ferrão. Além disso, essas abelhas possuem um importante papel ecológico, pois atuam fortemente na polinização de florestas nativas e na agricultura, além do mais, por não apresentarem ferrão, são de fácil manejo na produção de mel, produto muito utilizado na medicina popular e fonte de renda para muitas famílias da região. É importante salientar que é necessário mais estudos focados nestes organismo, para a região da Amazônia matogrossense, principalmente quando levamos em consideração o avançado estado de degradação desse ecossistema no estado.

REFERÊNCIAS

- AGUILERA, F. J. Preservação e exploração racional de abelhas melífera sem ferrão (Apidae: Meliponinae) da Amazônia central brasileira. INPA-Universidade do Amazonas (UA). 1999. Tese de Doutorado. Tese Doctoral em Biología Tropical. Manaus AM, Brasil.
- ALLEN-WARDELL, Gordon et al. The potential consequences of pollinator declines on the conservation of biodiversity and stability of food crop yields. *Conservation biology*, p. 8-17, 1998.
- AMAZONAS, Luís Eduardo Leitão. Avaliação preliminar de atividades biológicas dos produtos meliponídeos da espécie *Friseomellita varia* (Moça Branca) de produtores rurais de Itacoatiara, AM. 2016.

- BACELAR-LIMA, Christinny Giselly et al. Melitocoria de *Zygia racemosa* (Ducke) Barneby & Grimes por *Melipona seminigra merrillae* Cockerell, 1919 y *Melipona compressipes manaosensis* Schwarz, 1932 (Hymenoptera, Meliponina) en la Amazonía Central, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 36, p. 343-348, 2006.
- BEZERRA, M. D. B. Beekeeping, an essential activity to the household economy of the humid tropics. *Agroenvironments of transition: from the humid tropics and semi-arid*, p. 144-203, 2002.
- CABRAL, Kelem. *Abelhas criadas por povos tradicionais geram renda para a população amazônica*. Embrapa, 2016.
- CAMARGO, João Maria Franco de. *Biografia de meliponini (hymenoptera, apidae, apinae): a fauna amazonica*. Anais, 1994.
- CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. *Meliponini Lepeletier, 1836*. In (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region. 2013.
- CAMARGO, J. M. F.; PEDRO, S. R. M. *Meliponini Lepeletier, 1936*. in MOURE, J. S.; URBAN, D.; MELO, G. A. R. *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apidae) in the Neotropical Region*. Sociedade Brasileira de Entomologia: Curitiba. 1058p.
- CARVALHO-ZILSE, Gislene Almeida; KERR, Warwick Estevam. *Utilização de marcadores microsatélites para estudos populacionais em Melipona scutellaris (Apidae, Meliponini)*. Volume 18, Pags. 213-220, 2006.
- CONAB - *Produção de grãos é estimada em 320,1 milhões de toneladas com ganhos de área e produtividade*. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5116-producao-de-graos-e-estimada-em-320-1-milhoes-de-toneladas-com-ganhos-de-area-e-produtividade>. Acesso em: 01 de setembro de 2023.
- DE LA RÚA, Pilar et al. *Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees*. *Apidologie*, v. 40, n. 3, p. 263-284, 2009.
- DE OLIVEIRA, Marilza Assunção; AIDAR, Davi Said. *EFEITO DA ALIMENTAÇÃO ARTIFICIAL NO CRESCIMENTO DE COLÔNIAS DE Melipona seminigra merrillae (HYMENOPTERA, APIDAE, MELIPONINAE)*.
- EOA. *6 Tipos de abelhas nativas do Brasil para você conhecer*. Eoa, 2018.
- FERNANDES, Rachel Torquato; ROSA, Ivone Garros; CONTI-SILVA, Ana Carolina. *Microbiological and physical-chemical characteristics of honeys from the bee Melipona fasciculata produced in two regions of Brazil*. *Ciência Rural*, v. 48, p. e20180025, 2018. DOI:<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180025>.

- FIGUEIREDO, Margarida Garcia de; BARROS, Alexandre Lahós Mendonça de; GUILHOTO, Joaquim José Martins. Relação econômica dos setores agrícolas do Estado do Mato Grosso com os demais setores pertencentes tanto ao Estado quanto ao restante do Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 43, p. 557-575, 2005.
- FILHO, Joaci Lucena da Silva; *et al.* Comportamento da abelha *Trigona spinipes* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae) no forrageamento de plantas apícolas: estudos preliminares. 2018.
- FRANCINI, Izaura Bezerra et al. Microsatellite loci for an endemic stingless bee *Melipona seminigra merrillae* (Apidae, Meliponini) from Amazon. *Conservation Genetics Resources*, v. 1, p. 487-490, 2009.
- HEARD, Tim A. The role of stingless bees in crop pollination. *Annual review of entomology*, v. 44, n. 1, p. 183-206, 1999.
- IBGE | Portal do IBGE | IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 26 ago. 2023.
- KERR, Warwick Estevam; BUBLITZ FILHO, Arnor. Comportamento da *Varroa jacobsoni* Oudemans em duas espécies de meliponíneos. *Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento*, v. 2, n. 8, p. 22-23, 1999.
- KERR, Warwick E. Some aspects of the evolution of social bees (Apidae). 1969.
- KERR, W.E. 2002a. Extinção de Espécies: a grande crise biológica do momento e como afeta os meliponíneos. *Anais do V Encontro sobre Abelhas*, Ribeirão, SP: 4-9.
- KERR, W.E. et al. *Abelha urucu - biologia, manejo e conservação*. Belo Horizonte: Fundação Acangaú. 1996.
- KEVAN, Peter G.; PHILLIPS, Truman P. The economic impacts of pollinator declines: an approach to assessing the consequences. *Conservation ecology*, v. 5, n. 1, 2001.
- DE MAGALHÃES, T. L.; VENTURIERI, Giorgio Cristino. Aspectos econômicos da criação de abelhas indígenas sem ferrão (apidae: meliponini) no nordeste Paraense. 2010.
- MARQUES-SOUZA, Antonio Carlos; KERR, Warwick Estevam. Mel amargo de breu (*Protium* sp., Burseraceae). *Acta Amazonica*, v. 33, p. 339-340, 2003.
- MESQUITA, Nayara Dos Santos et al. Diagnóstico da relação entre a Arborização e a diversidade de abelhas sem ferrão (Apidae: Meliponini) no Campus Tapajós e no Bosque Mekdece localizados em Santarém, PA. *Revista Agroecossistemas*, v. 9, n. 2, 2017.

- MIRANDA, Ary Carvalho de et al. Neoliberalismo, uso de agrotóxicos e a crise da soberania alimentar no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 12, p. 7-14, 2007.
- NOGUEIRA-NETO, Paulo. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. In: *Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão*. 1997. p. 446-446.
- OLIVERIA, Favízia Freitas de et al. Guia ilustrado das abelhas" sem ferrão" das Reservas Amanã e Mamirauá, Amazonas, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini). 2013.
- PEDRO, Silvia RM. The stingless bee fauna in Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Sociobiology*, v. 61, n. 4, p. 348-354, 2014.
- PERALTA, F. J. A.; MESQUITA, H. G.; ASSIS, M. G. P. Iniciação a Meliponicultura: criação de abelhas melíferas sem ferrão. Manaus (AM): INPA/IPAAM/SEBRAE, 1999.
- PERES, Frederico. Saúde, trabalho e ambiente no meio rural brasileiro. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 14, p. 1995-2004, 2009.
- PORTUGAL-ARAÚJO, V. Contribuição para o conhecimento da biologia, cultura e domesticação das abelhas Amazônicas. Manaus, INPA e CNPq, 180p, 1978.
- DEMETERCO, Carlos Alexandre et al. Manejo de abelhas nativas sem ferrão na Amazônia Central. 2015.
- SILVEIRA, Fernando A.; MELO, Gabriel AR; ALMEIDA, Eduardo AB. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Guilherme Carnevale Carmona, 2002.
- SILVEIRA, Fernando A.; MELO, Gabriel AR; ALMEIDA, Eduardo AB. Abelhas brasileiras: sistemática e identificação. Guilherme Carnevale Carmona, 2002.
- VENTURIERI, G. C. Floral biology and management of stingless bees to pollinate Assai Palm (*Euterpe oleracea* Mart., Arecaceae) in Eastern Amazon. 2008.
- VIANA, B.; SILVA, F. Limitação e causa do declínio de polinizadores do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* Sims) no Vale do São Francisco, Juazeiro, Ba. *Anais VII Encontro sobre abelhas*. Riberão Preto, Brasil. Cd-Rom, 2006.

CAPÍTULO VIII

PESCADORES TRADICIONAIS DE AMBIENTES DULCÍCOLAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

TRADITIONAL FISHERMEN FROM WATERFRESH ENVIRONMENTS: A SYSTEMATIC REVIEW

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-8

Edinilson Barbosa da Silva ¹
Danilo Mamede da Silva Santos ²

¹ Engenheiro de Pesca. Universidade do Estado da Bahia – UNEB

² Professor do Departamento de Educação, DEDC, *Campus-VIII*. Universidade do Estado da Bahia – UNEB

RESUMO

Os pescadores tradicionais estão inseridos nas diversas populações tradicionais do país e do mundo. Têm a convivência direta com a natureza, vivem em comunidades e realizam atividades de pesca para o consumo familiar ou comercial. A pesca artesanal assume características diversificadas, de acordo com os ambientes que são explorados. Assim, este trabalho objetivou reunir relatos de literatura para contribuir e atualizar os conhecimentos científicos produzidos sobre os pescadores tradicionais de ambientes dulcícolas. A pesquisa assume a característica quali-quantitativa de revisão sistemática de literatura. O levantamento de dados foi realizado nas plataformas de banco de dados Scielo e Scopus, no período de 2018 a 2023. A partir dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 12 artigos para a revisão sistemática. Sendo encontrados um maior número de artigos para a região Norte 37,5% e Nordeste com 31,25% dos artigos publicados; seguido da região Sul e Sudeste com 12,5% para cada região e 6,25% para a região Centro-Oeste. O maior número de publicações foi registrado no ano de 2019. A escassez de artigos voltados para os pescadores artesanais é uma questão preocupante. A ausência de estudos publicados em bases de dados indexadas, amplamente reconhecidas pela comunidade acadêmica, pode ser atribuída a fatores como a invisibilidade e preterimento aos profissionais da pesca artesanal em ambientes dulcícolas; ausência de (re)conhecimento da importância e/ou de cientificidade em relação ao tema; (re)produção de estigmas sociais; apagamentos e silenciamentos de existências; dentre outros.

Palavras-chave: Rio. Etnoecologia. Território. Populações tradicionais. Pesca artesanal.

ABSTRACT

Traditional fishermen are part of the different traditional populations of the country and the world. They interact directly with nature, live in communities and carry out fishing activities for family or commercial consumption. Artisanal fishing takes on diverse characteristics, according to the environments that will be explored. Thus, this work aimed to gather literature reports to contribute and update the scientific knowledge produced about traditional fishermen in freshwater environments. The research assumes the qualitative and quantitative characteristic of a systematic literature review. Data collection was carried out on the Scielo and Scopus database platforms, from 2018 to 2023. Based on the inclusion and exclusion criteria, 12 articles were selected for the systematic review. A greater number of articles were found for the North region, 37.5%, and the Northeast region, with 31.25% of published articles; followed by the South and Southeast regions with 12.5% for each region and 6.25% for the Central-West region. The largest number of publications was recorded in 2019. The scarcity of articles aimed at artisanal fishermen is a worrying issue. The lack of studies published in indexed databases, widely recognized by the academic community, can be attributed to factors such as the invisibility and neglect of artisanal fishing professionals in freshwater environments; lack of (re)knowledge of the importance and/or scientificity regarding the topic; (re)production of social stigmas; erasures and silencing of existences; among others.

Keywords: River. Ethnoecology. Territory. Traditional populations. Artisanal fishing.

1. INTRODUÇÃO

O pescador e pescadora artesanal é a pessoa física que desempenha atividade de pesca profissional para fins comerciais ou em regime de economia familiar, com meios de produção próprios ou por intermédio de parceria, podendo atuar de forma desembarcada ou utilizar embarcação de pesca, sendo que 99,2% do total de pescadores no Brasil atuam na pesca artesanal e de subsistência (Brasil, 2021; Mpa/Brasil, 2023).

A pesca artesanal tem características bastante diversificadas, de acordo com os ambientes que serão explorados. A pesca artesanal se baseia na organização de práticas culturais tradicionais, fundada em tarefas, divisões do trabalho, modos de solidariedade e cooperação com objetivos econômicos e de sobrevivência (Pena, Gomez, 2014). É uma atividade complexa, pois, envolvem práticas que englobam os saberes populares, caracterizada por uma atividade informal e considerada como ambulante por realizar deslocamento tanto na captura quanto na comercialização (Lima, Santos, 2020).

Considerando a importância dos pescadores tradicionais do Brasil e da pesca artesanal em ambientes dulcícolas, este trabalho é de extrema importância, pois aborda aspectos sociais e econômicos relacionados aos pescadores artesanais. Além de contribuir para a sistematização e organização das informações, possibilitando a identificação de padrões, desafios e oportunidades que possam orientar futuras pesquisas, políticas e práticas voltadas para a promoção do bem-estar e sustentabilidade das comunidades de pescadores artesanais. Assim, este trabalho objetivou reunir relatos de literatura para contribuir e atualizar os conhecimentos científicos produzidos sobre os pescadores tradicionais de ambientes dulcícolas.

2. METODOLOGIA

2.1. BASE DE DADOS

A pesquisa para o levantamento de dados acerca do assunto pescadores tradicionais assume a característica quali-quantitativa para o uso da técnica de revisão sistemática de literatura. A consulta para o levantamento de dados foi realizada em dois bancos de dados: a plataforma Scientific Electronic Library (Scielo) e a plataforma de Banco de Dados de resumos e Citações (Scopus). Essas plataformas de dados foram

adotas por serem portais de pesquisa que possuem abrangência em diversos trabalhos científicos, de qualidade, e que são reconhecidos por toda comunidade acadêmica.

2.2. SELEÇÃO DOS ARTIGOS

Os artigos foram encontrados e separados, através da pesquisa, utilizando os descritores com algumas combinações de palavras-chave na seguinte sequência: Traditional fisherman/fisherwoman (Pescador/pescadora tradicional); fisherman/fisherwoman river São Francisco (pescador/pescadora rio são Francisco); fisherman/fisherwoman fishing tackle (pescador/pescadora apetrecho de pesca) e fisherman/fisherman fish (pescador/pescadora peixe). Foi utilizado o operador booleano *and* associado aos descritores, na tentativa de otimizar a busca. Os descritores utilizados foram pesquisados em dois gêneros masculino e feminino para conseguir uma abrangência maior para o assunto buscado e sendo restringida a pesquisa ao Brasil. Foi realizada a seleção dos artigos no período de 20 de julho a 20 de outubro de 2023.

2.3. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Para serem incluídos, os trabalhos deveriam conter o termo descritor preferencialmente no título, palavras-chave ou resumo; fazer menção a pescadores tradicionais com práticas de pesca e/ou moradia em localizações geográficas no território brasileiro. As pesquisas deveriam ser desenvolvidas em ambientes dulcícolas, sejam em rios ou lagos; relacionados ao protagonismo de pescadores tradicionais que trabalham com Ictiofauna. As características dos artigos investigados deveriam possuir fundamentos sociais e econômicos. Foram utilizados artigos publicados em quaisquer idiomas no período de janeiro 2018 a outubro de 2023.

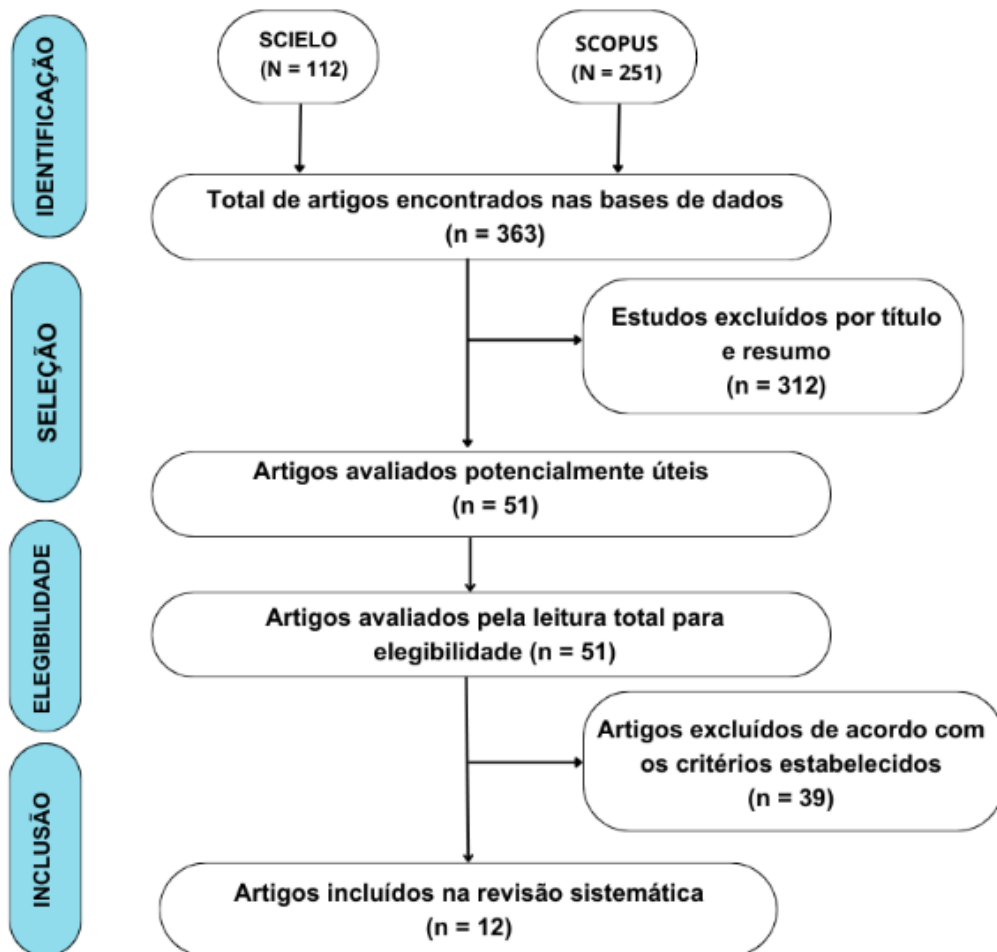
Foram excluídos os trabalhos que foram desenvolvidos em ambientes de águas salinas; em duplicidade ou realizados com pescadores que não trabalham com Ictiofauna.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados 363 artigos científicos, sendo 112 na base de dados Scielo e 251 na base de dados Scopus, dos quais 51 foram considerados importantes por apresentarem relações com o tema investigado. Após a análise foi realizada a leitura dos 51 artigos publicados. Assim de acordo com os critérios de inclusão e exclusão, foram incluídos 12 artigos científicos que estavam dentro dos critérios estabelecidos para os

dados desta revisão. Sendo excluídos, conseqüentemente, 39 artigos através dos critérios de exclusão (Figura 1).

Figura 1 – Processo de seleção dos trabalhos científicos.



Fonte: Autoria própria.

A revisão sistemática contribui para minimizar a influência de vieses e aumentar a confiabilidade dos resultados, promovendo uma maior confiança na validade das conclusões obtidas (Sampaio, 2007).

Foi escolhida estas bases de dados por serem bases de dados reconhecidas pela população acadêmica. Porém, se entende que pode ter sido desconsiderado “literatura cinza” como teses, dissertações, artigos não indexados nas referidas bases de dados e capítulos de livros, e que tais trabalhos também contribuem para a construção de saberes. Desta forma, recomenda-se que sejam consideradas outros tipos de busca de bases de dados para que haja uma maior representação e amplitude do tema investigado.

A Tabela 1 evidencia os artigos nacionais, indexados, que equivalem ao total dos artigos selecionados. Uma das razões para a escassez de artigos sobre pescadores artesanais pode ser a falta de interesse ou prioridade na pesquisa e publicação desses temas. É importante nos questionarmos “sobre o porquê” que artigos com essa referida temática não são presentes em bases de dados indexadas de algo que tem impacto para a comunidade acadêmica? Quais atores sociais decidem sobre isso? Os valores sociais dominantes seriam traçados pelas classes dominantes? Não é objetivo desta pesquisa responder a tais questões, porém, faz-se necessário instigar ao leitor sobre a pluralidade de perspectivas que “orientam” e apartam determinadas temáticas acadêmicas através de um silenciamento, apagamento e empirismo.

A tabela 01 apresenta os artigos incluídos de acordo com os autores, exibindo o tema e o seu principal objetivo. A maioria dos artigos possui no título algumas palavras semelhantes reafirmando a veracidade com o tema proposto na revisão sistemática. Os objetivos dos artigos publicados apresentam e relevam o principal interesse do pesquisador na busca por informações relacionada a pescadores tradicionais seja com foco nas características sociais ou econômicas.

Os temas dos artigos (Tabela 1) evidenciam o campo de pesquisa no qual o pesquisador tem interesse com relação aos pescadores tradicionais. Em um contexto em que outras áreas de estudo recebem mais atenção e financiamento, a pesca artesanal pode ser negligenciada, resultando em uma lacuna de informações. A falta de visibilidade desses pescadores pode contribuir para a perpetuação de desigualdades e dificuldades enfrentadas por eles.

Tabela 1 – Lista de artigos incluídos, autor, Tema e principais objetivos.

ID	Autor	Tema	Objetivos
1	Reis, <i>et al.</i> (2022)	A análise dos aspectos socioeconômicos e do perfil da pesca de peixes comestíveis comerciais segundo os pescadores no município de Barcelos.	Descrever os aspectos socioeconômicos dos pescadores comerciais de peixes comestíveis que atuam no município de Barcelos, região do médio rio Negro.
2	Nóbrega (2021)	revisão sistemática dos estudos de Etnozoológia realizados nas comunidades pesqueiras no Nordeste do Brasil.	Verificar o desenvolvimento de estudos etnozoológicos nas comunidades pesqueiras nordestinas e o foco utilizado pelos pesquisadores.

ID	Autor	Tema	Objetivos
3	Silva, <i>et al.</i> (2021)	A relação entre os pescadores artesanais de tarrafa e os botos-de-Lahille nas paisagens da Barra do Rio Tramandaí.	Apresentar elementos que denotam a complexidade envolvida na prática da pesca cooperativa entre pescadores artesanais e botos na captura da tainha.
4	Dadalto (2020)	As mudanças percebidas pelas comunidades pesqueiras tradicionais após um grande desastre de barragem no Brasil.	Compreender como os pescadores tradicionais residentes nas comunidades de Regência e Povoação percebem o futuro da atividade pesqueira na fase da tragédia ambiental.
5	Lima, Santos (2020)	Análise descritiva dos acidentes graves de trabalho relacionados aos pescadores artesanais do Brasil	Descrever o número de acidente grave relacionado ao trabalho de pescadores artesanais no País.
6	Souza (2020)	A variação espacial e sazonal do robalo-pavão (<i>Cichla spp.</i>) na pesca, com uma análise das capturas desembarcadas em Manaus.	Descreve a sazonalidade e Padrões espaciais da pesca do tucunaré, com base em dados de captura para peixes desembarcados em Manaus.
7	Costa (2019)	As lesões causadas por peixes a pescadores no Vale do Alto Juruá.	Documentar lesões causadas por peixes em pescadores profissionais do Oeste Brasileiro, Amazonas.
8	Hallwass, Schiavetti, Silvano (2019)	O conhecimento dos pescadores para identificar mudanças ao longo do tempo na composição e abundância dos recursos pesqueiros em áreas protegidas.	Aplicar o LEK dos pescadores para avaliar mudanças na composição e abundância de espécies de peixes capturadas ao longo do tempo no Baixo Rio Tapajós, Amazonas, Brasil.
9	Melo (2019)	A ocorrência da esquistossomose mansônica em famílias de trabalhadores da pesca em uma área endêmica de Alagoas.	Analisar os aspectos epidemiológicos e clínicos envolvidos na transmissão e manifestação da esquistossomose em uma comunidade de pescadores de área endêmica de Alagoas
10	Guimarães, Leitão (2019)	A pesca artesanal e as reflexões sobre políticas públicas na Colônia de Pescadores Z-33	Consiste em mapear as políticas públicas em Porto Jatobá, Abreu e Lima, Pernambuco (PE).

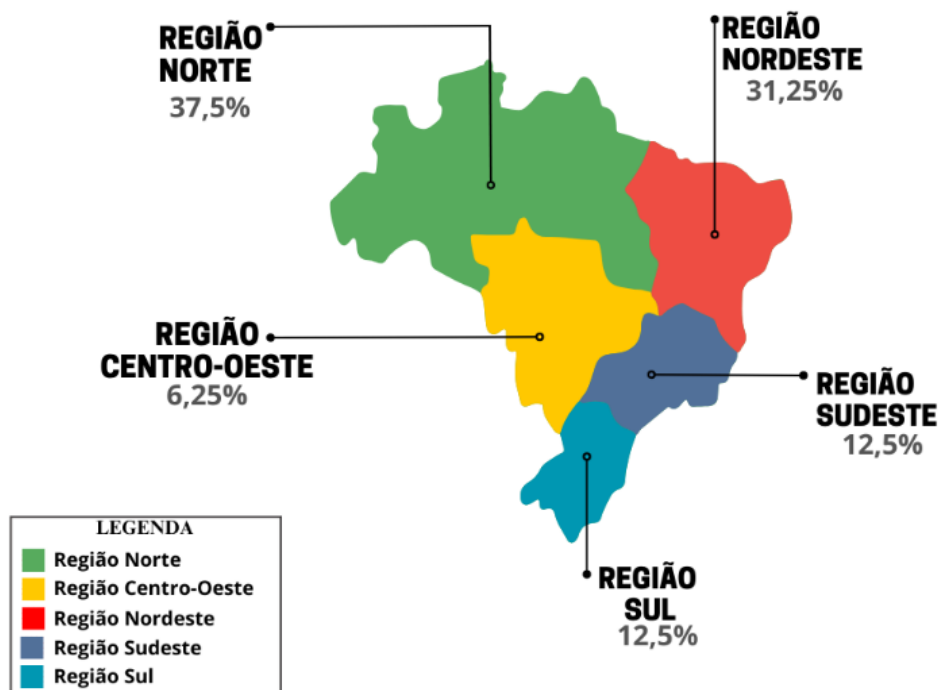
ID	Autor	Tema	Objetivos
11	Serrão <i>et al.</i> (2019)	O conhecimento tradicional dos pescadores sobre o comportamento reprodutivo dos peixes em um lago de inundação	Realizar um estudo etnoictiológico sobre o comportamento reprodutivo das principais espécies de peixes capturadas na região, fazendo um comparativo entre o conhecimento local e a literatura científica disponível.
12	Nogueira, <i>et al.</i> (2018)	A pesca artesanal no reservatório de Itaparica, Rio São Francisco, Brasil, abordando o perfil socioeconômico dos pescadores, a dinâmica ambiental e as recomendações de manejo.	Compreender os impactos das mudanças ambientais nos recursos pesqueiros e analisar a época de reprodução dos peixes migratórios como um elo perdido para o manejo pesqueiro na região semiárida da Bacia do Rio São Francisco.

Fonte: Autoria própria.

Segundo Guimarães e Leitão (2020) os incentivos direcionados à pesca industrial, como a subvenção do óleo diesel, a recuperação da frota nacional e os créditos para os pescadores, é importante, porém vale ressaltar que a pesca artesanal enfrenta desafios significativos para obter apoio e reconhecimento, pois estão sendo invisibilizados. A invisibilidade da pesca artesanal pode resultar em consequências negativas, enquanto a pesca industrial recebe mais apoio. É essencial que a pesca artesanal seja valorizada e reconhecida para que possa prosperar e contribuir de maneira mais significativa.

Os artigos selecionados tem uma diversidade de assuntos voltados para os pescadores tradicionais e foram desenvolvidas em várias regiões do Brasil. Porém, ainda são escassos os trabalhos desenvolvidos com comunidades de pescadores tradicionais. Verificou-se que em termos percentuais existe um maior número de artigos para as regiões Norte com 37,5% e Nordeste com 31,25% dos artigos publicados; em seguida, a região Sul e Sudeste com 12,5 % para cada região e a 6,25% para a região Centro-Oeste (Figura 2).

Figura 2 – Distribuição geográfica das publicações nacionais, por região do Brasil.



Fonte: Autoria própria.

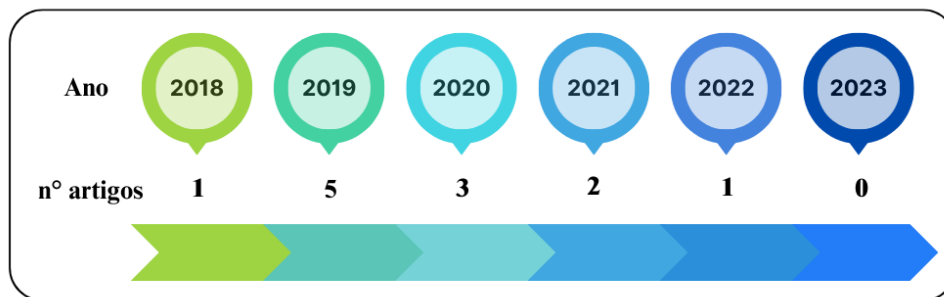
A figura 2 apresenta os artigos publicados sobre pescadores tradicionais no Brasil. Ao verificar quanto a posição dos artigos publicados nas divisões geográficas, observa-se que a maioria das pesquisas se desenvolveram nas regiões norte com 37,5% e nordeste 31,25%.

Conforme explica a CONAFER (2023), no Brasil, existem mais de um milhão de pescadores artesanais, sendo 80% deles no Norte e Nordeste do país. Segundo o Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA, do total de pescadores artesanais 460 mil estão no Nordeste e 370 mil no Norte, incluindo várias outras comunidades como indígenas, mulheres negras, comunidades caiçaras, marisqueiras, jangadeiros, vazanteiros, ribeirinhos, extrativistas, pescadores quilombolas. Assim possibilitando o fácil acesso de pesquisadores da região para desenvolver pesquisas com os pescadores tradicionais.

Quanto aos artigos desenvolvidos nas regiões Sul e Sudeste observa-se um percentual de 12,5% para cada região e 6,25% para a região Centro-oeste, tal fato pode ter sido influenciada pelas práticas predominantes da pesca marítima nessas regiões podendo influenciar na menor quantidade de pesquisas com pescadores artesanais, uma vez que o foco das pesquisas tende a ser direcionado para as comunidades pesqueiras que atuam em ambientes dulcícolas.

Em relação à quantidade de publicações, no intervalo de tempo entre os anos de 2018 a 2023, o maior número de publicações foi registrado no ano de 2019 (5 publicações/ano). Durante os anos de 2020 e 2021 o número de publicações variou entre 3 e 2 publicações/ano, respectivamente. Nos anos de 2018 e 2022 ocorreu apenas uma publicação em cada ano e, 2023 não houve publicação até a data de busca, sendo o único ano sem publicações. Como pode ser observado na Figura 3.

Figura 1 – Distribuição das publicações nacionais por ano.



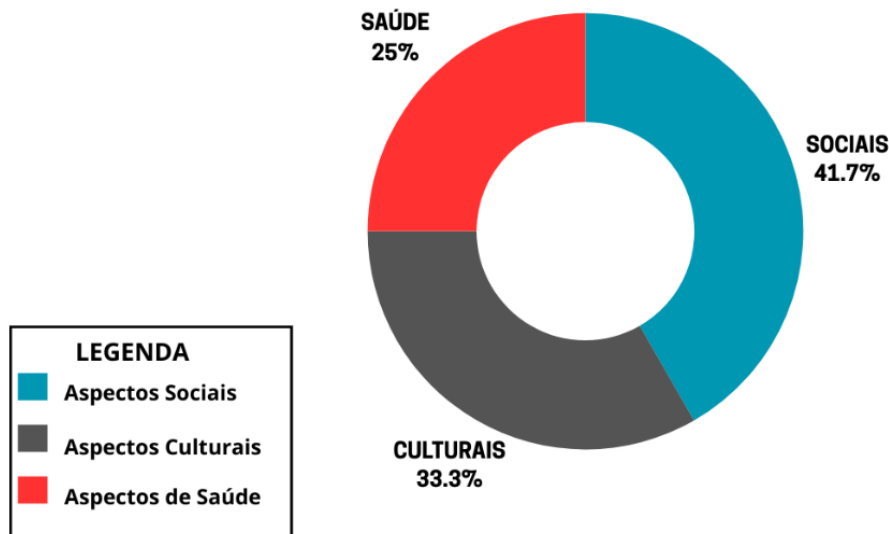
Fonte: Autoria própria.

O número de publicações variou ao longo dos anos. Em 2018 foi verificado apenas 1 publicação/ano. O ano em destaques foi o ano de 2019 que apresenta a maior quantidade de publicações 5 publicações/ano. Foi analisado a diminuição constante entre os anos 2020, 2021, 2022 e 2023 tendo consecutivamente publicações 3, 2, 1 e 0 publicações/ano. No que se refere a distribuição cronológica dos artigos pode se afirmar que o ano de 2019 as publicações foram mais recorrentes.

A baixa de publicações a partir dos anos de 2020 a 2023, possivelmente, pode estar relacionada a pandemia do COVID-19, que teve início em 2020 e se estendeu até o início de 2022, fato que paralisou as atividades devido ao distanciamento social, o que pode ter repercutido nos referidos anos. Quanto as publicações, especialmente, do ano de 2020, não deve ter tido o mesmo impacto referente a pandemia do COVID-19, pelo fato de terem sido realizadas as pesquisas de campo anteriores a pandemia e, terem sido publicados em 2020.

A figura 4 apresenta os aspectos sociais, culturais e de saúde classificando os artigos investigados de acordo com seus temas. Os aspectos sociais tiveram uma maior quantidade de classificados, 5 artigos; em sequência os aspectos culturais, 4 artigos; e os de saúde com 3 artigos.

Figura 2. Classificação dos artigos por aspectos sociais, culturais e saúde (%).



Fonte: A autoria própria.

Dentre os diversos artigos investigados, os aspectos sociais dos pescadores tradicionais é a temática com maior foco para os pesquisadores. Apesar dos aspectos sociais estão ligadas as características pessoais dos pescadores esses pesquisadores buscam informações das condições dessas comunidades. No entanto um dos artigos sobre pesca artesanal e políticas públicas na colônia de pescadores Z-33 foi abordado o mapeamento das políticas públicas implementadas em Porto de Jatobá, Abreu e Lima, Pernambuco, para discutir suas reflexões sobre o impacto dessas políticas na comunidade de pescadores (Guimarães e Leitão, 2020).

Em um artigo de revisão sistemática sobre estudos etnológicos nas comunidades pesqueiras no Nordeste do Brasil, os pesquisadores buscam analisar uma variedade de estudos anteriores, identificando o desenvolvimento desses estudos ao longo do tempo e o foco dos pesquisadores em relação às comunidades pesqueiras. Foram examinados os temas abordados, as metodologias utilizadas e as principais conclusões alcançadas para compreender melhor as condições sociais e as lacunas na pesquisa etnológica nessas comunidades (Nóbrega, 2021).

Os autores Reis *et al.* (2022) e Nogueira *et al.* (2018), em seus artigos, pretendem demonstrar a descrição e análise dos aspectos socioeconômicos dos pescadores comerciais de peixes comestíveis que atuam no município em questão, fornecendo informações sobre o perfil desses pescadores e os impactos econômicos da pesca de peixes comerciais na região e do reservatório de Itaparica em relação à pesca artesanal,

além de analisar as mudanças ambientais nos recursos pesqueiros e a época de reprodução dos peixes migratórios na bacia do Rio São Francisco.

Dadalto, *et al.* (2020) buscam descrever as mudanças percebidas pelas comunidades pesqueiras tradicionais nas localidades de Regência e Povoação, no contexto do grande desastre de barragem no Brasil. Visam analisar como os pescadores tradicionais residentes nessas comunidades percebem o futuro da atividade pesqueira durante essa fase pois tragédia ambiental.

Os pescadores têm conhecimentos próprios sobre os peixes devido à sua experiência prática, observação direta e transmissão de conhecimentos ao longo das gerações. O conhecimento tradicional dos pescadores sobre o comportamento reprodutivo dos peixes em um lago de inundação e realizado através do estudo etnoictológico sobre as espécies capturadas durante essa inundação, este artigo tem como foco o conhecimento tradicional do pescador assim o autor descreve as descobertas e observações feitas nesse estudo (Serrão *et al.* 2019).

Hallwass, Schiavetti e Silvano (2019) buscam através do conhecimento dos pescadores identificar mudanças na composição dos recursos pesqueiros ao longo do tempo em áreas produtivas para avaliar a composição de espécies de peixes.

No rio Tamandí o autor tem como foco de pesquisa a busca por descrever a relação entre os pescadores artesanais de tarrafa e os botos *Tursiops geophysreus* (Lahille, 1908), destacando a participação existente na captura da Taínha (*Mugilidae*) e os elementos que evidenciam (Silva *et al.* 2021).

A pesca do tucunaré (*Cichla* spp.), em Manaus, apresenta sazonalidade e padrões espaciais, de acordo com os dados de captura de peixes desembarcados na região, o autor analisou os padrões sazonais e espaciais da pesca ao longo do tempo (Souza, 2020).

Lima e Santos (2020) e Costa (2019) buscam analisar os acidentes que ocorrem nas comunidades pesqueiras. Lima e Santos (2020) realizam uma análise descritiva de acidentes graves de trabalho relacionados aos pescadores artesanais, evidenciando aspectos relevantes como as causas, consequências e tendências à acidentes. Enquanto Costa (2019) tem como foco documentar as lesões causadas por peixes em pescadores artesanais, buscando compilar informações sobre os tipos de lesões, espécies de peixes envolvidas, circunstâncias e impactos na saúde dos pescadores.

Na busca de documentar a ocorrência da esquistossomose mansônica em famílias de trabalhadores da pesca em uma área endêmica de Alagoas, o autor Melo, *et al.* (2019) analisa os aspectos epidemiológicos e clínicos relacionados à transmissão dessa doença nas comunidades de pescadores artesanais.

Os artigos incluídos possuem palavra-chave semelhantes entre si facilitando na busca. São vários os termos descritos, dentre os artigos publicados, para compor as palavras-chaves. A Figura 5 apresenta as diversas palavras chaves encontradas nos artigos publicados, quanto maior for o tamanho da palavra-chave mais repetições existiu nos artigos incluídos. Sendo assim as palavras de maiores destaques foram pescadores, comunidade tradicional, etnoictiologia e pescadores artesanais sendo citadas mais de duas vezes, seguidos com menos repetições foram comunidades pesqueiras, conservação de peixes e lesões, palavras como rios tropicais, período de pesca, pesca de água doce, entre outras são palavras que foram citadas apenas uma única vez.

Figura 5 – Palavras-chaves descritas nos artigos incluídos.



Fonte: Autoria própria.

As palavras-chave e os termos descritores dos artigos desempenham um papel fundamental na organização e categorização das informações contidas nos textos. Ao atribuir palavras-chave e termos descritores adequados, torna-se mais fácil e eficiente realizar buscas e recuperar informações relevantes em bases de dados e sistemas de pesquisa. Esses elementos funcionam como uma espécie de "etiqueta" que ajuda a

identificar o conteúdo dos artigos, permitindo que encontre com mais facilidade os materiais que são de seu interesse. Além disso, a utilização de palavras-chave e termos descritores padronizados também contribui para a organização e indexação dos artigos em bibliotecas digitais e sistemas de informação, promovendo uma maior acessibilidade e disseminação do conhecimento científico.

São inúmeras as palavras-chaves e termos descritores apresentados na Figura 5 que foram encontrados entre todos os artigos desta revisão sistemática, existindo a repetição de palavras entre eles, favorecendo maior destaque na nuvem de palavras para esses termos descritores. As nuvens de palavras ou nuvens de tags são recursos digitais utilizados com frequência em reportagens para evidenciar os termos mais utilizados e comentados no momento (Pagliarini e Sepel, 2022).

As palavras são utilizadas de forma visualmente atraente de representar dados textuais de maneira hierárquica e classificada. Nesse formato, os termos mais frequentes são exibidos com um tamanho de fonte maior, enquanto os menos frequentes aparecem com um tamanho menor. Essa abordagem permite uma rápida percepção dos principais temas ou tópicos encontrados no texto (Lemos, 2016).

Na figura 5 o termo em maior destaque é “PESCADORES” sendo a palavra com mais repetições, em seguida temos os termos como comunidade tradicional/ pescadores artesanais/ etnoictiologia em segundo plano, já as palavras menores foram citadas apenas uma única vez como rios/ aquicultura/ peixes/ comunidades pesqueiras entre outras, podem ser visualizadas com facilidade através do tamanho da fonte dos termos na figura citada. De acordo com Garcia (2019) as palavras-chaves são importantes na busca de artigos publicados acerca de que qualquer assunto, pois tem a finalidade de ajudar a encontrar artigos relevantes de forma rápida. A elaboração cuidadosa do título e do resumo bem como a seleção ponderada das palavras-chave é fundamental para que os textos sejam capturados pelos mecanismos de busca e para que finalmente alcancem seus possíveis leitores.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escassez de artigos voltados para os pescadores artesanais é uma questão preocupante. Essa ausência pode ser atribuída a diversos fatores, como a invisibilidade e não reconhecimento de atenção e cuidado; (re)conhecimento da importância desses

profissionais na sociedade; (re)produção de estigmas sociais; apagamentos e silenciamentos de existências.

A partir da análise da quantidade de artigos publicados por região geográfica do Brasil, é possível observar a relevância de compreender a distribuição e o foco das pesquisas em diferentes áreas do país. Essa abordagem permite identificar lacunas de conhecimento e demandas específicas em cada região, contribuindo para uma maior representatividade e diversidade no cenário acadêmico. Além disso, essa análise pode subsidiar políticas públicas e investimentos em pesquisa, visando equilibrar o desenvolvimento científico em todo o território nacional.

Ao analisar a quantidade de artigos publicados sobre pescadores artesanais dentro do período estabelecido, é possível acompanhar o interesse e o engajamento da comunidade científica em relação a essa temática ao longo dos anos. Essa análise fornece *insights* importantes sobre as prioridades de pesquisa, as questões emergentes e as lacunas de conhecimento relacionadas aos pescadores artesanais que são invisibilizadas. Compreendendo a evolução da produção científica nesse campo permitindo identificar a escassez e rejeição de esforços para esta área de grande relevância.

Ao considerar as palavras-chave utilizadas nos artigos, é possível mapear os principais temas, abordagens e áreas de interesse na pesquisa sobre pescadores artesanais, facilitando a identificação de tendências, lacunas de conhecimento. Dessa forma, compreender a relevância das palavras-chave contribui significativamente para a eficácia e rigor das análises em revisões sistemáticas, promovendo uma visão mais completa e atualizada do conhecimento disponível sobre essa temática específica.

Sendo assim foi possível aprofundar a compreensão sobre a pesquisa voltada aos pescadores tradicionais, analisando diversos aspectos relevantes.

AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e ao Núcleo de Pesquisas em Ecossistemas Aquáticos (NUPEA) pelo apoio e incentivo acadêmico.

REFERÊNCIAS

Brasil. Lei n. 265, de 29 de junho de 2021. Estabelece as normas, os critérios e os procedimentos administrativos para inscrição de pessoas físicas no registro geral da atividade pesqueira, na categoria de pescador e pescadora profissional, e para

a concessão da licença de pescador e pescadora profissional. Diário oficial da união, 30 jun. 2021.

Conafer - Confederação da Agricultura Familiar. Povos da pesca: país tem 1 milhão de pescadores artesanais; novo programa dá força à categoria. 2023. Disponível em: < <https://conafer.org.br/povos-da-pesca-pais-tem-1-milhao-de-pescadores-artesanais-novo-programa-da-forca-a-categoria/>> Acesso em: 2 nov. 2023.

COSTA, T. N.; CASAS, A. L. S.; BERNARDE, P. S. Injuries caused by fish to fishermen in the Vale do Alto Juruá, Western Brazilian Amazon. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, v. 53, 2019.

DADALTO, M. C.; RODRIGUES, I.; CLAUDINO, J.; FERNANDES, L. F. L. Changes perceived by traditional fishing communities after a major dam disaster in Brazil. *International Journal of Environmental Studies*, v. 77, n. 3, p. 412-420, 2020.

GARCIA, D. C. F.; GATTAZ, C. C.; GATTAZ, N. C. A Relevância do Título, do Resumo e de Palavras-chave para a Escrita de Artigos Científicos. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 23, p. 1-9, 2019.

GUIMARÃES, S. R.; LEITÃO, M. R. F. A. Traditional fisheries: reflections on public policies in Fishermen's Community Z-33 in Porto Jatobá, Pernambuco. *Interações*, v. 21, n. 2, p. 347-361, 2020.

HALLWASS, G.; SCHIAVETTI, A.; SILVANO, R. A. M. Fishers' knowledge indicates temporal changes in composition and abundance of fishing resources in Amazon protected areas. *Animal Conservation*, v. 23, n. 1, p. 36-47, 2019.

LEMOS, L. M. P. Nuvem de tags como ferramenta de análise de conteúdo: uma experiência com as cenas estendidas da telenovela *Passione* na internet. *Lumina*, v. 10, n. 1, 2016.

LIMA, A. J. P.; SANTOS, K. K. O. B. Análise descritiva dos acidentes graves de trabalho relacionado a pescadores artesanais do Brasil. *Revista Pesquisa em Fisioterapia*, v. 10, n. 1, p. 58-68, 2020.

MELO, A. G. S.; IRMÃO, J. J. M.; JERALDO, V. L. S.; MELO, C. M. Esquistossomose mansônica em famílias de trabalhadores da pesca de área endêmica de Alagoas. *Escola Anna Nery*, v. 23 (1), P. 1-10, 2019.

Nóbrega, D. N.; Monteiro, B. E. F.; Limeira, M. C. A.; Melo, A. L. T. M.; Nunes, D. M.; Silva, R. A. F.; Alves, G. C.; Silva, R. F.; Oliveira, I. N.; Paulino, L. R. S.; Monteiro, P. F. F.; Carvalho, R. C. X. Estudos de Etnozoologia Realizados nas Comunidades Pesqueiras no Nordeste do Brasil: Revisão Sistemática. *Revista Brasileira de Meio Ambiente*, v. 9, n. 3, p.146- 164, 2021.

- NOGUEIRA, S.; CARVALHO, G.M. O.; EL-DEIR, R.M.C.M., A.C.A., SOBRAL, M.C.M.; SIEGMUND-SCHULTZE, M. Artisanal fisheries of the Itaparica reservoir, São Francisco River, Brazil: socioeconomic profile, environmental dynamics, and management recommendations. *Regional Environmental Change*, v. 18, n. 7, p. 1889-1899, 2018.
- PAGLIARINI, D. S.; SEPEL, L. M. N. Uso de nuvem de palavras como estratégia para o ensino do Reino Fungi no Ensino Médio. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 13, n. 4, p. 1-23, 2022.
- PENA, P. G. L; GOMEZ, C. M. Saúde dos pescadores artesanais e desafios para a Vigilância em Saúde do Trabalhador. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 19, p. 4689-4698, 2014.
- Reis, M. M. T.; Ladislaub, D. S.; Ribeiroa, M. W. S.; Guimarães, C. C.; Paivac, A. J. V.; Mattos, D. C.; Aride, P. H. R.; Oliveira, A. T. Socioeconomic aspects and profile of fishing according to fishers of commercial edible fish in the municipality of Barcelos, middle Negro River, Amazonas, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 82, P. 1-14, 2022.
- SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 11, p. 83-89, 2007.
- SERRÃO, E. M.; BRAGA, T. M. P.; COELHO, Y. K. S.; CAMPOS, D. P. F.; SANTOS, A. A.; IMBIRIBA, L. C.; ZOCARDI, D. M. Conhecimento tradicional dos pescadores sobre o comportamento reprodutivo dos peixes em um lago de inundação no Oeste do Pará, Brasil. *Sociedade & Natureza*, v. 31, p. E45133, 2019.
- Silva, E.; Silveira, F.L. A.; Marques, O. R.; Moreno, I. B. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 56, 2021.
- SOUZA, G. K. S.; SOUZA, L. A.; FREITAS, C. E. C. Spatial and seasonal variation of Peacock Bass (*Cichla* spp.) Fishery: an analysis of catches landed in Manaus, Amazonas state, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 46, n. 3, 2020.

CAPÍTULO IX

DIVERSIDADE DE PIMENTAS ENCONTRADAS NA FEIRA LIVRE MUNICIPAL DE ALTA FLORESTA - MATO GROSSO

DIVERSITY OF PEPPERS FOUND AT THE MUNICIPAL MARKET OF ALTA FLORESTA - MATO GROSSO

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-9

Géssica de Lima Vilela ¹

Larissa Menequeli Ferraretto ¹

Isane Vera Karsburg ²

¹ Graduandas do Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado de Mato Grosso Campus de Alta Floresta - UNEMAT

² Doutora em Genética e Melhoramento (UFV) - Docente Adjunta Campus de Alta Floresta - Universidade do Estado de Mato Grosso

RESUMO

Uma pesquisa de campo voltada para o levantamento de informações relacionadas ao cultivo e venda de pimentas foi realizada na Feira Livre de Produção Rural da cidade de Alta Floresta, Mato Grosso. Os dados coletados variam desde o processo de cultivo e uso das espécies abordadas, informações estas que foram coletadas com os próprios produtores rurais, até mesmo o estudo do mercado dessas hortaliças em todo o Brasil, tal qual sua finalidade e benefícios nas áreas gastronômicas e farmacêuticas. Ao fim, podemos afirmar que as diversas espécies de pimentas desenvolvem um papel fundamental na fonte de renda de diversos pequenos produtores, reafirmando assim sua importância cultural e econômica não só no contexto municipal, mas também a nível nacional.

Palavras-chave: Agricultura. Cultivo. Comércio local. Agricultura familiar.

ABSTRACT

A field survey aimed at gathering information related to the cultivation and sale of peppers was conducted at the Rural Production Market in the city of Alta Floresta, Mato Grosso. The collected data range from the cultivation process and use of the species covered, information gathered from the farmers themselves, to the study of the market for these vegetables throughout Brazil, including their purpose and benefits in gastronomic and pharmaceutical areas. In conclusion, we can affirm that the various species of peppers play a fundamental role in the income source of several small-scale producers, thus reaffirming their cultural and economic importance not only at the municipal level but also nationally.

Keywords: Agriculture. Cultivation. Local market. Family farming.

1. INTRODUÇÃO

A Feira Livre da Produção Rural e do Empreendedor Individual Odílio Oliveira de Paula, situada na Av. Ariosto da Riva Neto, em Alta Floresta, foi inaugurada em 3 de agosto de 1984 e, desde então, desempenha papel fundamental na promoção da agricultura familiar e na comercialização de produtos agrícolas locais. Nos mais de 100 boxes construídos para os comerciantes, são vendidos roupas, sapatos, artesanatos e diversos produtos alimentícios. Embora algumas lojas abram todos os dias, as manhãs de domingo e tardes de quarta-feira são os principais momentos para encontrar a maioria dos produtores rurais expondo seus produtos. Suas hortaliças, frutas, legumes e raízes refletem a diversidade e a sazonalidade regional e, entre elas, encontramos variadas espécies de pimentas frescas e em conservas, em várias bancas.

O mercado das pimentas é amplo, diversificado e muito antigo – era uma das “especiarias” levadas em caravelas pelos exploradores europeus após sua chegada no continente hoje denominado América. Podem ser utilizadas frescas ou secas, inteiras ou na forma de pó, e são amplamente empregadas em molhos de conserva, corantes, pickles, páprica, aromatizantes, antioxidantes e até mesmo cosméticos. Sua importância vai além do sabor e aroma, seu uso se estende a aspectos medicinais e rituais, evidenciando a multifuncionalidade desses frutos. Além disso, algumas variedades são apreciadas como plantas ornamentais, graças aos seus atributos estéticos, como folhagem variegada, frutos vibrantes e porte compacto. Essa versatilidade, aliada à facilidade de cultivo e durabilidade, torna as pimentas do gênero *Capsicum* não apenas um ingrediente culinário essencial, mas também uma adição encantadora a jardins e paisagens de todo o Brasil (PEREIRA, 2018).

Conforme citado acima, as pimentas e pimentões comercializados no Brasil pertencem ao gênero *Capsicum* e sua família botânica é a Solanaceae, que também inclui tomates, berinjelas e batatas. O nome científico "*Capsicum*" deriva de “Kapsó” que significa morder/picar, e de “Kapsakes” que significa cápsula. As pimentas cultivadas no Brasil são representadas por mais de 30 espécies, incluindo variedades domesticadas, semi- domesticadas e silvestres (EMBRAPA).

Embora nativas das Américas, a origem exata das pimentas do gênero *Capsicum* é motivo de debate entre os pesquisadores. Alguns sugerem que surgiram na Bacia

Amazônica, enquanto outros apontam sua origem na América Central ou no México. O termo "pimenta" tem origem na palavra latina "pigmentum", que significa matéria corante, e foi incorporado na língua espanhola como "pimenta" (PEREIRA, 2018).

A pungência das pimentas *Capsicum* spp. é atribuída aos capsaicinóides, como a capsaicina, produzidos nas células epidérmicas da placenta dos frutos. Estes compostos conferem não apenas o sabor picante, mas também propriedades repelentes e medicinais às pimentas, tornando-as valiosas em diversos contextos (PEREIRA, 2018).

2. METODOLOGIA

A elaboração da pesquisa demandou uma revisão bibliográfica, para a qual foi utilizado o Google Acadêmico como principal ferramenta de pesquisa. Os termos "pimenta" e "Capsicum" foram empregados para direcionar a busca por artigos científicos, livros e outras fontes relevantes que abordam a variedade de pimentas e seus aspectos botânicos, culturais, culinários e industriais.

Além disso, foram realizadas duas visitas à Feira Livre Municipal de Alta Floresta, nos dias 3 e 10 de março de 2024. Essas visitas foram essenciais para a coleta de dados empíricos relacionados às variedades de pimentas comercializadas no local e cada visita teve duração média de 15 minutos, durante os quais foram feitas observações detalhadas e fotografias das pimentas disponíveis para venda.

Durante as observações, foram registradas informações sobre as características físicas das pimentas, como forma, cor, tamanho e presença de características distintivas. Além disso, foram feitas anotações sobre os preços, a diversidade de espécies e variedades, a origem dos produtos e quaisquer outras informações relevantes para a pesquisa.

Os dados coletados durante a revisão bibliográfica e as visitas à feira foram analisados de forma qualitativa, buscando identificar informações significativas relacionadas às espécies e variedades de pimentas encontradas na Feira Livre Municipal de Alta Floresta. As fotografias capturadas durante as visitas foram utilizadas para ilustrar e complementar as análises realizadas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As pimentas e pimentões do gênero *Capsicum* pertencem a família botânica Solanaceae. Estima-se que essas espécies são consumidas há mais de 7 mil anos no

México e que são originárias em países da América, tendo registros de consumos por povos originários no Brasil, por exemplo (CARVALHO, 2006).

Este gênero engloba aproximadamente vinte espécies que podem ser divididas de acordo com o grau de intervenção humana em seu cultivo, sendo esses as amplamente cultivadas chamadas de domesticadas, as pouco cultivadas chamadas de semi domesticadas e aquelas que não são domesticadas comercialmente, sendo chamadas de silvestres.

É importante ressaltar que pimentas hortícolas e pimentões que pertencem ao gênero *Capsicum* devem ser diferenciadas das pimentas pertencentes a outras famílias botânicas, como a Pimenta-do-reino que é pertencente à família Piperaceae, ou a Pimenta-rosa pertencente à família Anacardiaceae. Mesmo sendo indiscriminadamente chamadas de pimentas, estas espécies não possuem parentesco filogenético e também diferem em suas propriedades químicas e muitas vezes físicas.

Nos dias de hoje, as espécies desse gênero se tornaram cosmopolitas, fazendo parte do consumo de grande parte da população mundial. Os frutos da pimenteira podem ter diversos usos, de acordo com sabores e pungência, da mesma forma que variam de cor ou formato de acordo com a espécie (CARVALHO, 2006).

Segundo a EMBRAPA, a venda de pimentas se tornou um segmento importante no mercado brasileiro, abrangendo desde a área gastronômica até a indústria de cosméticos. Por mais que o mercado de vendas de pimentas seja considerado pequeno no Brasil, nos últimos anos os nichos de venda dessa fruta têm se expandido, também graças a pequenos agricultores e produtores.

4. RESULTADOS

Durante as visitas à Feira Livre Municipal de Alta Floresta nos dias 3 e 10 de março de 2024, foi observada uma ampla variedade de pimentas comercializadas pelos feirantes e categorizadas por eles de acordo com sua pungência, denominando-as como "ardida", "de cheiro" ou "doce". As espécies mais encontradas foram a 'Malagueta' (*C. frutescens*) (Figura 1), 'Dedo-de-Moça' (*C. baccatum*) (Figura 2), 'Cumari' (*C. baccatum* var. *praetermissum*) (Figura 3), 'De Cheiro' e 'Bode' (*C. chinense*) (Figura 4), cada uma com características de frutos bem definidos e distintos.

Figura 1 - Pimenta 'Malagueta' (*C. frutescens*) vendida à granel.



Fonte: Géssica de Lima Vilela.

Figura 2 - Pimenta 'Dedo-de-moça' (*C. baccatum*).



Fonte: Géssica de Lima Vilela

Figura 3 - Pimenta 'Cumari' (*C. baccatum* var. *praetermissum*).



Fonte: Géssica de Lima Vilela.

Figura 4 - Pimenta 'De Cheiro' e 'Bode" (*C. chinense*).

Fonte: Géssica de Lima Vilela.

A forma de comercialização das pimentas também variou. A maioria das pimentas foi vendida em pequenos pacotes, tanto em embalagens contendo apenas um tipo de pimenta quanto em pacotes sortidos com mais de uma espécie. Apenas uma banca oferecia pimenta malagueta à granel. Outras bancas vendiam pimentas em conservas de óleo ou vinagre, processadas pelos próprios feirantes. Essas conservas também estavam disponíveis tanto em versões sortidas quanto de apenas um tipo de pimenta (Figura 5).

Figura 5 - Conservas de pimentas variadas.



Fonte: Géssica de Lima Vilela.

Quanto à origem das pimentas, as frescas eram produzidas pelos próprios feirantes, enquanto as pimentas em conserva eram adquiridas de outros produtores, conforme relatado pelos comerciantes. Isso demonstra uma diversidade de fornecedores e produtores envolvidos na oferta de pimentas na feira. As sementes,

consideradas crioulas, são armazenadas pelos próprios produtores, oriundas de cultivos anteriores. Muitos relataram o nascimento espontâneo de alguns arbustos.

Os preços das pimentas variaram de acordo com a embalagem e o tipo de pimenta. Os pacotes de pimentas frescas (Figura 6) foram encontrados com preços entre R\$3,00 e R\$5,00, enquanto as conservas de pimenta chegavam a R\$20,00. Esses preços refletem o valor agregado das diferentes formas de comercialização das pimentas na feira, mostrando a diversidade e dinâmica do mercado de pimentas na Feira Livre Municipal de Alta Floresta.

Figura 6 - Pacotes de pimentas frescas como opção para compra.



Fonte: Géssica de Lima Vilela

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o cenário das variedades de pimentas observadas na Feira Livre Municipal de Alta Floresta e sua diversidade de formas de comercialização, é notável a importância desses produtos na culinária e na cultura alimentar brasileira. A classificação das pimentas em categorias como "ardida", "de cheiro" e "doce" reflete não apenas suas características botânicas, mas também a preferência e o paladar dos consumidores. Além disso, a facilidade de cultivo das pimentas, especialmente em regiões como a Amazônia, torna-as uma cultura acessível e economicamente viável para muitos produtores locais, contribuindo significativamente para a complementação de suas rendas.

No contexto econômico, as pimentas desempenham um papel fundamental não só na venda direta na feira, mas também em várias indústrias, como a de alimentos, condimentos e conservas. Sua utilização abrange desde pratos tradicionais da culinária

brasileira até produtos industrializados, cosméticos e medicinais. A diversidade de usos e a demanda constante por pimentas destacam sua importância econômica, impulsionando a produção local, a geração de empregos e o desenvolvimento de cadeias produtivas relacionadas. Assim, as pimentas representam não apenas um ingrediente culinário, mas também um elemento fundamental da identidade cultural e econômica de Alta Floresta e do Brasil como um todo.

REFERÊNCIAS

- Carvalho, Sabrina Isabel Costa de. Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil | Sabrina Isabel Costa de Carvalho ... [et al.]. - Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 27p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/779776/pimentas-do-genero-capsicum-no-brasil>. Acesso em: 02 de abril de 2024.
- Pereira, Rebeca Diogenes. Caracterização de pimentas do gênero *Capsicum* spp. 2018. 20 f.: il.
- Embrapa Hortaliças. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/pimenta/>. Acesso em: 02 de abril de 2024.

CAPÍTULO X

A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO PERSPECTIVA PARA MUDANÇA DE COMPORTAMENTO AMBIENTAL EM ESCOLARES

THE IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL EDUCATION AS A PERSPECTIVE FOR CHANGING ENVIRONMENTAL BEHAVIOR IN SCHOOLCHILDREN

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-10

Fernanda Crestina Leitenski Delela ¹
Débora Nice Ferrari Barbosa ²

¹ Doutoranda em Diversidade e Inclusão Social- Universidade Feevale

² Doutora em Ciências da Computação- Professora do Programa de Pós-Graduação (PPG) em Diversidade Cultural e Inclusão Social da Universidade Feevale

RESUMO

Importantes transformações ambientais têm assolado com vigor nossa sociedade nas últimas décadas. Passamos a sentir mudanças climáticas como nunca vista antes, impulsionando a piora nos incêndios florestais e queimadas, assim como a estiagem e inundação passaram a ocupar simultaneamente o espaço midiático. As questões ambientais influenciam e impactam fortemente à saúde humana ocasionando cenários desafiadores, como por exemplo a questão das arboviroses no estado brasileiro do Rio Grande do Sul. Frente a essa urgência crescente do aumento e intensidade de ocorrências de eventos extremos que culminam no favorecimento das arboviroses, torna-se evidente a necessidade de ações de prevenção e enfrentamento, mobilizando e formando agentes transformadores com capacidades multiplicadoras para um futuro melhor. Nesse sentido, é importante considerar o ambiente escolar e práticas pedagógicas adequadas para se trabalhar o tema da educação ambiental, pois autores acreditam ser a medida mais importante para prevenir e aniquilar arboviroses, uma vez que busca a conscientização da população e dos poderes públicos. E para tal conscientização é necessário incorporar a ideia de que o meio ambiente não é um bem individual, mas sim reconhecê-lo como lugar de todos. Ainda, é preciso auxiliar a escola no desenvolvimento deste processo de conscientização e de formação cidadã.

Palavras-chave: Educação ambiental. Escola. Arboviroses. Práticas educativas. Meio ambiente.

ABSTRACT

Important environmental transformations have vigorously ravaged our society in recent decades. We began to experience climate change like never before, driving the worsening of forest fires and bushfires, just as drought and floods began to simultaneously occupy the media space. Environmental issues strongly influence and impact human health, causing challenging scenarios, such as the issue of arboviruses in the Brazilian state of Rio Grande do Sul. Faced with this growing urgency of the increase and intensity of occurrences of extreme events that culminate in arboviruses, the need for prevention and confrontation actions becomes evident, mobilizing and training transformative agents with multiplying capabilities for a better future. In this sense, it is important to consider the school environment and appropriate pedagogical practices to work on the topic of environmental education, as authors believe it is the most important measure to prevent and annihilate arboviruses, as it seeks to raise awareness among the population and public authorities. And for such awareness it is necessary to incorporate the idea that the environment is not an individual asset, but rather recognize it as a place for everyone. Furthermore, it is necessary to assist the school in developing this process of awareness and citizenship training.

Keywords: Environmental education. School. Arboviruses. Educational practices. Environment.

1. INTRODUÇÃO

Importantes transformações ambientais têm assolado com vigor nossa sociedade nas últimas décadas. Essas alterações contribuem para que a questão ambiental seja alvo de grandes debates e discussões nas conferências realizadas em encontros de nações, visando buscar melhores ações, metas e estratégias para manter a qualidade de vida em concomitância com a preservação do meio ambiente.

No decorrer do ano de 2023, o mundo presenciou furacões e tempestades se tornando mais fortes e frequentes principalmente no Estados Unidos e Caribe (JACOBI; GIATTI, 2017). Passamos a sentir as mudanças climáticas como nunca vista antes, impulsionando a piora nos incêndios florestais e queimadas, proporcionando queimada recorde no Canadá e incêndios catastróficos no Havaí (MACCARTHY et al., 2023).

No Brasil, a estiagem e inundações passaram a ocupar simultaneamente o espaço midiático. Enquanto a região norte apresenta condição de seca severa, a região sul apresenta a usina hidrelétrica de Itaipu com valor de vazão beirando a média histórica para a época (BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, 2023). Períodos excessivamente quentes e desconfortáveis, em que as temperaturas permanecem por no mínimo três dias, com cinco graus Celsius (5°C) acima da média de temperaturas máximas esperadas para aquele período, estão sendo sentidos em grande parte do território nacional. E podemos afirmar que essas ondas de calor são eventos extremos cada vez mais frequentes e severos (BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2023).

No Rio Grande do Sul, enchentes históricas ganharam destaque e poderes avassaladores, acompanhadas de ciclones extratropicais, granizo e vendavais, ocasionando dezenas de óbitos e destruição. Tais desastres impulsionaram 437 municípios, do total de 497, a decretarem situação de emergência ou de calamidade pública em 2023. (RIO GRANDE DO SUL., 2023a)

Ainda, é importante pensar em questões ambientais que influenciam e impactam à saúde humana dos quais ainda estamos enfrentando um cenário desafiador. O estado gaúcho tem sofrido com a presença de arboviroses, que são doenças causadas pelos arbovírus, destacando a dengue, zika, chikungunya e febre amarela. O Rio Grande do Sul vem apresentando em 2023, taxas de incidência de dengue acima do limite superior endêmico, bem como elevação na letalidade da doença, (RIO GRANDE DO SUL.,

2023b) e todas essas mudanças ambientais podem contribuir para o aumento da proliferação da população de *Aedes aegypti*, popularmente conhecido como o mosquito transmissor da dengue. As mudanças climáticas globais, associadas as ilhas de calor urbanas, acréscimo populacional e condições de saneamento menos favorecidas, constituem o “combo perfeito” para a proliferação do mosquito.(WWF, 2023)

Cabe destacar que esse tema tem aspectos que envolvem ações relativamente simples e eficazes, como medidas preventivas direcionadas aos criadouros(DONALÍSIO; GLASSER, 2002), que consistem em cuidados que devem ser tomados pela sociedade mas que ainda carecem de um processo educativo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Frente a essa urgência crescente do aumento e intensidade de ocorrências de eventos extremos que culminam no favorecimento das arboviroses, torna-se evidente a necessidade de ações de prevenção e enfrentamento, mobilizando e formando agentes transformadores com capacidades multiplicadoras para um futuro melhor.

Para tal, acredita-se que ações locais possam ser a melhor escolha para se obter resultados de benefício universal, sendo a educação ambiental a melhor aposta, uma vez que possibilita a formação de cidadãos críticos e atuantes diante da sociedade.(NARCIZO, 2009)

Mousinho (2003) afirma que a educação ambiental (EA) é um processo que desperta o interesse de indivíduos e grupos pelos problemas ambientais, proporcionando acesso à informação em linguagem satisfatória. A EA também contribui para o desenvolvimento da consciência crítica e incentiva o enfrentamento dos problemas ambientais, abordando não só a mudança cultural, mas também a transformação social(MOUSINHO, 2003).

Considerada um dos principais eventos no mundo sobre Educação Ambiental, a Conferência Intergovernamental de Tbilisi, ocorrida em 1977, apresentou os objetivos, definições, estratégias e princípios para a EA no mundo: “A educação ambiental é um processo de reconhecimento de valores e clarificações de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos. A educação ambiental também está relacionada com a prática das tomadas

de decisões e a ética que conduzem para a melhora da qualidade de vida” (CONFERÊNCIA INTERGOVERNAMENTAL EDUCAÇÃO, 1977).

Desta forma, almejando mudanças de atitudes, deve-se buscar caminhos adequados para inserção da EA em ambiente escolar, nos componentes curriculares, nas ações educativas, buscando transversalidade e vivências do cotidiano (OLIVEIRA; SAHED; RODRIGUES, 2020).

Nesse sentido, Oliveira e colaboradores afirmam que se faz necessário introduzir a questão ambiental de maneira sensibilizadora, favorecendo a percepção dos estudantes em relação ao cuidado e respeito de maneira transformadora que permita desenvolver uma educação para a cidadania (OLIVEIRA; SAHED; RODRIGUES, 2020).

Barbosa e Oliveira também sustentam que a educação é um movimento coletivo e subjetivo, no qual os alunos aprendem e associam o conhecimento de forma ativa, singular e particular, intervindo no ambiente e no que ocorre ao seu redor (BARBOSA; OLIVEIRA, 2020).

Mesmo frente as dificuldades encontradas na maioria das escolas, a Educação Ambiental deve ter abordagem prazerosa, pois necessita de atitudes concretas para mudanças de comportamento pessoal e comunitário, tendo em vista que para atingir o bem comum devem-se somar atitudes individuais (NARCIZO, 2009)

Como um documento norteador da educação ambiental, destacamos as Diretrizes Nacionais de Educação Ambiental cujo o objetivo é facilitar a discussão sobre sua implementação em todos os níveis de ensino, encaixando a educação ambiental como uma prática educativa integrada, contínua, permanente e interdisciplinar (OLIVEIRA; SAHED; RODRIGUES, 2020).

Alguns autores (BARBOSA; OLIVEIRA, 2020) defendem tornar a educação ambiental uma disciplina relevante, ou pelo menos, criar condições para que possa ser trabalhada com a complexidade que a temática exige, uma vez que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) determina que “cabe aos sistemas e redes de ensino, assim como às escolas, em suas respectivas esferas de autonomia e competência, incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora”. Entre esses temas, destaca-se a educação ambiental. (BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2018)

Destaca-se a importância dos educadores privilegiarem em suas práticas a superação da fragmentação do ensino, possibilitando às crianças uma reflexão sobre as relações estabelecidas com a natureza, para além do âmbito educativo, o que significa trabalhar tais relações contemplando o âmbito social como parte indissociável do meio ambiente.(OLIVEIRA; SAHED; RODRIGUES, 2020)

Oliveira et al explicam que a educação ambiental desempenha a importante função de buscar a mudança de comportamento em relação ao meio ambiente, trabalhando atitudes, posturas e valores, sendo o ambiente escolar o mais propício para esse desenvolvimento. O tema meio ambiente deve ser trabalhado através da transversalidade e integrado ao currículo. (OLIVEIRA et al., 2012) Lembrando que as metodologias de transmissão de conteúdos e realização de tarefas não conseguem promover vivências de educação ambiental capazes de possibilitar que sujeitos realizem transformações.(DEMOLY; SANTOS, 2018)

Logo, é importante considerar práticas pedagógicas adequadas para se trabalhar o tema da educação ambiental. Moran defende que as metodologias ativas possuem grande potencial de aplicação, uma vez que elas têm por pressuposto o estudante como parte central no processo de ensino-aprendizagem(MORAN, 2015). E ao se colocar o aluno no centro do processo, aproveitando seu conhecimento prévio e conexão do conteúdo a sua realidade, observa-se que a sua participação ocorre de forma muito mais construtiva e efetiva.(DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017)

Desta forma, uma sugestão para se trabalhar a educação ambiental com escolares, é através da utilização de jogos educacionais digitais como proposta de metodologia ativa de ensino visando a aprendizagem significativa na educação básica(GUZZO, [s.d.]). Outra estratégia é a aprendizagem criativa. A aprendizagem criativa foi proposta por Mitchel Resnick inspirado nas ideias de Piaget, Paulo Freire, Montessori e outros grandes pensadores. Baseia-se em teorias já aclamadas, como também em experiências e reflexões pessoais de educadores do mundo todo. É centrada nos chamados "4 Ps": projetos, paixão, pares e pensar brincando, defendendo que o processo se enriquece ainda mais quando somos incentivados a trocar ideias com outras pessoas e a explorar os materiais e conceitos envolvidos no projeto de forma livre e descontraída.(RBAC, 2023)

2.1. EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO ESTRATÉGIA DE PREVENÇÃO À DENGUE

Para Navarro, a educação ambiental é a medida mais importante para prevenir e aniquilar a dengue, pois busca a conscientização da população e dos poderes públicos.(NAVARRO, 2013) Brassolatti e Andrade defendem a mesma teoria, fortalecendo o binômio ciência e educação, destacando que a educação ambiental poderia alcançar eliminação mensurável dos vetores e persuadir a comunidade a uma mudança de comportamento(ANDRADE; BRASSOLATTI, 1998) (BRASSOLATTI; ANDRADE, 2002).

Nesse mesmo contexto, Regis et al afirmam que o ambiente escolar é de extrema importância para a educação em saúde pública, em especial para a mobilização da comunidade no combate ao vetor da dengue, pois trata-se da oportunidade de trabalhar com crianças e adolescentes, que são mais fáceis de mudar de atitude que adultos(REGIS et al., 1996).

Desta forma a educação em saúde passa a ser um instrumento de construção da participação popular, aprofundando a ciência da comunidade e buscando a integração dos serviços de saúde com a população(LIMA; COSTA, 2005), cujos comportamentos cotidianos têm influência decisiva na preservação do meio ambiente.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hoje, podemos afirmar que a educação ambiental é um campo essencial na luta para preservação, prevenção e enfrentamento de desastres ambientais e suas implicações. A escola é protagonista na formação de agentes de transformação e ação para a conservação ambiental, principalmente quando exerce espaço de diálogo sobre as decisões e seus impactos. Para tal conscientização é necessário incorporar a ideia de que o meio ambiente não é um bem individual, mas sim reconhecê-lo como lugar de todos(MEDEIROS et al., 2011). Ainda, é preciso auxiliar a escola no desenvolvimento deste processo de conscientização e de formação cidadã.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. F. S.; BRASSOLATTI, R. C. Controle da Dengue: um desafio à educação da sociedade. **Ciência e Ensino**, p. 1998, 1998.

- BARBOSA, G. DE S.; OLIVEIRA, C. T. DE. Educação ambiental na base nacional comum curricular. **Revista Eletronica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 37, n. 1, p. 689–693, 2020.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Boletim de impactos de origem hidro-geo-climático em atividades estratégicas para o BrasilCemaden**. [s.l: s.n.].
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Base nacional comum curricular. **Revista e-Curriculum**, n. 2, p. 600, 2018.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Nota técnica nº 18/2023- SVSA/MS**. Brasília: [s.n.].
- BRASSOLATTI, R. C.; ANDRADE, C. F. S. Avaliação de uma intervenção educativa na prevenção da dengue. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 7, n. 2, p. 243–251, 2002.
- CONFERÊNCIA INTERGOVERNAMENTAL EDUCAÇÃO. **Algumas recomendações da Conferência Intergovernamental sobre educação ambiental aos Países Membros**. Disponível em: <[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7553171/mod_resource/content/2/1977_Declaração de Tbilisi](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7553171/mod_resource/content/2/1977_Declaração_de_Tbilisi)>. Acesso em: 29 nov. 2023.
- DEMOLY, K. R. DO A.; SANTOS, J. S. B. DOS. Aprendizagem, educação ambiental e escola: modos de en-agir na experiência de estudantes e professores. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, p. 872, 2018.
- DIESEL, A.; BALDEZ, A.; MARTINS, S. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268–288, 2017.
- DONALÍSIO, M. R.; GLASSER, C. M. Vigilância entomológica e controle de vetores do dengue. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 5, n. 3, p. 259–279, 2002.
- GUZZO, D. A. A Utilização de Jogos Educacionais Digitais como Proposta de Metodologia Ativa de Ensino para uma Aprendizagem Significativa na Educação Básica. **Repositorio Digital UFSM**, p. 1–20, [s.d.].
- JACOBI, P. R.; GIATTI, L. L. Eventos extremos, urgências e mudanças climáticas. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, n. 3, p. 1–6, 2017.
- LIMA, K. A.; COSTA, F. N. DO A. Educação em saúde e pesquisa qualitativa: relações possíveis. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 16, n. 1, p. 33–38, 2005.
- MACCARTHY, J. et al. **Os dados mais recentes confirmam: os incêndios florestais estão piorando**. Disponível em: <<https://www.wribrasil.org.br/noticias/os-dados-mais-recentes-confirmam-os-incendios-florestais-estao-piorando>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

- MEDEIROS, A. B. et al. A Importância da educação ambiental na escola nas séries iniciais. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 4, n. 1, p. 1–17, 2011.
- MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**, v. II, p. 15–33, 2015.
- MOUSINHO, P. Glossário. In: **Meio ambiente no século 21**. Rio de Janeiro: Sextante, 2003. p. 350.
- NARCIZO, K. R. DOS S. Uma análise sobre a importância de trabalhar educação ambiental nas escolas. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 22, p. 86–94, 2009.
- NAVARRO, M. **Educação Ambiental é a principal medida contra a Dengue**. Disponível em: <<https://ufpr.br/professor-da-ufpr-considera-a-educacao-ambiental-como-a-principal-medida-contra-a-dengue/>>. Acesso em: 30 nov. 2023.
- OLIVEIRA, C. K.; SAHED, D.; RODRIGUES, D. G. A Educação Ambiental e a Prática Pedagógica : um diálogo necessário. **Revista Educação**, p. 1–27, 2020.
- OLIVEIRA, M. DA S. et al. A importância da educação ambiental na escola e a reciclagem do lixo orgânico. **Revista Científica Eletrônica De Ciências Sociais Aplicadas Da Eduvale**, v. 07, n. 5, p. 1–19, 2012.
- RBAC. **Fundamentos da aprendizagem criativa**. Disponível em: <<https://aprendizagemcriativa.org/sobre-aprendizagem-criativa>>. Acesso em: 25 nov. 2023.
- REGIS, L. et al. Controle integrado do vetor da filariose com participação comunitária, em uma área urbana do Recife, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 12, n. 4, p. 473–482, 1996.
- RIO GRANDE DO SUL. Municípios declarados em situação de emergência ou estado de calamidade pública no RS. **Casa Militar Defesa Civil RS**, 2023a.
- RIO GRANDE DO SUL. Comunicado de risco de dengue n ° 42 / 2023 - Análise dos casos notificados e confirmados de dengue no RS. **Centro Estadual de Vigilância em Saúde**, v. 42, p. 5, 2023b.
- WWF. **Aedes mosquito oportunista**. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia1/nossas_solucoes_na_amazonia/aetrapp/#:~:text=AQUECIMENTO GLOBAL E O AEDES,em certas regiões da Europa.>. Acesso em: 28 nov. 2023.

CAPÍTULO XI

O BEM-ESTAR ASSOCIADO AO CONFORTO TÉRMICO EM CONSTRUÇÕES RESIDENCIAIS

WELL-BEING ASSOCIATED WITH THERMAL COMFORT IN RESIDENTIAL BUILDINGS

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-11

Eduarda Stefany Cantaneide da Silva ¹

Elza Ribeiro dos Santos Neta ²

Luis Carlos Machado ³

Osiel da Silva Trindade ⁴

¹ Graduanda do curso de Geografia. Programa de Formação Docente – Caminhos do Sertão da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL.

² Doutoranda em Geografia. Programa de Pós-Graduação em Geografia – UnB. Professora do curso de Geografia da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL.

³ Graduando do curso de Geografia. Programa de Formação Docente – Caminhos do Sertão da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL.

⁴ Graduando do curso de Geografia. Programa de Formação Docente – Caminhos do Sertão da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL.

RESUMO

O conforto térmico é a satisfação em relação à temperatura propiciada pelo ambiente, ela ocorre em qualquer espaço, inclusive nas residências. Desta forma, os materiais que as residências são construídas podem interferir no conforto térmico. Com base nisto, esta pesquisa tem por objetivo analisar o conforto térmico como indicador de qualidade de vida associado à construção de casas de taipa e alvenaria no município de Vila Nova dos Martírios (MA). Para obter os resultados foi desenvolvida pesquisa bibliográfica em materiais já publicados para vermos parâmetros de conforto térmico, como também, pesquisa de campo, com aferições de temperatura ambiente e umidade relativa do ar utilizando relógio termo-higrômetro em casas de taipa e alvenaria, posteriormente foram feitas comparações de temperatura ambiente e umidade relativa do ar. Os dados apontaram que em determinados horários do dia pode ocorrer conforto térmico em ambas as construções, principalmente no período da manhã, porém nos horários com maior incidência de radiação solar, houve influência na temperatura e umidade relativa do ar, sendo identificados índices de umidade abaixo de 50%, considerado como prejudicial à saúde pela OMS.

No horário noturno observou-se constância nos índices em ambas as construções. Desta forma conclui-se que os fenômenos atmosféricos associados ao tipo de material utilizado nas construções influenciam diretamente no conforto térmico e na qualidade de vida, sendo necessário repensar em construções que contribuam para amenizar os desconfortos próprios do clima presente em uma localidade.

Palavras-chave: Fenômenos atmosféricos. Temperatura. Construções residenciais.

ABSTRACT

Thermal comfort is satisfaction in relation to the temperature provided by the environment, which occurs in any space, including homes. Therefore, the materials used in homes can interfere with thermal comfort. Based on this, this research aims to analyze thermal comfort as an indicator of quality of life associated with the construction of mud and masonry houses in the municipality of Vila Nova dos Martírios (MA). To obtain the results, bibliographical research was carried out on already published materials to see thermal comfort parameters, as well as field research, with measurements of ambient temperature and relative air humidity using a

thermo-hygrometer clock in mud and masonry houses, later comparisons were made of ambient temperature and relative humidity. The data showed that at certain times of the day thermal comfort may occur in both buildings, especially in the morning, but at times with a higher incidence of solar radiation, there was an influence on the temperature and relative humidity of the air, with humidity levels being identified below of 50%, considered harmful to health by the WHO. At night time, there was

consistency in the indices in both constructions. In this way, it is concluded that the atmospheric phenomena associated with the type of material used in constructions directly influence thermal comfort and quality of life, making it necessary to rethink constructions that contribute to alleviating the discomforts inherent to the climate present in a location.

Keywords: Atmospheric phenomena. Temperature. Residential constructions.

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo visa analisar o conforto térmico como indicador de qualidade de vida associando a relação entre casas de taipa e alvenaria tendo em vista que, em regiões tropicais, como é o caso do estado do Maranhão, especificamente da cidade de Vila Nova dos Martírios, onde predominam altas temperaturas quase o ano todo, as residências que tendem a ter arborização ou ventilação são mais agradáveis para viver, pois quando há algum tipo de sombreamento, as temperaturas mais amenas são melhor suportáveis.

A ventilação natural é um dos recursos naturais mais eficazes, quando se busca obter sensação de conforto térmico, bem como a utilização de materiais de construção que contribuam para melhorias nesses aspectos. Desta forma, vale ressaltar a relevância que esse trabalho tem para que possamos demonstrar a diferença e os indicadores que diferem nas condições dos ambientes das casas com características de materiais de construção diferentes.

Buscou-se entender como o conforto térmico impacta a vida dos moradores e incentivar melhorias nas condições de moradia, com a utilização de materiais de construção que contribuam para o conforto térmico e o aperfeiçoamento dos cômodos, para um ambiente com temperaturas agradáveis.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os métodos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho tem como base a pesquisa bibliográfica e de campo. “A pesquisa bibliográfica faz uso de artigos, teses, dissertações, livros etc., escrito por outros autores sobre o tema em questão” (Casarin e Casarin, 2012, p. 46), assim a pesquisa bibliográfica possibilita o acesso ao que já foi produzido em estudos anteriores a respeito do assunto.

A pesquisa de campo consiste em averiguar *in loco* o que está sendo o objeto de estudo, esta pesquisa foi desenvolvida em março de 2023 no município de Vila Nova dos Martírios (MA) em 03 horários diferentes (9h20min, 14h20min e 20h20min) com a utilização de relógio termo-higrômetro digital para a aferição dos indicadores de temperatura ambiente e umidade relativa do ar em duas residências que possuem diferentes materiais em sua construção, a fim de fazer uma análise comparativa, as aferições foram realizadas em dois ambientes: sala e área de lazer. Os dados que se apresentam tabulados é a média mensal, de cada um dos horários especificados acima. Ainda foram feitos registros fotográficos da fachada de ambas as residências com autorização dos participantes da pesquisa.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A literatura apresenta diversas definições para conforto térmico, de acordo com Hensen (1991 apud Vecchi, 2015) “para que uma pessoa se encontre em conforto térmico, não deve haver nenhum impulso comportamental que a leve a corrigir o ambiente”, já Tanabe (1988) associa conforto térmico a satisfação com a temperatura do corpo como um todo. A sensação de desconforto devido à temperatura pode ser causada por uma sequência de componentes, como fisiológicos, que representam as atitudes clássicas do nosso corpo e aos estímulos; físico como umidade e circulação do vento e psicossocial influenciado por nossas emoções.

Associado a isso a construção civil tem o desafio de desenvolver tecnologias que proporcionem bem-estar térmico e a economia de energia, levando em consideração a questão ambiental e o desenvolvimento sustentável. Neste contexto, um dos atributos mais importantes de uma edificação, além de garantir estabilidade e segurança para os seus ocupantes, é que ela proporcione boas condições de conforto térmico, respeitando o clima e o ambiente em que se insere (Nicol, Humphreys e Roaf, 2012). O sistema misto é composto por ventilação natural e condicionamento artificial, assim o objetivo primordial a ser alcançado na construção de uma edificação é obter conforto térmico junto com a economia de energia, fazendo um trabalho como um sistema inteligente que aproveita cada uma das condições climáticas locais e propriedades do plano de construção, explorando ao máximo os benefícios do controle climático passivo sem comprometer a satisfação do usuário (Hensen, 1991 apud Vecchi, 2015).

De acordo com Nicol, Humphreys e Roaf (2012), as pessoas possuem uma tendência natural para se adaptar ao ambiente, que se relaciona principalmente com as flutuações sazonais da temperatura externa. A partir desta afirmação, é possível concluir que as temperaturas de conforto térmico são dinâmicas e podem flutuar constantemente conforme o clima local. De Dear, Brager e Cooper (1997) afirmaram em seus estudos que, quando adaptados à condição atual do ambiente, os ocupantes aceitam e até preferem a variabilidade térmica dos edifícios ventilados naturalmente, e tais resultados já foram por diversas vezes confirmados em outros estudos que avaliaram ambientes comerciais.

A aceitação do modelo adaptativo nas normas de conforto térmico internacionais permitiu que estratégias passivas como a ventilação natural se tornassem viáveis no mundo todo (Tanabe, 1988). Assim, a adaptação, seja ela fisiológica ou psicológica, certamente contribui para a satisfação dos usuários; o que por extensão lógica, contribui também para a diminuição da demanda energética necessária para operação dos sistemas de ar-condicionado.

4. O CONFORTO TÉRMICO EM VILA NOVA DOS MARTÍRIOS

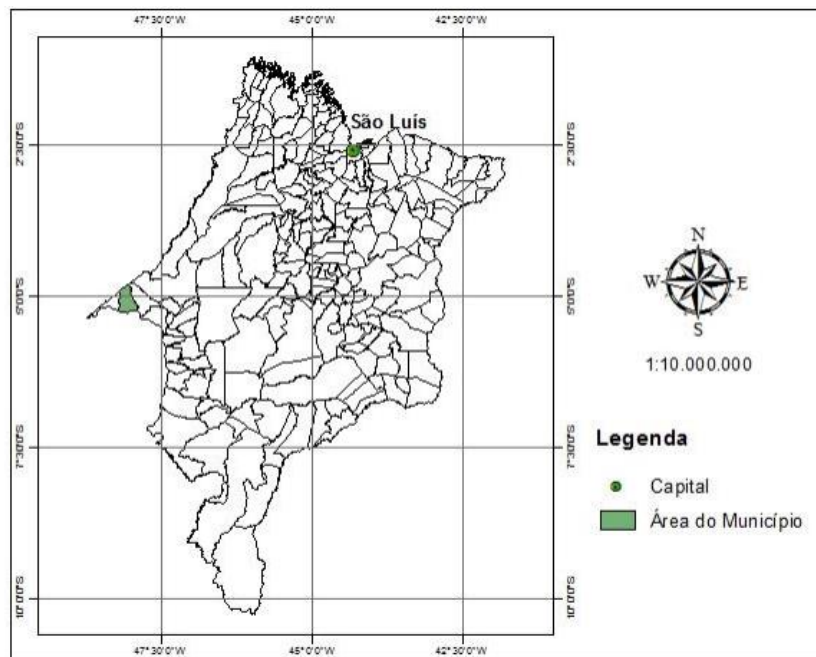
A pesquisa de campo foi realizada no município de Vila Nova dos Martírios (MA) que fica a 659 km de distância da capital, São Luís, está localizado na mesorregião Oeste Maranhense, na microrregião de Imperatriz, figura 1. Este município tem população estimada em 13.800 habitantes (IBGE, 2021), e vem apresentando expressivo crescimento urbano. A variação térmica durante o ano é pequena com a temperatura oscilando entre 21,9°C e 32,1°C. O clima da região, segundo a classificação de Köppen é tropical (Aw') úmido com dois períodos bem definidos: um chuvoso que vai de novembro a maio com médias mensais superiores a 220 mm e outro seco, correspondente aos meses de junho a outubro (INMET, 2023). Está localizada no bioma Floresta Amazônica.

A pesquisa se desenvolveu em dois bairros da área urbana, sendo um deles o Bairro Buriti na casa da Proprietária 1, a residência é de taipa, figura 2, com pouca ventilação e arborização nas proximidades, piso de terra batida com bastante umidade, casa com a estrutura baixa, poucas janelas e cômodos pequenos, a área de lazer não

tem vegetação, trata-se de uma área pequena com pouca circulação de ar, tendo em vista que um lado da parede é tampado por uma lona.

O segundo bairro foi o Cristo Rei, na casa do Proprietário 2, esta residência é de alvenaria, figura 3, forrada com PVC e possui bastante ventilação, cômodos grandes, cada cômodo com uma janela e bastante arejados, área de lazer com gramado e arborização em algumas áreas. A área de lazer é cimentada, com grama em algumas localidades e algumas plantas.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Vila Nova dos Martírios



Fonte - CPRM, 2011

Figura 2 - Residência de taipa



Fonte - Arquivo pessoal, 2023

Figura 3 - Residência de alvenaria



Fonte - Arquivo pessoal, 2023.

A média mensal do mês de março de 2023 foi de 30° C, com máxima 31° C e mínima de 21° C (INMET, 2023). As aferições foram realizadas em 03 horários diferentes, conforme dados do quadro 1.

Quadro 1 - Aferições de temperatura e umidade relativa do ar em duas residências

Horário	Residência	Ambiente	Temperatura ambiente média mensal	Temperatura da superfície média mensal	Umidade relativa do ar média mensal
09h20min	1 (taipa)	Sala	32,2°	26,8°	60%
		Área de lazer	32,4°	26,3°	66%
	2 (alvenaria)	Sala	28,5°	26,1°	71%
		Área de lazer	32,4°	28,3°	66%
14h20min	1 (taipa)	Sala	32,2°	28,1%	55%
		Área de lazer	38°	40,3°	42%
	2 (alvenaria)	Sala	34,2°	28,2°	50%
		Área de lazer	38,2°	40°	42%
20h20min	1 (taipa)	Sala	27,4°	26,7°	86%
		Área de lazer	27,4°	27,4°	86%
	2 (alvenaria)	Sala	27,4°	26,4°	74%
		Área de lazer	27,3°	26,5°	81%

Fonte – Autores, 2023

Os dados do quadro 1 apontam que no horário das 09h20min a casa de alvenaria na parte interna (sala) tem temperatura ambiente mais confortável com média em (28,5°) do que na casa de taipa (32,2°), enquanto na área de lazer não há variação, a umidade relativa do ar mantém-se constante em ambas as residências.

No horário das 14h20min a área interna das casas apresenta diferença de temperatura, onde a casa de taipa é mais confortável, com média em (32,3º) em relação a casa de alvenaria (34,2º), isso pode ocorrer por causa da incidência de radiação solar nesse horário e o cimento que reveste a segunda residência absorve maior calor, aumentando a temperatura interna. A média desse horário, não apresentou variação considerável de temperatura na área de lazer, pois ambas estão expostas a incidência de radiação solar.

Em relação a umidade relativa do ar, os índices diminuíram nesse horário em ambas as casas, na área interna os índices se encontravam no limite do conforto térmico, enquanto na área externa os índices foram abaixo do esperado, fato ocasionado provavelmente pela falta de cobertura no espaço. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) é fundamental que a umidade relativa varie entre 50% e 80%, abaixo disso é necessário cautela (2002), isso pode explicar o porquê dos momentos de lazer em áreas externas geralmente não serem nesse horário.

No horário das 20h20min os dados médios de temperatura e umidade relativa do ar não variaram em ambas as residências, apontando conforto térmico em ambas. Em geral, os resultados mostram que as condições ambientais podem variar significativamente ao longo do dia e entre diferentes áreas, dependendo das características das residências e das áreas de lazer. Ressalta-se ainda que quando não há conforto térmico, recorre-se a outros mecanismos de ventilação, como centrais de ar e ventiladores, demandando maior recurso energético.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo aborda a importância do conforto térmico como um indicador de qualidade de vida e como as casas de taipa e alvenaria diferem em relação a isso, considerando as altas temperaturas em regiões tropicais. O uso de arborização e ventilação natural é fundamental para tornar as residências mais agradáveis para convivência, e a escolha dos materiais de construção também é relevante.

Esses resultados indicam a importância de considerar as condições ambientais e materiais de construção ao planejar e construir residências, visando proporcionar um ambiente saudável e confortável para seus moradores, ressalta-se ainda que esta escolha está associada a questões econômicas e sociais onde uma pesquisa mais

aprofundada se faz necessária, a fim de propor os melhores materiais de construção, que proporcione conforto térmico e qualidade de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos pelo incentivo dado à produção acadêmica através dos Seminários Formativo Multidisciplinar que são promovidos no Programa de Formação Docente Caminhos do Sertão, da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão.

REFERÊNCIAS

- CASARIN, H.C.S; CASARIN, S.J. Pesquisa científica: da teoria à prática. Curitiba: InterSaberes, 2012.
- CPRM. Relatório técnico do município de Vila Nova dos Martírios. Brasília: 2011.
- DE DEAR, R.; BRAGER, G.; COOPER, D. Developing an adaptive model of thermal comfort and preference: Final Report on ASHRAE RP - 884. Sydney: MRL, 1997.
- HENSEN, J. On the thermal interaction of building structure and 193 heating and ventilating system. PhD thesis: Technische Universiteit Eindhoven, 1991. Apud VECCHI, Renata. Avaliação de conforto térmico em edificações comerciais que operam sob sistemas mistos de condicionamento ambiental em clima temperado e úmido. Tese (Doutorado) – 2015. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Florianópolis, SC, 2015. Disponível em: <https://www.universidadetrisul.com.br/solucoes-construtivas/a-importancia-doconforto-termico-na-construcao-civil>. Acesso em: 09/03/2023.
- IBGE. Cidades e estados: Vila Nova dos Martírios. 2021. Disponível em: Vila Nova dos Martírios (MA) | Cidades e Estados | IBGE. Acesso em: 24/03/2023.
- INMET. Classificação climática de Köppen para os municípios brasileiros. 2023. Disponível em: Classificação climática de Köppen para os municípios brasileiros (koppenbrasil.github.io). Acesso em: 22 de março de 2023.
- NICOL, F.; HUMPHREYS, M.; ROAF, S. Adaptive thermal comfort: principles and practice. Oxon – London: Routledge, 2012.
- OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Reducing Risks, Promoting Healthy Life. Geneva: World Health Organization, 2002.
- TANABE, S. Thermal comfort requirements in Japan. Waseda University, Tokyo: PhD Thesis, 1988.

CAPÍTULO XII

REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA SOBRE A INSERÇÃO DO CIDADÃO NA NOVA GOVERNANÇA PÚBLICA

INTEGRATIVE LITERATURE REVIEW ON THE INSERTION OF CITIZENS IN THE NEW PUBLIC GOVERNANCE

DOI: 10.51859/amplla.dar4100-12

Felipe Moura Oliveira ¹

Thiago Costa Holanda ²

Joiciane Rodrigues de Sousa ³

Maria do Socorro Silva Mesquita ⁴

Thiago Limoeiro Ricarte ⁵

Karina Valdez Ribeiro ⁶

¹ Mestrando em Administração e Controladoria. Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria - PPAC

² Doutorando em Administração e Controladoria. Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria - PPAC

³ Mestranda em Administração. Programa de Pós-Graduação em Administração – UFPE

⁴ Doutoranda em Administração e Controladoria. Programa de Pós-Graduação em Administração e Controladoria – PPAC

⁵ Doutor em Economia Aplicada. Universidade Federal da Bahia - UFBA

⁶ Graduada em Ciências Contábeis pela Faculdade Amadeus

RESUMO

Incluir o cidadão como um agente ativo na gestão pública é o desafio da Nova Governança Pública (NGP), ela é uma abordagem recente, mas que objetiva romper modelos tradicionais da gestão pública, almejando melhorar a eficiência, efetividade e responsabilidade dos serviços prestados pelo Estado. Por ser recente, existem diversas lacunas que precisam ser analisadas de forma científica. Partindo disso, o objetivo desta pesquisa foi entender as perspectivas da administração pública por meio da identificação e análise de produções acadêmicas sobre a inserção do cidadão no contexto da Nova Governança Pública. A pesquisa foi conduzida por meio de uma Revisão Integrativa da Literatura (RIL), na qual foram identificados 8 artigos que atenderam aos critérios de inclusão, de um espaço amostral de 286 trabalhos, vale ressaltar que o período adotado na base SCOPUS foi de 12 anos (2010 - 2022). Os resultados foram guiados por Osborne (2010) e indicaram que a NGP apresenta

diversas contribuições para a gestão pública. No entanto, também foram identificados desafios na inserção do cidadão na NGP, como a resistência à mudança, a complexidade da gestão colaborativa, a necessidade de capacitação e a falta de recursos financeiros. Conclui-se que a NGP é uma abordagem promissora na gestão pública contemporânea, que pode contribuir significativamente para a melhoria da qualidade dos serviços públicos e para a construção de uma sociedade mais inclusiva.

Palavras-chave: Gestão Pública. Nova Governança Pública. Revisão Integrativa da Literatura.

ABSTRACT

Including the citizen as an active agent in public management is the challenge of the New Public Governance (NGP), it is a recent approach, but it aims to break traditional models of public management, aiming to improve the efficiency,

effectiveness and responsibility of the services provided by the State. Because it is recent, there are several gaps that need to be analyzed scientifically. Based on this, the objective of this research was to understand the perspectives of public administration through the identification and analysis of academic productions on the insertion of citizens in the context of the New Public Governance. The research was conducted through an Integrative Literature Review (RIL), in which 8 articles that met the inclusion criteria were identified, from a sample space of 286 works, it is worth mentioning that the period adopted in the SCOPUS database was 12 years (2010 - 2022). The results were guided by

Osborne (2010) and indicated that NGP has several contributions to public management. However, challenges were also identified in the insertion of citizens in NGP, such as resistance to change, the complexity of collaborative management, the need for training and the lack of financial resources. It is concluded that NGP is a promising approach in contemporary public management, which can contribute significantly to the improvement of the quality of public services and to the construction of a more inclusive society.

Keywords: Public Management. New Public Governance. Integrative Literature Review.

1. INTRODUÇÃO

A Nova Gestão Pública foi marcada pela reforma do setor público e a reforma administrativa (SANO; ABRUCIO, 2008). Pela reforma do setor público, entende-se a renovação na oferta do serviço público (MAIA; PEREIRA, 2019), pois aceitava a entrada de empresas privadas e outros atores que antes era excluídos desse processo. Por outro lado, a reforma administrativa, procurou-se a introdução de técnicas e ferramentas utilizadas no setor privado (MATIAS-PEREIRA, 2008).

Além disso, é necessário entender que a Nova Governança Pública nasce em contraponto a Administração Pública Tradicional e a Antiga Gestão Pública (SILVESTRE, 2019). Ela (NGP) tem alicerce no aumento das redes de networks para a prestação de serviços públicos.

Este trabalho focaliza no ato de introduzir o cidadão no processo de tomada de decisões da gestão pública, sendo esse, apenas um dos aspectos que são trabalhados na NGP (OSBORNE, 2010). Com avanço do interesse acadêmico na participação social e na criação de políticas públicas, essa problemática começou a ser sanada. A NGP se apresenta como solução para essa questão, ela integra diversos atores no processo de tomada de decisão passando pela implementação até a retroalimentação desse sistema (MAIA; PEREIRA, 2019).

Com isso, estudar a NGP é importante principalmente para compreender as perspectivas de implementação e principalmente para mapear quais os estudos evidenciam melhoras para este panorama (SILVA, 2012).

A importância desse trabalho se dá por meio de 3 vieses que devem ser analisados, sendo eles o viés acadêmico, o social e empírico. Para a justificativa acadêmica, devemos considerar que a realização de um estudo de revisão de literatura sobre a Nova Governança Pública se justifica pela necessidade de aprofundar o conhecimento sobre as novas práticas dessa abordagem, sua aplicação prática, seus desafios e oportunidades, contribuindo para a construção de um arcabouço teórico sólido (SILVESTRE, 2019; GENOINO; SIQUEIRA, 2016).

No tocante à justificativa social, vale ressaltar que a NGP representa uma abordagem que pode contribuir significativamente para a melhoria dos serviços públicos e para a construção de uma sociedade mais justa e igualitária (KLUMB; HOFFMANN, 2016). Assim, este trabalho se justifica pela sua importância social, uma vez que pode contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população, para o fortalecimento da democracia e para a promoção do desenvolvimento sustentável (VALE; ALVES BATISTA JÚNIOR, 2022).

Sobre o impacto empírico, observa-se a necessidade de compreender sua aplicação prática em diferentes contextos e setores, bem como seus resultados e impactos na prestação de serviços públicos (SOARES JUNIOR et al., 2022). A abordagem da Nova Governança Pública tem sido testada em diferentes países e em diferentes níveis de governo, apresentando desafios e oportunidades únicas em cada contexto (FREITAS et al., 2022).

Dessa forma esse trabalho é motivado pela seguinte questão: Como a gestão pública se organiza para incluir o cidadão no processo de nova governança pública? E para realizar o estudo adotou-se a seguinte objetivo geral: Entender as perspectivas da administração pública por meio da identificação e análise de produções acadêmicas sobre a inserção do cidadão no contexto da Nova Governança Pública. Orientando-o, podemos destacar os seguintes objetivos específicos: (1) Verificar por meio da literatura científica as principais ações de implementação da NGP; (2) Discutir as contribuições da implantação do cidadão na NGP para a atual gestão pública; (3) Identificar as lacunas de pesquisa existentes na literatura sobre a inclusão do cidadão na NGP.

2. NOVA GOVERNANÇA PÚBLICA

Nos últimos anos, o processo de criação de políticas públicas foi se reinventando, dessa forma, ele não é mais visto como algo distante da população, e sim, algo próximo e que aceita diversas interações com o meio externo (GENOINO; SIQUEIRA, 2016). Explicando, antigamente o processo de formulação de políticas públicas era visto como uma caixa-preta, a qual possuía seu próprio processamento, recebendo suas entradas (informações) e gerando saídas (políticas públicas).

Porém, isso é um desafio que a atual gestão pública está disposta a enfrentar (COSTA; SOUZA, 2019). O processo de abrir essa caixa-preta é complexo e necessita de diversos fatores para que sua eficácia e eficiência seja garantida. Dessa forma, surge a Nova Governança Pública, ela é, nas palavras de Novais (2018), uma abordagem mais participativa, transparente e colaborativa, envolvendo atores diversos da sociedade na tomada de decisão e na implementação de políticas públicas.

Contudo, este conceito ainda não é claro e abre margem para diversos questionamentos sobre como a NGP inclui a sociedade. Dessa forma, Osborne (2006), apresenta evidências científicas sobre o que são os atores que começam a ser considerados (população, empresas privadas, parcerias público-privadas, entidades, gestores públicos, servidores) e sobre a colaboração que eles podem gerar.

Ainda com o autor, porém, em outro trabalho, ele apresenta 7 questões que a NGP trabalha e que deve sanar, sendo elas: a) implementação de políticas públicas e/ou prestação de serviços públicos; b) arquitetura organizacional; c) sustentabilidade dos sistemas de serviço público; d) valor público; e) habilidades relacionais; f) accountability; e g) avaliação do desempenho (OSBORNE, 2010).

Para cada questão apontada, existem evidências científicas que apresentam trabalhos e estudos sobre a temática, como por exemplo o estudo de Cunha et al. (2022), eles apresentam a preocupação do Estado em utilizar uma política pública que seja favorável para os cidadãos, dessa forma, eles informam que, para que houvesse uma melhor comunicação entre os pagadores de impostos e os entes governamentais, fez-se necessária a criação de impostos que se preocupam com o meio ambiente, possibilitando menores danos no meio ambiente.

Outrossim, Pereira (2019) assevera que existem importantes trabalhos sobre a estrutura organizacional da gestão pública e ela deve ser analisada sob o viés de entregar um melhor conforto para o público final (população), o trabalho apresenta um estudo de caso em um departamento de uma universidade federal. A prática de NGP entra quando a população se torna o centro da preocupação nesta reestruturação.

Somado a isso, Beltrame et al. (2020) argumentam que os sistemas públicos devem ser analisados e confeccionados para a sua sustentabilidade e para serem completos, simples e de fácil utilização. Para afirmar isso, eles estudaram o impacto do absenteísmo de usuários em consultas na área da saúde e se os sistemas de informação poderiam corroborar com isso.

Ademais, Santos, Amaral e Silva (2022) informam que existe uma certa concordância com a mesclagem dos termos de accountability e valor público. A primeira é referente a responsabilidade e prestação de contas por ações e decisões tomadas pela gestão pública para a população a qual ela serve, a segunda é consequência da primeira, pois ela é os benefícios e resultados positivos que são gerados para a sociedade como um todo, em contraposição aos interesses particulares ou privados.

A comunicação é um excelente passo para o começo de uma equipe que queira bons resultados, além disso, ela está diretamente ligada ao sucesso de líderes. Sabendo disso, a administração pública adotou sistemas para avaliar e inserir habilidades relacionais em seu contexto (MONTEZANO et al., 2022).

Para finalizar as dimensões, a avaliação de desempenho no setor público permite mensurar resultados de seus programas, projetos e políticas, identificando o que está funcionando bem e o que precisa ser melhorado, além de poder ser usada para identificar possíveis problemas e desafios que precisam ser abordados, ajudando a prevenir possíveis erros e falhas no futuro (MACANE, 2022).

Por outro lado, mas somando a esses pontos, a evolução de obras sobre o relacionamento da gestão pública com o cidadão é um tema que vem aumentando, esse é um tema que vem ganhando notoriedade para a pesquisa acadêmica, isso é informado por Medeiros et al. (2019). Os autores apresentam um estudo bibliométrico sobre a produção científica da relação do cidadão com a gestão pública.

Essa prática (incluir o cidadão como o centro da gestão pública) é extremamente importante para a NGP e está diretamente relacionada com a participação social e

colaboração/parceria. Por participação social, entende-se que busca envolver os cidadãos na tomada de decisões e no monitoramento das políticas públicas. Essa abordagem reconhece que os cidadãos têm um papel importante a desempenhar na definição de prioridades, na identificação de problemas e na proposição de soluções (RONCONI, 2011).

Porém, existem problemas que devem ser sanados para que haja uma melhor implementação da NGP, dentre eles, podem ser destacados a resistência a mudança, complexidade da gestão colaborativa, necessidade de capacitação e falta de recursos financeiros. O primeiro é referente quando as normas, valores e práticas existentes na organização pública são profundamente arraigados e resistentes à mudança, dessa forma, os funcionários podem se sentir confortáveis com a forma como as coisas são feitas atualmente e podem se opor a novas práticas ou processos (SILVA; MELLO, 2013).

Outro ponto é discutido por Mota et al. (2019), eles apresentam dificuldades para o processo de Transferência de Tecnologia devido à complexidade da gestão colaborativa, sendo que muitas vezes, não há colaboração entre diversos atores para possibilitar a feitura de uma determinada ação.

Também pode se apresentar como uma dificuldade para a implementação da NGP como cultura organizacional é a necessidade de capacitação do pessoal, sendo essa um ponto crucial para o processo de realização de produtos ou serviços (da gestão pública) de qualidade para o usuário final, neste caso o cidadão (AMORIM; STADLER, 2019).

A última dificuldade abordada por este estudo é referente à falta de recursos financeiros, isso podendo afetar na qualidade dos resultados. Pois, com recursos limitados, os governos precisam tomar decisões difíceis sobre como alocá-los para atender às necessidades da população e manter os serviços públicos funcionando adequadamente (PEREIRA; OLIVEIRA JUNIOR; FALEIROS, 2019).

3. METODOLOGIA

Este trabalho pode ser classificado em natureza aplicada, abordagem predominantemente qualitativa, com a presença de técnicas quantitativas para tabulação e prospecção de dados e finalidade exploratória.

Outrossim, a RIL é uma pesquisa de natureza aplicada, uma vez que produzirá conhecimentos sobre a NGP para a sua prática, por meio da síntese e integração de estudos prévios. Além disso, a pesquisa se concentra na compreensão profunda e detalhada dos fenômenos disponíveis nos artigos sobre as práticas de NGP, por isso é considerada predominantemente qualitativa. Destarte, exploratória pois, a NGP se apresenta como um tema relativamente inexplorado, então existe a necessidade do pesquisador se aprofundar no tema.

A Revisão Integrativa da Literatura (RIL) foi escolhida pois dentre os métodos de revisão, ela é a mais ampla e permite a compreensão mais completa do tema de interesse, pois inclui a simultaneamente a pesquisa experimental e a quase-experimental (SOUZA *et al.*, 2021).

Dessa forma, é importante mencionar que para que haja uma pesquisa integrativa da literatura, é importante que 6 passos sejam seguidos. Os passos são referentes às regras para uma confecção de qualidade, sendo eles: (1) seleção da questão de pesquisa; (2) estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos (amostragem ou busca na literatura); (3) definição das informações a serem extraídas dos estudos relacionados (categorização dos estudos); (4) avaliação dos estudos incluídos; (5) interpretação dos resultados; (6) apresentação da revisão (síntese do conteúdo) (BROOME, 2000).

Para tanto, foi formulada a seguinte questão de pesquisa: o que a literatura tem produzido sobre a implementação da Nova Governança Pública?

A busca foi realizada na base de dados SCOPUS publicados no período de 2010 a 2022 (desde o momento que recebeu mais notoriedade, em um período de 12 anos). A escolha pela base de dados se deu por: (1) Qualidade dos dados, uma vez que é conhecida e confiável; (2) Variedade de fontes, pois ela fornece vários textos científicos; (3) Facilidade de pesquisa, já que é projetada para facilitar a busca e a recuperação de informações relevantes; (4) Reconhecimento, porque é amplamente requisitada como fonte de informação confiável e respeitável no contexto acadêmico e científico; (5) Métricas de avaliação, por meio do fornecimento de análises de artigos, autores e periódicos, incluindo índices de citação e impacto utilizados para mensurar a qualidade da pesquisa (BURNHAM, 2006).

O descritor foi selecionado a partir da leitura do trabalho de Vieira e Castro Junior (2022) e buscado em inglês. O descritor identificado é: “*New Public Governance*”. Dessa forma, não houve necessidade de combinar o descritor (utilização de NOT, AND ou OR).

Os seguintes critérios de inclusão foram adotados para a seleção das produções: artigos em inglês; que explicitassem em título, resumo e palavras chaves qualquer tipo de estratégia, ação e/ou programa de NGP. Com isso, obteve-se o total de 286 artigos na base de dados mencionada, para isso, exigiu-se a necessidade de adoção de critérios de exclusão.

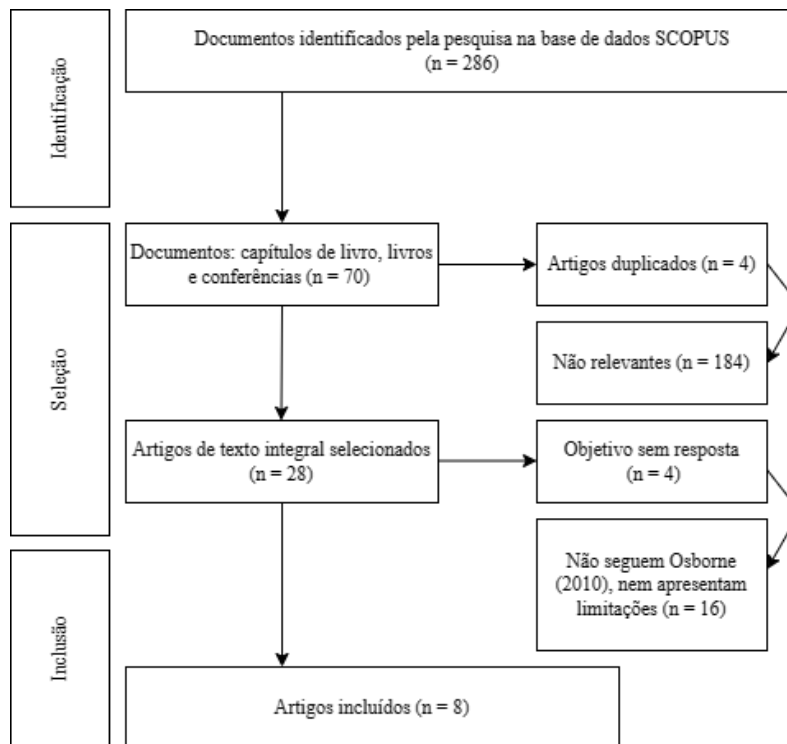
Em contrapartida, obras (artigos) que não estivessem disponibilizados integralmente online, ensaios teóricos, monografias, dissertações e teses, artigos que não apresentaram uma referência direta às abordagens da NGP mencionadas por Osborne (2010) no título, no resumo ou nas palavras-chave, que não estavam inseridos na Administração Pública, nem de iniciativa integral pública, nem revisado por pares foram ou obras repetidas foram produções excluídas da presente revisão.

4. RESULTADOS

Em primeiro plano, faz-se necessário entender que foram obtidos 286 artigos na busca. Após isso, foram realizados os procedimentos de exclusão, sendo eles: (1) documentos, capítulos de livro, livros e conferências, retirando um total de 70 trabalhos; (2) quatro artigos duplicados; e, (3) 184 artigos que não eram relevantes pois não abordavam a temática.

Após a exclusão restaram 28 artigos eles foram lidos na íntegra, porém 4 não deram resposta aos objetivos e 16 não seguiram o modelo de Osborne (2010) e não possuíam limitações de pesquisa. Dessa forma, restaram 8 artigos relevantes para esta pesquisa. Para visualizar e auxiliar a compreensão, faz-se necessário observar o Gráfico 01 – Fluxo de procedimentos do trabalho.

Gráfico 01 – Fluxo de procedimentos do trabalho



Fonte: Próprio (2023)

Para investigação dos artigos selecionados, após a leitura criteriosa na íntegra dos mesmos, foi realizada uma análise dos materiais, considerando variáveis de revista, autor, objetivo, resultado e limitação. Para tabular os dados foi utilizado o programa Parsifal.

Houve a necessidade da confecção de um quadro para identificação dos artigos relacionados, dentre outras razões, para a o auxílio da organização de forma clara e direta, apresentação inicial das referências a serem estudadas, aumentar a viabilidade, validade e confiabilidade, mas principalmente transparência com a comunidade científica (para que pesquisadores possam verificar e replicar o trabalho identificar possíveis vieses ou limitações metodológicas).

Quadro 1 – Identificação dos artigos

TÍTULO	REVISTA	AUTORES
<i>Civil participation in decision-making on waste management at the local authorities level (1)</i>	<i>Problems and Perspectives in Management</i>	(STASIUKYNAS et al., 2020)
<i>How can collaborative practices be supported in an era of new public governance? Lessons from an education initiative (2)</i>	<i>Australian Journal of Public Administration</i>	(NOONE; SALIGNAC; SAUNDERS, 2021)
<i>New Public Governance and the Growth of Co-Located Nonprofit Centers (3)</i>	<i>Nonprofit Policy Forum</i>	(VINOKUR-KAPLAN, 2017)

TÍTULO	REVISTA	AUTORES
<i>UK Civil Society: Changes and Challenges in the Age of New Public Governance and the Marketized Welfare State (4)</i>	<i>Nonprofit Policy Forum</i>	(HARRIS, 2017)
<i>New Public Governance in the Baltic States: Flexible Administration and Rule Bending (5)</i>	<i>Public Performance and Management Review</i>	(HILMER PEDERSEN; JOHANNSEN, 2018)
<i>New public governance in Saudi cities: An empirical assessment of the quality of the municipal system in Jeddah (6)</i>	<i>Habitat International</i>	(MANDELI, 2016)
<i>New Public Governance in health care: Health Technology Assessment for Canadian pharmaceuticals (7)</i>	<i>Canadian Public Administration</i>	(FIERLBECK; GARDNER; LEVY, 2018)
<i>Are non-government policy actors being heard? Assessing New Public Governance in three Canadian provinces (8)</i>	<i>Canadian Public Administration</i>	(EVANS; SAPEHA, 2015)

Fonte: Próprio (2023)

Os 8 artigos estudados apresentaram diferenças quanto a metodologia, isso não representa uma limitação para este estudo, mas sim uma oportunidade para integrar os dados discutidos pelos autores e gerar uma nova forma de conhecimento que mescla estudos de revisão de literatura com estudos práticos e aplicados na sociedade. Porém, por se tratar de uma RIL, esta tabulação não se torna relevante nesta pesquisa.

4.1. IMPLEMENTAÇÃO DA NGP

Estudar como a inclusão do cidadão na NGP está sendo trabalhada é de suma importância para que haja a construção de um pensamento científico, mas esse estudo vai além disso. O método de RIL foi escolhido para integrar um tripé de extrema importância: a ciência, a aplicação e o social. A ciência por meio de estudos de revisão de literatura que apresentam perspectivas desta temática, a aplicação por informar trabalhos com metodologias que podem ser aplicadas e a sociedade com a apresentação dos resultados das pesquisas, isso pode ser conferido em Quadro 02 – Implementação da NGP pelos artigos.

Quadro 2 – Implementação da NGP pelos artigos

ARTIGO	OBJETIVO	RESULTADO
(1)	Analisar o impacto da participação civil na tomada de decisões sobre a gestão de resíduos a nível municipal	A análise da capacidade de participação civil na gestão de resíduos leva à conclusão de que a Lituânia não dispõe de um mecanismo único para assegurar a participação civil na gestão de resíduos
(2)	Demonstrar como a estrutura e a dinâmica de processo de uma colaboração	Demonstra-se isso ligando as propriedades da colaboração com elementos centrais da teoria dos sistemas. Com base em duas

ARTIGO	OBJETIVO	RESULTADO
	interagir com desafios práticos para criar uma disfunção geral.	subdimensões estruturais da colaboração e duas subdimensões do processo, recomendamos três ações para reavivar a colaboração: (1) avaliação do programa alternativo, (2) análise das necessidades das partes interessadas e (3) desenvolvimento de uma estratégia de comunicação interna mais forte.
(3)	Apresentar um tipo único de organização de serviço público na América do Norte: centros sem fins lucrativos co-localizados	Exemplos de centros sem fins lucrativos co-localizados que fornecem uma variedade de serviços sociais são apresentados, dos EUA e do Canadá. Em suma, esses centros ajudam a promover a qualidade de vida das clientelas e comunidades; e as colaborações e redes que estabelecem promovem um objetivo fundamental da Nova Governança Pública.
(4)	Oferecer uma visão geral empiricamente baseada de mudanças e desafios para a sociedade civil do Reino Unido nos primeiros anos do século XXI.	Discussão sobre a inter-relação entre mudanças na sociedade civil e mudanças nas políticas públicas, incluindo a nova governança pública e a mercantilização do Estado de bem-estar social.
(5)	Analisar os riscos potenciais de aumentar a flexibilidade e a discricionariedade na administração pública relacionados com a Nova Governança Pública no contexto da transição sistêmica e de níveis relativamente elevados de corrupção.	Verifica-se que os mecanismos de controle associados à Administração Pública Weberiana diminuem a aceitação da flexibilização das regras.
(6)	Explorar as atitudes entre os cidadãos e funcionários do setor público na cidade de Jeddah em relação à qualidade do sistema municipal, de acordo com as aspirações de eficácia da Nova Gestão Pública e um sistema de governança pública que funcione com eficiência, eficácia e valores democráticos.	Deve ser prestada uma atenção significativa à criação de um quadro institucional adequado para criar legislação de governança coerente que apoie o estabelecimento de valores democráticos duradouros. Isso deve ser empregado para gerar a capacidade geral e a competência dos órgãos públicos e incentivar os funcionários do governo a atuarem como catalisadores para criar uma forma integrada de governança que traga integridade e melhorias nas instituições públicas, com serviços municipais de alta qualidade.
(7)	Avaliar as oportunidades e limitações do NGP dentro de um contexto específico de cuidados de saúde.	Esse tipo de estrutura de governança pode ser limitado a certas instâncias, e descrevemos as condições sob as quais as estruturas horizontais de governança na ATS foram capazes de florescer.
(8)	Fornecer uma avaliação empiricamente baseada de como os trabalhadores de políticas governamentais e não governamentais se envolvem uns com os outros no processo político.	A co-construção e a coprodução de políticas são uma característica significativa do processo, mas há alguma necessidade de nuances.

Fonte: Próprio (2023)

4.2. LIMITAÇÕES NA PESQUISA SOBRE NGP

Nesta parte do estudo há a presença de excertos dos trabalhos selecionados, expondo de forma clara e concisa suas limitações, possibilitando uma análise criteriosa sobre o panorama da utilização da NGP. A construção do Quadro 03 – Limitação da NGP pelos artigos é possível por meio da combinação com a metodologia de Osborne (2010).

Quadro 3 – Limitação da NGP pelos artigos

ARTIGO	LIMITAÇÃO	POSSÍVEL SOLUÇÃO
(1)	As instituições nacionais de governação pública consideram que a informação dos cidadãos sobre as decisões tomadas é suficiente e que existem oportunidades legais de participação civil, mas dependem do nível de atividade dos cidadãos, e não da instituição.	É um problema relacionado com arquitetura organizacional (PEREIRA, 2019) e apresenta a resistência da gestão pública a mudanças (SILVA; MELLO, 2013).
(2)	A pequena amostra pode não representar a colaboração (19 parceiros), especialmente se os parceiros especialmente insatisfeitos não participaram.	Para solucionar, faz-se necessário entender o papel das habilidades relacionais (MONTEZANO et al., 2022), podendo ser um problema de necessidade de capacitação de pessoal (AMORIM; STADLER, 2019).
(3)	Dificuldades de analisar Ações específicas que os centros sem fins lucrativos oferecem	O accountability (SANTOS; AMARAL; SILVA, 2022) é uma mudança para a transparência e apresenta uma grande oportunidade para a gestão pública.
(4)	O quadro que emerge de mudanças e desafios para a sociedade civil do Reino Unido não é positivo para aqueles que valorizam a sociedade civil como um constituinte essencial da democracia.	Criar valor público (SANTOS; AMARAL; SILVA, 2022) é necessário para que o cidadão entenda a importância e necessidade das ações públicas.
(5)	a Nova Abordagem de Governação Pública espera, nem a participação cidadã nem a confiança generalizada funcionam como um controle sobre a flexão de regras.	Existe a necessidade de apresentar soluções para a avaliação de desempenho (MACANE, 2022), sendo que esta deveria ser adotada durante toda a gestão pública.
(6)	embora vários aspectos da reforma político-administrativa tenham alterado a configuração da gestão pública, as características essenciais da boa governação continuam por avaliar	A sustentabilidade dos sistemas públicos (BELTRAME et al., 2020) encontram diversas oportunidades para a melhoria na usabilidade e integração dos serviços públicos.
(7)	Aos conceitos de GPN não está claro como esses conceitos poderiam ser aplicados aos cuidados de saúde.	A arquitetura organizacional (PEREIRA; OLIVEIRA JUNIOR; FALEIROS, 2019) representa uma grande quebra de paradigmas e rompe com as estruturas tradicionais.
(8)	Os dados aqui apresentados indicam que a extensão do envolvimento político pode não ser tão amplamente inclusiva como os proponentes da Nova Governança sugerem.	A Implementação de políticas públicas e/ou prestação de serviço público (CUNHA et al., 2022) apresenta a importância de incluir o cidadão para o planejamento dessas ações públicas.

Fonte: Próprio (2023)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa podem ser oportunos para agentes tomadores de decisão, como por exemplo: gestores públicos, pesquisadores e outros atores envolvidos na implementação da NGP. Este estudo fornece os caminhos estudados e evidenciados pela implementação da NGP, permitindo o aprimoramento e adaptação dessa abordagem às novas demandas e desafios de ambientes externos, como o meio político e social (principalmente no quesito de incluir o cidadão). Outrossim, a pesquisa contribui com o avanço do conhecimento na área da governança pública, na medida em que sistematiza os trabalhos que apresentam práticas, estudos e oportunidades para a sua implementação possibilitando o fortalecimento da participação cidadã e a efetividade das políticas públicas. Dessa forma, a Gestão Pública vem se organizando para inovar em suas estruturas, seja por enfoque no cidadão, participação social, colaboração e parcerias, avaliação de resultados e Inovação e aprendizado.

Dentre as principais limitações observadas por esta pesquisa, podem ser destacadas: (1) Maioria dos artigos disponíveis estarem em inglês e possuírem uma linguagem acadêmica de difícil acesso, distanciando os pesquisadores de quem está no mercado (diversos atores); (2) Dificuldades para padronização de ações pois a NGP depende de fatores políticos, sociais e econômicos; (3) Resistência a mudanças e isso pode gerar tenacidade por parte de servidores públicos, políticos e outros atores envolvidos no processo; (4) Falta de recursos pois sua implementação pode exigir bens financeiros, humanos e tecnológicos significativos, o que pode ser um desafio em países com recursos limitados; (5) Falta de capacidade institucional, pois ela necessita de servidores capacitados em novas habilidades e competências, além de uma reforma institucional significativa para promover a descentralização e a participação cidadã; (6) Dificuldades culturais, incluindo a participação social e a falta de crença nas instituições públicas; (7) Limitações legais, pois algumas leis de determinados países ou estados podem dificultar a implementação da NGP.

Como sugestão de trabalhos futuros, recomenda-se o estudo de sua aplicação em diversos contextos, principalmente um estudo de caso com instituições que adotam essa prática, além de uma pesquisa de levantamento para entender o papel do cidadão e suas expectativas para a NGP, embora muitos estudos tenham sido realizados sobre

ela, ainda há uma lacuna na literatura em relação aos trabalhos futuros necessários para consolidar e aprimorar essa nova forma de gerir a coisa pública. Com as mudanças constantes no ambiente político e social, é importante entender as tendências e os desafios emergentes que afetam a NGP e como isso pode afetar sua aplicação em diferentes contextos (agenda de pesquisas em NGP).

REFERÊNCIAS

- AMORIM, F. B.; STADLER, A. O acesso à informação na gestão pública: dificuldades enfrentadas pelo poder executivo municipal de Londrina/PR. **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, v. 10, n. 2, p. 246–268, 12 ago. 2019.
- BELTRAME, S. M. et al. Absenteísmo de usuários como fator de desperdício: desafio para sustentabilidade em sistema universal de saúde. **Saúde em Debate**, v. 43, p. 1015–1030, 9 mar. 2020.
- BROOME, M. Integrative literature reviews for the development of concepts. **Concept Development in Nursing**, 1 jan. 2000.
- BURNHAM, J. F. Scopus database: a review. **Biomedical Digital Libraries**, v. 3, n. 1, p. 1, 8 mar. 2006.
- COSTA, B. DE L.; SOUZA, S. P. INOVAÇÃO NA GESTÃO PÚBLICA: UM ESTUDO DO PRÊMIO INOVES. **Práticas de Administração Pública**, v. 3, n. 2, p. 18–36, 2019.
- CUNHA, F. G. G. et al. O uso da Extrafiscalidade dos Impostos Estaduais como Medida de Implementação de Políticas Pública Ambientais / The use of Steering taxes by the States as a Measure of Implementation of Public Environmental Policies. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 16, n. 60, p. 454–471, 30 maio 2022.
- EVANS, B.; SAPEHA, H. Are non-government policy actors being heard? Assessing New Public Governance in three Canadian provinces. **Canadian Public Administration**, v. 58, n. 2, p. 249–270, 2015.
- FIERLBECK, K.; GARDNER, W.; LEVY, A. New Public Governance in health care: Health Technology Assessment for Canadian pharmaceuticals. **Canadian Public Administration**, v. 61, n. 1, p. 45–64, 2018.
- FREITAS, M. et al. A Evolução do Conceito de Governança Pública: o futuro tecnológico. **Prospectus – Perspectivas Qualitativas em Contabilidade e Organizações.**, v. 2, p. 33–62, 31 dez. 2022.
- GALVÃO, D. M. P. G.; SILVA, E. M. B.; SILVA, D. M. Use of new technologies and promotion of breastfeeding: integrative literature review. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 40, p. e2020234, 2022.

- GENOINO, R. K.; SIQUEIRA, J. P. L. DE. Gestão pública em redes e a nova governança pública: a implementação de parcerias entre o poder público e o terceiro setor. **Revista Capital Científico - Eletrônica (RCCe) - ISSN 2177-4153**, v. 14, n. 3, p. 132–143, 6 dez. 2016.
- HARRIS, M. UK Civil Society: Changes and Challenges in the Age of New Public Governance and the Marketized Welfare State. **Nonprofit Policy Forum**, v. 8, n. 4, p. 351–368, 2017.
- HILMER PEDERSEN, K.; JOHANNSEN, L. New Public Governance in the Baltic States: Flexible Administration and Rule Bending. **Public Performance and Management Review**, v. 41, n. 3, p. 648–667, 2018.
- KLUMB, R.; HOFFMANN, M. G. Inovação no setor público e evolução dos modelos de administração pública: o caso do TRE-SC. **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 21, n. 69, 17 ago. 2016.
- MACANE, A. V. Avaliação de Desempenho do Docente e do Módulo de Gestão Pública: caso de uma Instituição de Ensino Superior em Moçambique. **MLS Educational Research (MLSER)**, v. 6, n. 2, 30 set. 2022.
- MAIA, É. V. R. B.; PEREIRA, L. H. DE C. A Nova Governança Pública no contexto brasileiro: **Acanto em Revista**, v. 6, n. 6, p. 132–132, 2019.
- MANDELI, K. N. New public governance in Saudi cities: An empirical assessment of the quality of the municipal system in Jeddah. **Habitat International**, v. 51, p. 114–123, 2016.
- MATIAS-PEREIRA, J. Administração pública comparada: uma avaliação das reformas administrativas do Brasil, EUA e União Européia. **Revista de Administração Pública**, v. 42, p. 61–82, fev. 2008.
- MEDEIROS, J. C. E. DE et al. GESTÃO DO RELACIONAMENTO COM O CIDADÃO: Revisão Bibliométrica da Produção Científica. **Perspectivas Contemporâneas**, v. 14, n. 2, p. 168–187, 20 set. 2019.
- MONTEZANO, L. et al. Antecedentes das dimensões da gestão pública inovadora brasileira: Competências de equipes e individuais Antecedents of the dimensions of innovative Brazilian public management: Team and individual competences. **Teoria e Prática em Administração**, v. 12, p. 1–15, 10 maio 2022.
- MOTA, T. L. N. DA G. et al. Gestão de redes de inovação nos escritórios de transferência de tecnologia no Ceará: a implementação de um modelo de gestão colaborativo. **Revista Gestão em Análise**, v. 8, n. 1, p. 27–41, 30 abr. 2019.

- NOONE, J.; SALIGNAC, F.; SAUNDERS, I. How can collaborative practices be supported in an era of new public governance? Lessons from an education initiative. **Australian Journal of Public Administration**, v. 80, n. 3, p. 624–637, 2021.
- NOVAIS, E. Gestão de projetos numa complexa organização pública federal brasileira: desafios da institucionalização na era da Nova Governança Pública. **Anais do Instituto de Higiene e Medicina Tropical**, v. 17, p. 75–85, 2018.
- OSBORNE, S. P. The New Public Governance? **Public Management Review**, v. 8, n. 3, p. 377–387, 1 set. 2006.
- OSBORNE, S. P. (ED.). **The new public governance? emerging perspectives on the theory and practice of public governance**. London ; New York: Routledge, 2010.
- PEREIRA, B. L. S.; OLIVEIRA JUNIOR, A. C. R. DE; FALEIROS, D. R. Portaria 3992/2017: desafios e avanços para gestão dos recursos no Sistema Único de Saúde. **Revista de Saúde Pública**, v. 53, p. 58, 18 jul. 2019.
- PEREIRA, M. C. **Modelando a arquitetura organizacional da Diretoria de Pesquisa, Pós-graduação e Extensão do Instituto Federal do Espírito Santo: um estudo de caso**. Monografia—Espírito Santo: Instituto Federal do Espírito Santo, 2019.
- RONCONI, L. Governança pública: um desafio à democracia (Public governance: a challenge to Democracy). Doi: 10.5212/Emancipacao.v.11i1.0002. **Emancipação**, v. 11, n. 1, 21 dez. 2011.
- SANO, H.; ABRUCIO, F. L. Promessas e resultados da Nova Gestão Pública no Brasil: o caso das organizações sociais de saúde em São Paulo. **Revista de Administração de Empresas**, v. 48, p. 64–80, set. 2008.
- SANTOS, A. DE O.; AMARAL, H. F.; SILVA, W. A. C. Indicador de Valor público e sua relação com a accountability. **Administração Pública e Gestão Social**, 8 jan. 2022.
- SILVA, C. ALTERNATIVAS PARA UMA NOVA GOVERNANÇA PÚBLICA EM AMBIENTE DEMOCRÁTICO. **Publicações da Escola da AGU**, v. n. 23, p. 201–217, 12 dez. 2012.
- SILVA, F. M. DA; MELLO, S. P. T. DE. A implantação da Gestão por Competências: práticas e resistências no setor público. **Revista Eletrônica de Administração e Turismo - ReAT**, v. 2, n. 1, p. 110–127, 16 abr. 2013.
- SILVESTRE, H. C. **A (Nova) Governança Pública**. 1. ed. Brasília - DF: Fernando de Barros Filgueiras, 2019. v. 1
- SOARES JUNIOR, E. DO C. S. et al. Os caminhos da Governança Pública. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, p. e04111739288–e04111739288, 28 dez. 2022.

- SOUZA, T. T. et al. Promoção em saúde mental de adolescentes em países da América Latina: uma revisão integrativa da literatura. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, p. 2575–2586, 2 jul. 2021.
- STASIUKYNAS, A. et al. Civil participation in decision-making on waste management at the local authorities level. **Problems and Perspectives in Management**, v. 18, n. 1, p. 438–448, 2020.
- VALE, M.; ALVES BATISTA JÚNIOR, O. Os “contratos impacto social”: uma nova modalidade de Parceria Público-Privada da nova governança pública. **Revista da Procuradoria do Tribunal de Contas do Estado do Pará**, v. 02, n. 03, dez. 2022.
- VIEIRA, G.; CASTRO JUNIOR, J. **Revisão Sistemática de Literatura: revisitando as questões apontadas por Osborne como fundamentais para o desenvolvimento da Nova Governança Pública**. . Em: XLVI ENCONTRO DA ANPAD - ENANPAD 2022. On-line, 2022. Disponível em: <<http://anpad.com.br/uploads/articles/120/approved/968c9b4f09cbb7d7925f38aea3484111.pdf>>. Acesso em: 26 mar. 2023.
- VINOKUR-KAPLAN, D. New Public Governance and the Growth of Co-Located Nonprofit Centers. **Nonprofit Policy Forum**, v. 8, n. 4, p. 429–444, 2017.

CAPÍTULO XIII

TURISMO CULTURAL SUSTENTÁVEL PARA O PARQUE ESTADUAL DE CANUDOS, BAHIA (BRASIL): UMA ESTRATÉGIA POLÍTICA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL E GARANTIA DE DIREITOS LINGUÍSTICOS E LITERÁRIOS

SUSTAINABLE CULTURAL TOURISM FOR THE CANUDOS STATE PARK, BAHIA (BRAZIL): A POLITICAL STRATEGY FOR ENVIRONMENTAL PRESERVATION AND GUARANTEE OF LINGUISTIC AND LITERARY RIGHTS

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-13

Maria Rosileide Bezerra de Carvalho ¹

¹ Doutoranda em Crítica Cultural pela Universidade do Estado da Bahia (início 2021.2); Mestra em Alimentos, Nutrição e Saúde pela Universidade Federal da Bahia (2002); Especialista em Gestão Ambiental com ênfase em Educação Ambiental pela Universidade Católica do Salvador (1994); Licenciada em Ciências Biológicas (1987) e Bacharela em Nutrição (1993) pela Universidade Federal da Bahia; Professora Assistente da Universidade do Estado da Bahia

RESUMO

Uma sociedade para ser considerada justa deve adotar o respeito dos direitos humanos, e garantir a fruição da arte e da literatura aos cidadãos como um direito inalienável. Nesta perspectiva, o presente artigo objetiva caracterizar os aparelhos patrimoniais localizados no Parque Estadual de Canudos, enquanto manifestações artísticas contemporâneas, que visam estimular a contemplação do cenário e resgatar a literatura e a iconografia inspiradas na Guerra de Canudos (1896 – 1897), sob a perspectiva da adoção de um turismo cultural sustentável para o município. Fundado em 1986, o Parque compreendeu em sua implantação uma área de 1.321 ha, abrigando valiosos sítios históricos e arqueológicos, além de sua importância biológica e prioritária para conservação, em virtude da predominância do Bioma Caatinga. Ademais, o município de Canudos tem apresentado incremento na atividade turística local, com seus impactos negativos associados. Foram utilizados os métodos exploratório e descritivo referentes à abordagem teórica sobre os direitos linguísticos e literários no Brasil e sua interseção com as ciências ecológicas, visando discutir aspectos do turismo cultural e como

implementá-lo de forma sustentável. Para tanto, foram utilizados os aportes teóricos de Begossi (1993), Branch (2021), Calasans (1987), Candido (2011), Gattari (1990), Juncken & Surya (2022), Melo & Cardozo (2015), Ramos (2004), Zanettini & Robrahn-González (1999), entre outros. Os resultados apontam para a necessária incorporação do turismo sustentável como eixo estratégico na política de desenvolvimento local, e como forma de alcançar o equilíbrio entre a conservação, preservação ambiental e cultural, e a viabilidade econômica e social.

Palavras-chave: Turismo cultural sustentável. Parque Estadual de Canudos. Direitos literários e culturais.

ABSTRACT

To be considered fair, a society must adopt respect for human rights, and guarantee the enjoyment of art and literature to citizens as an inalienable right. From this perspective, this article aims to characterize the heritage devices located in the Canudos State Park, as contemporary artistic manifestations, which aim to stimulate contemplation of the scene and rescue the literature and iconography inspired by the Canudos War (1896 – 1897), under the

perspective of adopting sustainable cultural tourism for the municipality. Founded in 1986, the Park comprised an area of 1,321 ha in its implementation, housing valuable historical and archaeological sites, in addition to its biological and priority importance for conservation, due to the predominance of the Caatinga Biome. Furthermore, the municipality of Canudos has shown an increase in local tourist activity, with its associated negative impacts. Exploratory and descriptive methods were used relating to the theoretical approach to linguistic and literary rights in Brazil and their intersection with ecological sciences, aiming to discuss aspects of cultural tourism and how to implement it in a

sustainable way. To this end, the theoretical contributions of Begossi (1993), Branch (2021), Calasans (1987), Candido (2011), Gattari (1990), Juncken & Surya (2022), Melo & Cardozo (2015), Ramos (2004), Zanettini & Robrahn-González (1999), among others. The results point to the necessary incorporation of sustainable tourism as a strategic axis in local development policy, and as a way of achieving a balance between conservation, environmental and cultural preservation, and economic and social viability.

Keywords: Sustainable cultural tourism. Canudos State Park. Literary and cultural rights.

1. INTRODUÇÃO

O presente artigo objetiva caracterizar os aparelhos patrimoniais localizados no Parque Estadual de Canudos, enquanto manifestações artísticas contemporâneas, que visam estimular a contemplação do cenário e resgatar a literatura e a iconografia inspiradas na Guerra de Canudos (1896 – 1897), sob a perspectiva da adoção de um turismo cultural sustentável para o município. Para tanto, foram utilizados os aportes teóricos de Begossi (1993), Branch (2021), Calasans (1987), Candido (2011), Gattari (1990), Juncken & Surya (2022), Melo & Cardozo (2015), Ramos (2004), Zanettini & Robrahn-González (1999), entre outros, buscando-se discutir aspectos do turismo cultural e como implementá-lo de forma sustentável. A análise se utiliza da abordagem teórica sobre os direitos linguísticos e literários no Brasil e sua interseção com as ciências ecológicas.

Os direitos humanos ligados à alimentação, moradia, vestuário, instrução, saúde, liberdade individual, ao amparo da justiça pública, resistência a opressão, direito à crença, opinião, e ao lazer, constituem bens que asseguram a sobrevivência física e à integridade espiritual. Nesta perspectiva, (CANDIDO, 2011) questiona a pertinência ao direito à arte e à literatura e se estaria a fruição da arte e literatura na mesma categoria dos demais direitos.

A Declaração Universal dos Direitos Linguísticos, aprovada em 1996, resultou da mobilização de organizações não governamentais, movimentos sociais e acadêmicos e atualmente é considerada o principal instrumento político contra a discriminação linguística. (OLIVEIRA, 2003).

Segundo Candido (2011), a literatura teria uma função humanizadora, visto que se manifesta universalmente através dos seres humanos, em todos os tempos. Assim, define literatura como tudo aquilo que tem toque poético, ficcional ou dramático nos mais distintos níveis de uma sociedade, em todas as culturas, desde o folclore, a lenda, as anedotas e até as formas complexas de produção escritas das grandes civilizações. E defende a ideia de que não há um ser humano sequer que viva sem alguma espécie de fabulação/ficção.

A literatura, em seu sentido amplo, “parece corresponder a uma necessidade universal, que precisa ser satisfeita e cuja satisfação constitui um direito” (CANDIDO, 2011, p. 177). A literatura é, para ele, “o sonho acordado da civilização” (p. 177), e assim como não é possível haver equilíbrio psíquico sem sonho durante o sono, “talvez não haja equilíbrio social sem a literatura” (p. 177). É por esta razão que a literatura é fator indispensável de humanização e tem sido instrumento poderoso de instrução e educação em nossas sociedades. Vejamos:

[...] a literatura tem sido um instrumento poderoso de instrução e educação, entrando nos currículos, sendo proposta a cada um como equipamento intelectual e afetivo. Os valores que a sociedade preconiza, ou os que considera prejudiciais, estão presentes nas diversas manifestações da ficção, da poesia e da ação dramática. A literatura confirma e nega, propõe e denuncia, apoia e combate, fornecendo a possibilidade de vivermos dialeticamente os problemas. (CANDIDO, 2011, p. 177).

A literatura, então, não corrompe e nem edifica, mas humaniza ao trazer livremente em si o que denominamos de bem e de mal. E humaniza porque nos faz vivenciar diferentes realidades e situações. Ela atua em nós como uma espécie de conhecimento porque resulta de um aprendizado, como se fosse uma espécie de instrução. Candido (2011), defende que a literatura pode ser um instrumento consciente de desmascaramento, pelo fato de focalizar as situações de restrição dos direitos, ou de negação deles. Por estas razões, a literatura está relacionada com a luta pelos direitos humanos. E esta luta almeja que todos possam ter acesso aos diferentes níveis de cultura. Portanto, uma sociedade que seja de fato justa “pressupõe o respeito pelos direitos humanos, e a fruição da arte e da literatura em todas as modalidades e em todos os níveis é um direito inalienável” (CANDIDO, 2011, p. 126).

Portanto as sociedades criam suas manifestações literárias (ficcionais, poéticas e dramáticas) em decorrência de suas crenças, seus sentimentos e suas normas, e assim fortalecem a sua existência e atuação.

Ações antrópicas têm promovido alterações marcantes no Bioma Caatinga nas últimas décadas, por meio do processo de substituição das áreas naturais por diversos tipos de uso do solo e da vegetação. Segundo Freire e Pacheco (2017), o frágil equilíbrio dos ecossistemas presentes no bioma Caatinga, o regime inconstante das chuvas, os solos delgados e pobres em nutrientes orgânicos e as precárias condições socioeconômicas das populações que habitam a região semiárida brasileira formam um conjunto de fatores que favorecem a ocorrência dos processos de degradação ambiental. Ademais, o uso energético da vegetação da caatinga tem gerado modificações nas paisagens e perda de diversidade biológica.

Diante de tal contexto, a criação de áreas protegidas para a manutenção da biodiversidade e conservação do berço genético, constitui emergência socioambiental que aponta para a necessidade de compatibilizar as atividades humanas e o crescimento econômico com a manutenção ecossistêmica.

O município de Canudos-BA, marcado pela fragilidade natural do ponto de vista ambiental e socioeconômico que caracterizam as regiões semiáridas, necessitou criar áreas protegidas para a manutenção e conservação da biodiversidade. Estas áreas constituem-se em elementos potenciais na formação de fatores geradores de conflitos ambientais.

No Brasil, o semiárido é uma das regiões mais afetadas pelo uso inadequado e insustentável dos recursos naturais, ocasionando processos desertificatórios crescentes com graves consequências socioambientais. A Caatinga é o tipo de vegetação que cobre a maior parte da área com clima semiárido da região Nordeste do Brasil, constituindo-se em um dos biomas mais ameaçados por ações antrópicas nas últimas décadas. Diante de tal contexto, a criação de áreas de proteção ambiental, as Unidades de Conservação (UC), torna-se imprescindível para a manutenção e conservação da biodiversidade

O Parque Estadual de Canudos foi fundado em 1986, através dos Decretos nº 33.193/1986 e 33.333/1986, e compreendeu em sua implantação uma área de 1.321 hectares, posteriormente transformado em órgão suplementar da Universidade do Estado da Bahia – UNEB. Entretanto, a despeito de sua importância enquanto Unidade

de Conservação, o Decreto Estadual Nº 20.896 de 19 de novembro de 2021, redefiniu a área do Parque em 462.0098 hectares.

A proximidade com áreas urbanas, potencializa usos antrópicos que pressionam e comprometem suas funções e objetivos enquanto UC, tornando indispensável a adoção de políticas públicas de gerenciamento socioambiental. Neste aspecto, vários estudos apontam a relevância da Educação Ambiental Contextualizada e do Turismo Cultural Sustentável, para a conservação dessas áreas, sobretudo, com o avanço da atividade turística local (OLIVEIRA et al., 2020; JACOBI et al. 2009; BUENO, et al., 2008; MELO & CARDOZO, 2015).

Nesta perspectiva, objetiva-se caracterizar os aparelhos patrimoniais localizados no Parque Estadual de Canudos, enquanto manifestações artísticas contemporâneas, sob a perspectiva da Ecocrítica, definida aqui como a aplicação de conceitos ecológicos ao estudo da arte literária. Partiu-se do contexto histórico, socioeconômico e político, bem como dos aspectos de vulnerabilidade ambiental, visando apresentar as condições adversas vivenciadas cotidianamente pelos sertanejos nordestinos em sua relação com a natureza, a partir da perspectiva de Garrard (2006, p. 29), na qual “os problemas ambientais requerem uma análise em termos culturais e científicos porque são o resultado da interação entre o conhecimento ecológico da natureza e sua inflexão cultural.”

O biólogo alemão Ernest Haeckel propôs em 1866 a criação de uma disciplina científica, ligada à biologia. A Ecologia teria por função estudar as relações entre as espécies animais e o seu ambiente. Atualmente, é utilizada para além do campo biológico. Vejamos:

Fala-se em ecologia natural ou ambiental, mais próxima dos conceitos haeckelianos, mas também em ecologia profunda, ecologia social e ecologia mental ou das subjetividades, sendo essas duas últimas defendidas por Félix Guattari (2005), juntamente com a ambiental, em seu livro *As Três Ecologias*. Nessa perspectiva de discursos que levam em consideração os seres e o ambiente em que vivem, sobretudo, diante dos problemas ambientais resultantes de uma estrutura social e econômica opressora, no que tange às questões ecológicas, em 1978, pela primeira vez, falou-se em ecocrítica, fazendo-se menção a um fenômeno que sempre existiu na produção cultural e artística: a relação da arte com a natureza, o ambiente, a ecologia. (SILVA, 2014, p. 254. Grifo nosso)

Ainda segundo os autores, o precursor na citação desse termo, de acordo com Branch (1994), foi o norte-americano William Rueckert, em 1996. Garrard (2006), por sua vez, afirma que a ecocrítica sugere estudos interdisciplinares. Assim, O turismo cultural pautado pela ação de visitação e conhecimento do patrim nio cultural possui um sentido educativo, pois   mediador no processo de socializa o e apropria o dos bens humanos materializados nos patrim nios, que são os atrativos das cidades turísticas.

Esta atividade turística educativa com o patrim nio, por sua vez, demanda um trabalho interdisciplinar e abrangência de formas e conteúdo, que atinjam uma explora o racional, eficiente e sustentável.

2. PARQUE ESTADUAL DE CANUDOS: TURISMO CULTURAL E PRESERVA O

Fundado em 1986, o Parque Estadual de Canudos compreendeu em sua implanta o uma área de 1.321 hectares, posteriormente transformado em órgão suplementar da Universidade do Estado da Bahia – UNEB. O Parque integra importantes áreas de terras, palco da Guerra de Canudos (1896 – 1897), abrigando valiosos sítios históricos e arqueológicos, além de sua importância biológica e prioritária para conserva o, em virtude da predominância do Bioma Caatinga. Entretanto, a despeito de sua importância enquanto Unidade de Conserva o, o Decreto Estadual N  20.896 de 19 de novembro de 2021, delimita a área do Parque em 462.0098 hectares.

Para Santos (2013), as loca es históricas e arqueológicas no Parque Estadual de Canudos são de grande importância para estimular o turismo na região, mas a implanta o dessa atividade deve levar em considera o as peculiaridades como palco de guerra:

[...] Não se trata apenas de ordenar o fluxo de visitantes e implantar equipamentos que disponibilizem informa es sobre o episódio e ofereçam o mínimo de conforto às incursões pelas suas trilhas e veredas.   necessária, principalmente, a implanta o de equipamentos que estimulem a contempla o do cenário e resgatem a literatura e a iconografia inspirada no tema. (SANTOS, 2013 p. 58).

Nesta perspectiva, vários projetos vêm sendo implementados desde a cria o do Parque, vejamos:

O projeto “**Guia Visual do Cenário da Guerra de Canudos**”, iniciado em 1986, foi coordenado pelo fotógrafo e documentarista Claude Santos. Foram estudados e mapeados os relatos e a iconografia produzida pelos participantes do conflito, buscando identificar a localização precisa do arraial, submerso nas águas do Açude Cocorobó, em relação ao cenário da guerra. Também foram analisadas fotografias produzidas na Segunda Canudos, construída no início do século XX sobre as ruínas da Canudos Conselheirista, e estudados os depoimentos dos sobreviventes da guerra e seus descendentes, colhidos pela imprensa e por estudiosos a partir de 1947 (SANTOS, 2013).

O Projeto “**Arqueologia e Reconstituição Monumental - Parque Estadual de Canudos**”, realizado entre agosto e setembro de 1999 pelos arqueólogos Paulo E. Zanettini e Erika M. Robrahn-González, objetivou a construção da identidade para a área selecionada por meio de decreto em 1986, constituindo-se, assim, como área para a preservação e conseqüente perpetuação da memória e cultura material de Canudos.

Segundo Juncken e Surya (2022), os trabalhos foram desenvolvidos devido ao baixo nível de volume de água do açude Cocorobó. Durante as escavações foram catalogados achados e estruturas, relativos aos períodos anterior, durante e após a guerra). Estas informações contribuíram, para compreender mais sobre Canudos, e principalmente sua espacialidade. Foram feitas demarcações e escavações dos lugares dentro e próximo da cidade conselheirista. Técnicas inovadoras foram usadas pela equipe de arqueólogos, como fotografias aéreas do local, e a reconstrução tridimensional das igrejas. O Projeto em tela identificou e delimitou vários sítios históricos e arqueológicos:

Alto da Favela – também chamado de Morro Vermelho e Morro da Favela, importante trincheira conselheirista ativa até 28 de junho de 1897; desse ponto estratégico pode-se vislumbrar parte das ruínas da segunda Canudos, ora submersa nas águas do açude Cocorobó. Ponto de resistência dos jagunços conselheiristas no início das operações da quarta expedição, comandada pelo general Artur Oscar, essa locação foi tomada pelos militares na manhã de 28 de junho de 1897. Até o final da guerra, as forças republicanas mantiveram no Alto da Favela acampamentos militares e artilharia.

Morro da Favela é um dos lugares mais importantes do cenário da Guerra de Canudos. Dela, tinha-se uma visão frontal e geral do arraial conselheirista, hoje submerso nas águas do Açude Cocorobó. Esse lugar era um dos pontos estratégicos,

desde a 3ª expedição liderada pelo Cel. Moreira César que subiu o morro e visualizou Canudos. Euclides relata toda a paisagem e a importância de assegurar essa posição mais alta. O Alto da favela nos situa melhor em relação à Guerra, pois de lá temos uma ideia das posições militares dos conflitos e da espacialidade de como era o arraial de Canudos. (JUNCKEN e SURYA, 2022, p.99)

Hospital de Sangue – Ativos durante a primeira fase das operações da Quarta Expedição Militar, entre 28 de junho e 18 de julho de 1897, os hospitais de sangue ficavam atrás do Alto da Favela. Nesse local será instalado o marco visual “Hospital de Sangue”, apresentando uma fotografia de Augusto Flávio de Barros produzida durante o conflito.

Era o local onde ficava os feridos das batalhas, esse local foi escolhido por ser um pouco mais protegido das linhas de frente das batalhas. Ativos durante a primeira fase das operações da Quarta Expedição Militar, entre 28 de junho e 18 de julho de 1897, os hospitais de sangue ficavam atrás do Alto da Favela e no seco Riacho do Mota. Esses hospitais foram instalados logo após as batalhas realizadas em julho, na tomada da Favela. (Juncken e Surya, 2022, p.105)

Fazenda Velha – Também conhecida como Tapera e Trincheira 7 de Setembro, nesta locação estavam as ruínas da antiga sede da Fazenda Canudos, onde morreu o comandante da terceira expedição militar, coronel Moreira César, na madrugada do dia 4 de março de 1897.

Vale da Morte – também conhecido como Toca da Favela, Gruta da Favela, Vale Sinistro e Boca do Lobo – foi usado com cemitério durante a expedição Artur Oscar e nele estão enterrados não só militares, mas, também, mulheres e crianças, companheiras e filhos de soldados.

O Projeto “**Intervenções Artísticas**” implantado no Parque Estadual de Canudos, foi desenvolvido Claude Santos, e exibe uma iconografia existente sobre o conflito, dotando o Parque de uma estrutura museológica que apresenta obras pictóricas inspiradas na Guerra. Dessa forma, pinturas, desenhos e fotografias sobre a Guerra de Canudos são expostas em Cenários, previamente mapeados pelo Projeto **Arqueologia e Reconstituição Monumental**, por depoimentos de sobreviventes e familiares destes.

As intervenções artísticas estão distribuídas em cenários onde foram implantados totens em vidro:

a) **No Alto da Favela**, presentes os marcos visuais “Mapa do Cenário da Guerra” e “Antônio Conselheiro”;

b) **No Hospital de Sangue** está retratado o marco visual “Hospital de Sangue”, apresentando uma fotografia de Augusto Flávio de

Barros produzida durante o conflito;

c) **Chapada dos Equívocos** – Foi criada tendo como inspiração detalhes da obra do artista Tripoli Gaudenzi;

d) **Alto das Memórias** - Montada com imagens produzidas a partir do final dos anos 40 do século XX, essa exposição apresenta os sobreviventes da Guerra e seus descendentes retratados por Pierre Verger, Alfredo Vila-Flor Santos, Audálio Dantas, Antônio Olavo, Evandro Teixeira, Antenor Júnior, Marco Santilli e Claude Santos; Outeiro das Marias – Esta instalação visual, criada com um relevo de Michelangelo e detalhes da fotografia “As Prisioneiras” de Flávio de Barros, homenageia as mulheres canudenses

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo traz uma discussão acerca da relevância do Turismo Cultural Sustentável, enquanto política pública para a gestão e preservação ambiental no semiárido baiano, visando contribuir com a manutenção e conservação das áreas protegidas do Parque Estadual de Canudos, e consequentemente auxiliar na preservação dos recursos naturais do Bioma Caatinga e dos importantes sítios históricos e arqueológicos locais.

O Parque Estadual de Canudos está demarcado, sinalizado e dotado de infraestrutura adaptada às condições locais, sendo propício à realização de pesquisas acadêmicas e ao incremento do turismo histórico e cultural, garantindo a fruição da arte, cultura e da literatura aos cidadãos, como um direito inalienável.

Os resultados apontam para a necessária incorporação do turismo sustentável como eixo estratégico na política de desenvolvimento local, e como forma de alcançar o equilíbrio entre a conservação, preservação ambiental e cultural, e a viabilidade econômica e social.

A atividade turística sustentável demanda um trabalho interdisciplinar, com formas e conteúdos abrangentes, que atinjam uma exploração racional e que valorize a potencialidade do patrimônio, sem implicar em dilapidação.

REFERÊNCIAS

- AB' SABER. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. In: Estudos Avançados. Dossiê Nordeste Seco. São Paulo: IEA\USP,v.13.n. 36, maio\agosto,1999.
- ARAÚJO, S.M.S. A região semiárida do nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE. ano 5 n. 5 dezembro de 2011. Disponível em http://www.fasete.edu.br/revistarios/media/revistas/2011/a_regiao_semiarida_do_nordst_e_do_brasil.pdf. Acessado em abr. 2021.
- BANDEIRA, L. A. M. O sentido social e o contexto político da Guerra de Canudos. Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro. Rio de Janeiro, a. 158, n. 396, p. 739-755, 1997.
- BARDIN, Laurence. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1979.
- BEGOSSI, A. 1993. Ecologia Humana: Um Enfoque Das Relações Homem-Ambiente.
- INTERCIENCIA 18(1): 121-132. URL: <http://www.interciencia.org.ve>
- BRANCH, M. P. Defining Ecocritical Theory And Practice. 1994. Disponível em: <http://www.asle.org/site/resources/ecocritical-library/intro/defining/>. Acesso em: 10 set. 2021.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: DOU de 19/7/2000.
- BUARQUE, S. C. Construindo o desenvolvimento sustentável. 2. ed. Rio de Janeiro: Garamound, 2008.
- BUENO, Rovilson; SILVA, Adelaide P. da. Educação para Convivência com o semiárido brasileiro. In: BATISTA, Maria do Socorro Xavier, JEZINE, Edneide; MOREIRA, Orlandil. (Orgs). Educação popular e movimentos sociais: dimensões educativas na sociedade globalizada. João Pessoa: Editora Universitária-UFPB, 2008.
- CALASANS, J. O Ciclo folclórico do Bom Jesus Conselheiro: contribuição ao estudo da campanha de Canudos. Salvador: Tipografia Beneditina. 1950.
- . Canudos - origem e desenvolvimento de um arraial messiânico. Revista da Academia de Letras da Bahia. Salvador, n. 34, p. 47-63, 1987.
- . No tempo de Antônio Conselheiro – figuras e fatos da Campanha de Canudos. Salvador: Publicações da Universidade da Bahia, 1959.

- . Canudos – origem e desenvolvimento de um arraial messiânico. Revista USP. São Paulo, n. 54, p. 72-81, 2002.
- CANDIDO, Antonio. O direito à literatura. In: Vários escritos. Rio de Janeiro: Ouro sobre azul, 2011.
- DANTAS, M. D. Povoamento e ocupação do sertão de dentro baiano. Penélope, Oeiras, v. 23, p. 9-30, 2000.
- . Fronteira Movediças: a comarca de Itapicuru e a formação do arraial de Canudos. São Paulo: Hucitec, 2007.
- FREIRE, N.C.F; PACHECO A.P. Uma Abordagem Geoespacial e Espectro-Temporal da Degradação Ambiental do Bioma Caatinga na Região de Xingó, Brasil. Revista Ciência & Trópico. Recife, v. 41, n. 2, p. 97-128, 2017.
- GARRARD, Greg. Ecocrítica. Brasília: Editora da Universidade de Brasília: 03-13, 2006.
- GUATTARI, F. As Três Ecologias. Campinas: Papirus, 1990. 56p.
- GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa Qualitativa – tipos fundamentais. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n.3, p. 20-29. Mai./Jun. 1995
- HOEFFEL, J. L.; et. al. Concepções sobre a Natureza e Sustentabilidade: Um Estudo sobre Percepção Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Atibainha – Nazaré Paulista/SP. In: Anais... II ENCONTRO DA ANPPAS. 26 a 29 de maio de 2004, Indaiatuba, São Paulo, 2004.2002. p. 103-119.
- JUNCKEN Leandro; SURYA, Leandro. Canudos: A Guerra e suas Disposições Espaciais. Revista Canudos. Vol. 12. 2022. Pg. 92 – 119.
- LEFF, E. Aposta pela vida: imaginação sociológica e imaginários sociais nos territórios ambientais do Sul. Petrópolis: Vozes, 2016.
- MELO, Alessandro de; CARDOZO, Poliana F. Patrimônio, turismo cultural e educação patrimonial. Educ. Soc., Campinas, v. 36, nº. 133, p. 1059-1075, out.-dez., 2015.
- MENDONÇA, F.; CUNHA, F. C. A.; LUIZ, G. C. Problemática socioambiental urbana. Anpege, v. 12, n. 18, p. 331-352, 201.
- OLIVEIRA, G. M. Declaração Universal dos Direitos Linguísticos: novas perspectivas em políticas linguísticas. Campinas: Mercado de Letras, Associação de Leitura do Brasil; Florianópolis: IPOL, 2003.
- OLIVEIRA JUNIOR, I. de. Da mata branca ao estado de degradação: a desertificação em Canudos-BA. 2019. Tese (Doutorado) – UFBA, Salvador.

- RAMOS, Rui. Ecolinguística: um novo paradigma para a reflexão sobre o discurso? In: OLIVEIRA, Fátima; DUARTE, Isabel Margarida (Org.). *Da Língua e do discurso*. Porto: Campo das Letras, 2004. p. 545-562.
- RIOS, Marcelo. IX Encontro Estadual de História - Seção RS - Vestígios do Passado: a história e suas fonte - 14 a 18 de julho de 2008 no IFCH da UFRGS - Porto Alegre/RS.
- SANTOS, Claude. O Cenário da Guerra de Canudos. In: NEIVA, Luíz Paulo A. (Org.) *Canudos: desenvolvimento e emancipação*. Salvador: EDUNEB, 2013. p. 57-61.
- SILVA, Edilane Ferreira da et al. Topofobia e topofilia em “A Terra”, de “Os Sertões”: uma análise ecocrítica do espaço sertanejo euclidiano. *Soc. & Nat.*, Uberlândia, 26 (2): 253-260, mai/ago/2014.
- SILVA, Izabelle da Silva. O debate sobre direitos linguísticos e o lugar do linguista na luta dos sujeitos falantes de línguas minorizadas: quem são os protagonistas?. *RBLA*, Belo Horizonte, v. 17, n. 4, p. 663-690, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1984-6398201711347>. Acesso em: 20 jan. 2023.

CAPÍTULO XIV

ABORDAGENS FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS APLICADAS NA RECUPERAÇÃO DE AMBIENTES CONTAMINADOS POR CÁDMIO E CHUMBO

PHYSICAL-CHEMICAL AND BIOLOGICAL APPROACHES APPLIED IN THE RECOVERY OF ENVIRONMENTS CONTAMINATED BY CADMIUM AND LEAD

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-14

Jessyca Camilla Bandeira Alves ¹
Isabela Natália Ferreira da Silva ²
Adriana Ferreira Souza ³
Josimar Gurgel Fernandes ⁴
Galba Maria de Campos-Takaki ⁵

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento de Processos Ambientais, Universidade Católica de Pernambuco-UNICAP, Recife-PE

² Pós-Doutorado em Biotecnologia -CNPq, Univer. Vale dos Sinos-UNISSINOS/Univers. Católica de Pernambuco-UNICAP, Recife-PE

³ Curadora do Núcleo de Pesquisas em Ciências Ambientais-NPCIAMB, Universidade Católica de Pernambuco-UNICAP, Recife-PE

⁴ Pesquisador, Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), Recife-PE.

⁵ Professor Titular Escola ICAM TECH, Universidade Católica de Pernambuco-UNICAP, Recife-PE

RESUMO

As contaminações causadas pelos metais pesados cádmio (Cd) e chumbo (Pb) tornam-se um problema ambiental generalizado que requer solução profunda e sustentável. Esses elementos tóxicos podem ocorrer naturalmente na crosta terrestre ou ser de origem artificial. O cádmio e o chumbo podem acumular-se e translocar-se no solo a longo prazo, aumentando a toxicidade e infertilidade do solo. Dessa forma, o risco de entrar na cadeia alimentar é extremamente elevado e os efeitos sobre os organismos vivos na cadeia alimentar são de grande preocupação. A exposição humana ao cádmio e ao chumbo pode causar doenças graves a saúde, além da ameaça ao sistema nervoso. Portanto, é essencial a remoção de cádmio e chumbo do solo antes de entrarem na cadeia alimentar, além de monitorar as principais fontes de contaminação para um ecossistema sustentável. Neste sentido, a revisão apresenta o risco para a saúde humana de cádmio e chumbo, além da busca de práticas agrícolas ecologicamente corretas,

visando uma produção segura sustentável de alimentos, em especial *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

Palavras-chave: Metais pesados. Toxicidade. Conservação Ambiental. Cadeia Alimentar. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Contamination caused by the heavy metals cadmium (Cd) and lead (Pb) has become a widespread environmental problem that requires a profound and sustainable solution. These toxic elements can occur naturally in the Earth's crust or be of artificial origin. Cadmium and lead can accumulate and translocate in the soil over the long term, increasing soil toxicity and infertility. Therefore, the risk of entering the food chain is extremely high and the effects on living organisms in the food chain are of great concern. Human exposure to cadmium and lead can cause serious health illnesses, in addition to threatening the nervous system. Therefore, it is essential to remove cadmium and lead from the

soil before they enter the food chain, in addition to monitoring the main sources of contamination for a sustainable ecosystem. In this sense, the review presents the risk to human health of cadmium and lead, in addition to the search for ecologically correct agricultural practices, aiming at safe sustainable food

production, especially *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

Keywords: Heavy metals. Toxicity. Environmental Conservation. Food chain. Sustainability.

1. INTRODUÇÃO

O Cádmiio (Cd) ocorre naturalmente na crosta terrestre e nas rochas sedimentares, variando de 0,1 a 15 mg kg⁻¹[GARG et al., 2014]. Da mesma forma, o Chumbo (Pb) está abundantemente presente na crosta terrestre, com concentrações de até 14 mg kg⁻¹ [WILK et al., 2016]. Portanto, a toxicidade de metais pesados para todas as formas de vida pode ser desde pequenas a elevadas quantidades [KHALID et al., 2017; BAKR et al., 2023]. E, quando ocorre acumulação de elevadas concentrações de metais pesados nos recursos hídricos e no solo, observa-se danos irreversíveis, prejudiciais ao meio ambiente, afetando negativamente a fertilidade do solo e a produtividade das culturas [AHMAD, 2011; ARORA et al., 2017; ALI et al., 2020].

Assim, a toxicidade e a bioacumulação de metais pesados são algumas das preocupações globais emergentes que afetam as várias formas de vida, incluindo plantas, animais e seres humanos. Na maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, a contaminação por Cádmiio nos arrozais e a sua subsequente transferência nos sistemas solo-arroz são particularmente preocupantes. Existem discrepâncias significativas no processo de transferência de fontes de poluição por Cádmiio do solo para o arroz, causando graves danos ao meio ambiente [WANG et al., 2023].

E, tradicionalmente os métodos convencionais vêm sendo utilizados para descontaminar e recuperar ambientes impactados por metais pesados Cádmiio empregando metodologias físico-químicas, destacando-se: adsorção [ZHANG, et al., 2022], precipitação química [CHEN et al., 2018], remoção baseada em nano material [YU et al., 2021], osmose reversa [LI, 2017], troca iônica [BENDERRAG et al., 2019], filtração por membrana [PENG, 2020] e espectrometria por absorção atômica [BAKR et al., 2023]. No entanto, essas estratégias empregadas enfrentam limitações em sua aplicabilidade

e frequentemente, mostram-se inadequadas e não econômicas para a remediação ambiental, devido aos elevados custos operacionais envolvidos.

Diante desse cenário, está sendo apresentado novas abordagens, em especial as biotecnológicas, que não apenas oferecem uma alternativa mais econômica, mas também são ecologicamente sustentáveis, proporcionando uma remediação de metais pesados mais eficaz e amigável ao meio ambiente [ZHANG et al., 2022]. Neste sentido, a revisão está dirigida para estudos relevantes com os metais pesados Cádmio e Chumbo relacionados às contaminações ambientais agrícolas, em especial, com *Sorghum bicolor*, considerando a importância desse cereal e valor nutricional para a saúde humana.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELA CONTAMINAÇÃO COM CÁDMIO (CD) NO SOLO E EM *SORGHUM BICOLOR*

A toxicidade do Cádmio de fato, torna-se um problema significativo em muitos países e amplamente reconhecido pelo impacto prejudicial à saúde humana e ao meio ambiente. Segundo a Portaria SDA Nº 811, de 29 de maio de 2023, Secretária de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, declaram que, em especial, para os limites de concentrações de metais pesados no solo padrão Cádmio (Cd) é de 0,7 mg/kg e Chumbo (Pb) de 45 mg/kg. Contudo, essas concentrações dos metais pesados Cádmio e Chumbo excedem estes limites recomendados podendo ser uma importante fonte de contaminação do solo e sendo perigoso para o equilíbrio ecológico.

O Cádmio ocupa a sétima posição de acordo com a classificação da Agência para Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças (ATSDR). O Cádmio é um metal pesado tóxico, muito prevalente na camada superficial do solo, devido a introdução de fertilizantes sintéticos e pesticidas, sendo um metal venenoso para plantas, animais e humanos, classificado como carcinogênico [PIUS, 2009; CHARKIEWICZ et al, 2023].

O aumento de Cádmio (Cd) no ambiente vem sendo decorrente do aumento populacional e da urbanização, bem como, do desenvolvimento da industrialização, tornando-se necessário a remediação do Cádmio presente no solo, na água e em outros recursos naturais. Contudo para resolver esta questão, diversas técnicas de remediação vêm sendo realizadas, entre as quais, a biorremediação vem emergindo como o melhor método.

Assim, várias técnicas convencionais para remediação de solos contaminados com cádmio e os desafios associados a essas técnicas vêm demonstrando a necessidade de aplicar diferentes abordagens no processo de remediação. As técnicas com maior indicação é remediação eletro cinética, eluição química, estabilização e solidificação, e fitorremediação. É recomendado estabelecer foco nas abordagens, na busca da eficiência e praticidade, das metodologias, além do destaque das limitações e implicações ambientais [ALENGEBAWY et al., 2021; DUBEY, SIKKA and SINGH, 2022; SIKKA et al., 2024].

A poluição por Cádmio (Cd) pode causar uma série de ameaças ao crescimento das plantas e à saúde humana. Embora, os mecanismos que controlam a resposta ao Cádmio tenham sido elucidados em outras espécies, no entanto, permanece desconhecido em Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), um importante cereal na alimentação. Estudos foram realizados com mudas de sorgo de uma semana de idade, expostas a diferentes concentrações (0, 10, 20, 50, 100 e 150 μM) de CdCl_2 . Os resultados obtidos demonstraram que o estresse por Cádmio está relacionado à redução das atividades das enzimas peroxidase (POD), superóxido dismutase (SOD), glutathione S-transferase (GST) e catalase (CAT). No entanto, promove o aumento dos níveis de malondialdeído (MDA), levando à inibição da altura das plantas, diminuição da densidade de raízes laterais e na produção de biomassa vegetal [JIAO et al., 2023].

2.2. PAPEL DOS MICRO-ORGANISMOS NA CONSERVAÇÃO DO SOLO E NA BIORREMEDIAÇÃO DA POLUIÇÃO CAUSADA POR CÁDMIO (CD)

O solo é o habitat para um grupo diversificado de micro-organismos que desempenham um papel importante no solo. Os micro-organismos são considerados sensores de perturbações no ecossistema do solo, considerando a composição do microbioma, uma vez que são muito mais sensíveis ao estresse ambiental do que os macro-organismos [ZHANG et al., 2014; YANG et al., 2016; CHAUHAN et al., 2023]. E, o cádmio (Cd) como um oligoelemento não essencial, está amplamente distribuído no meio ambiente. As fontes geogênicas como antropogênicas podem elevar as concentrações de Cádmio nos solos e nas águas subterrâneas, que são importantes para manter o abastecimento saudável de alimentos e água potável segura. Contudo, doses elevadas de Cádmio são cancerígenas para os seres humanos. [KUBIER et al., 2019].

Além disso, os micro-organismos do solo estão principalmente envolvidos na decomposição de materiais, um processo importante na manutenção da atividade biológica do solo, bem como, na regulação da circulação de nutrientes no solo. Assim, as comunidades microbianas estáveis atuam protegendo e estabilizando estrutura do solo, além de manter as condições físicas e químicas do solo [BISSETT et al., 2013; YU et al., 2021; CHAUHAN et al., 2023].

Portanto, a presença de micro-organismos com elevado potencial biotecnológico, além das características de composição e atividade da comunidade microbiana vêm sendo frequentemente utilizadas como indicadores da qualidade do solo [HAMMAN et al., 2007; RUBIN et al., 2013; YU et al., 2021]. Além disso, vários micro-organismos do solo foram relatados como eficazes na remediação de metais pesados. Neste contexto, Suksabye et al. (2016) relataram que a adição de *Pseudomonas aeruginosa* ou *Bacillus subtilis* ao solo apresentou elevado potencial de biorremediação, reduzindo a quantidade de Cd em grãos de arroz plantado em solo contaminado com Cádmiio. Atualmente, a remediação microbiana de solos contaminados com metais pesados é considerada uma abordagem biotecnológica eficiente e econômica [JIN et al., 2018].

Estudos recentes demonstraram que três bactérias resistentes ao Cádmiio com base na tolerância ao Cádmiio, identificadas como *Bacillus velezensis* QZG6, *Enterobacter cloacae* QZS3 e *Bacillus cereus* QZS8, e inoculadas com *Sorghum bicolor* promoveu significativamente a biomassa das plantas de sorgo em 31,52%, 50,20% e 26,93%, respectivamente, quando com as plantas não inoculadas e sob exposição ao Cádmiio. W ainda, as enzimas SOD, POD e MDA em plantas de *S. bicolor* estressadas com a presença de Cádmiio foram reduzidas reduzida em 65,74%, 31,52% e 80,91%, respectivamente. Os experimentos em vasos com as cepas QZG6, QZS3 e QZS8 promoveram significativamente a biomassa de plantas de *Sorghum bicolor* em 47,30%, 19,27% e 58,47%, em comparação com aquelas de plantas não inoculadas e sob a exposição de Cádmiio. Todas as bactérias estudadas aumentaram significativamente a eficiência de remoção de Cádmiio das plantas em 42,16% (QZG6), 18,76% (QZS3) e 21,06% (QZS8). Os resultados indicaram que as três bactérias apresentam elevado potencial biotecnológico para promover o crescimento das plantas de sob estresse por Cádmiio, provavelmente através da desintoxicação do Cádmiio pelos sideróforos, facilita a regulação do

crescimento fornecendo nutrientes N/P e fitohormônio. E como conclusão o estudo mostrou uma nova visão da associação micro-organismos-plantas, visando a remediação de Cádmio em solos contaminados [CHEN et al., 2024].

Investigações foram realizadas com bactérias Gram positivas *Bacillus cereus* UCP1528 e *B. subtilis* UCP 1602 que confirmaram a elevada tolerância ao Cádmio, bem como as bactérias Gram negativas *Pseudomonas fluorescens* UCP1514 e *Enterobacter cloacae* UCP 1597 também demonstram potencial na tolerância ao Cádmio (**Tabela 1**). Os resultados obtidos sugerem o emprego dessas bactérias no cultivo agrícola de *Sorghum bicolor*, destacando-se as bactérias do gênero *Bacillus* no processo de biorremediação de Cádmio, como evidenciado por Chen et al.(2024).

Tabela 1 - Bactérias com tolerância e habilidade de biorremediação de Cádmio (Cd)

BACTÉRIAS/ COLEÇÃO UCP	TOLERÂNCIA / CÁDMIO - Cd (mg/mL)
<i>Bacillus cereus</i> UCP 1528	25,0
<i>B. subtilis</i> . UCP 1602	25,0
<i>Pseudomonas fluorescens</i> UCP1514	12,5
<i>Enterobacter cloacae</i> UCP 1597	12,5

Fonte: Autoria própria.

As bactérias, em especial, do gênero *Bacillus* demonstraram ser importantes micro-organismos, com elevado potencial biotecnológico no processo de biorremediação de Cd, e ainda, apresentam reconhecidamente ser agentes de biocontrole de vários fitopatógenos [JANGIR et al., 2018; CHEN et al., 2024].

2.3. CHUMBO (PB): CARACTERÍSTICAS GERAIS, POLUIÇÃO, TOXICIDADE E BIORREMEDIAÇÃO

O chumbo é considerado o metal tóxico causador das ameaças mais diversas, gerando preocupações da conservação ambiental [JOHNSON et al., 2013, WIEMEYER et al., 2017]. O chumbo é um dos metais pesados mais tóxicos conhecidos que afetam a saúde de diferentes espécies e vêm sendo um problema mundial de contaminação por envenenamento, em especial para aves de vida livre [De FRANCISCO et al., 2003].

Na área ambiental, a poluição por chumbo nos solos é preocupante em todo o mundo, sendo um elevado risco para o ambiente e para a saúde humana, além de terras agrícolas, devido a insumos antropogênicos provenientes da mineração, fundição, queima de combustíveis fósseis, fertilizantes fosfatados e lamas de esgoto (NAVARRO

et al., 2008). A intoxicação por chumbo é mais comum em bovinos e cães (animais de estimação) na medicina veterinária. Fatores de risco significativos associados às toxicidades incluem animais jovens com maior acessibilidade ao chumbo. A toxicidade do chumbo em animais pode servir como sentinela para detectar a contaminação ambiental por chumbo e os riscos relacionados para a saúde humana. Os autores sugerem O uso de tinta sem chumbo, a mudança para gralha não tóxica em vez de gralha de chumbo e outras práticas poderiam eventualmente minimizar os efeitos do chumbo no meio ambiente e na saúde do gado, da vida selvagem e dos seres humanos a longo prazo. [SHIKHA et al., 2024].

Considerando ainda, a elevada toxicidade do chumbo, o solo agrícola poluído afeta o crescimento das culturas e a qualidade dos produtos agrícolas, além de ser uma ameaça à saúde humana através da contaminação na cadeia alimentar. O envenenamento por chumbo em humanos e animais é um problema sério em escala global [JAGOTA et al., 2024].

Neste contexto, um estudo multidisciplinar considerou os fatores químicos, físicos e biológicos que afetam a biodisponibilidade de metais tóxicos nos solos e que podem ser incorporados às culturas, através da mobilização de metais nos solos, acúmulo nas culturas de sorgo e risco toxicológico. Os resultados mostraram que as concentrações de Pb nos solos de vários locais estavam acima dos níveis máximos. A biodisponibilidade dos metais não foi diretamente relacionada ao pH, a percentagem de micro-organismos ou condutividade elétrica, não sendo observada associação entre os metais e diferentes gêneros de fungos. As culturas de sorgo acumularam Pb, principalmente nas raízes em todas as fases de crescimento em baixos níveis, sem risco toxicológico Os autores sugerem que o sorgo pode ser utilizado um como um possível fitoestabilizador de chumbo em solo [BLANCO et al., 2016]

O chumbo (Pb), elemento tóxico que não é necessário para nenhuma função conhecida nos organismos vivos; portanto, não é considerado essencial, considerando que não se decompõe e persiste no meio ambiente por um período de tempo indeterminado, inclusive no solo, na água e no ar. O Pb causa graves problemas a saúde e ao meio ambiente, sendo necessário desenvolver soluções de remediação que eficazes e eficientes. As bactérias se protegem do chumbo de muitas maneiras, incluindo biossorção, efluxo e síntese de quelantes metálicos, como sideróforos e

metalotioneínas, produção de exopolissacarídeos, sequestro extracelular e bioacumulação intracelular. As bactérias também produzem quelantes de metais, como sideróforos e metalotioneínas, sendo uma alternativa promissora para a remoção da contaminação por chumbo. Neste contexto, as estratégias de remediação microbiana vêm crescendo, uma vez que são processos eco amigáveis e económicas. Os micro-organismos normalmente têm a capacidade de remover eficientemente metais pesados devido à sua elevada relação superfície/volume e estão disponíveis em grandes quantidades a baixo custo [GUPTA et al., 2024].

Assim, a biorremediação de múltiplos poluentes, inclusive metais pesados, pode ocorrer bioacumulação ou bioissorção, dependendo do tipo de micro-organismo e da espécie de metal pesado. Acredita-se que a parede celular bacteriana, que contém muitos grupos funcionais aniônicos capazes de se ligar a metais pesados, de forma eficaz para adsorver cátions metais pesados [PRIYADARSHANEE and DAS., 2024]. Baseado nestes fatos, avaliamos a tolerância ao metal chumbo por bactérias isoladas de solos, mantidas em coleção de cultura e utilização no processo de biorremediação ambiental por chumbo, como apresentado na Tabela 2.

As bactérias utilizadas foram efetivamente capazes de tolerar diferentes concentrações de chumbo (112,5 a 125,0 mg/mL) demonstrando elevado crescimento, sugerindo o emprego em processos de biorremediação. Com os resultados obtidos fica evidenciado que o *Bacillus subtilis* e o *B. cereus* demonstraram o potencial mais elevado de tolerância ao Pb, além de apresentarem habilidade de adaptar à exposição de chumbo.

Tabela 2 - Capacidade bacteriana de tolerar diferentes concentrações de Chumbo (Pb)

BACTÉRIAS/ COLEÇÃO UCP	TOLERÂNCIA / CHUMBO - Pb (mg/mL)
<i>Bacillus cereus</i> UCP 1528	125,0
<i>B. subtilis</i> . UCP 1602	125,0
<i>Pseudomonas fluorescens</i> UCP1514	112,5
<i>Enterobacter cloacae</i> UCP 1597	112,5

Fonte: Autoria própria.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, a presente revisão demonstra que os problemas e riscos ambientais, na saúde e em especial, na agricultura dos metais pesados Cádmio (Cd) e Chumbo (Pb). Ressalta-se o uso promissor da Biorremediação com o uso de micro-organismos com tolerância a elevadas concentrações de metais pesados, cujo potencial possibilita o aumento da capacidade de remediar ambientes contaminados com metais pesados. Adicionalmente, os riscos do consumo de culturas alimentares contaminadas com metais pesados que podem atingir a cadeia alimentar, gerando uma rota de exposição a danos para a saúde humana. E ainda, os recursos naturais contaminados (solo e água) necessitam de atenção urgente para a remediação, à medida que são transferidos através da cadeia alimentar, criando riscos ecológicos e de saúde nos níveis tróficos relacionados. No entanto, presença da biodiversidade microbiana de cada ecossistema tem capacidade intrínseca para remediar as contaminações causadas por Cádmio (Cd) e Chumbo (Pb), além de oferecer regulação nutricional para as plantas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o suporte financeiro do Conselho Nacional Científico e Tecnológico (CNPq)- (GMCT Processo N^o. 312242/2022-4) e (INFS Processo N^o. 384208/2023-1) e a Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE)- JCBA Processo IBPG -0851-3.06/22).

REFERÊNCIAS

- ALENGEBAWY A, ABDELKHALEK ST, QURESHI SR, WANG M-Q. Heavy metals and pesticides toxicity in agricultural soil and plants: ecological risks and human health implications. *Toxics*, v.9, n.3, p. 2, 2021.
- AHMAD, I.; AKHTAR, M.J.; ZAHIR, Z.A.; JAMIL – PAK, A. Effect of cadmium on seed germination and seedling growth of four wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Pakistan Journal of Botany*, v.44, n.5, p. 1569-1574, 2012.
- ARORA, V.; SONI, U.; MITTAL, M.; YADAV,S.; SAPRA, S. Synthesis of trap emission free cadmium sulfide quantum dots: Role of phosphonic acids and halide ions. *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 491, p . 329-335, 2017.
- ALI, U., ZHONG, M., SHAR, T. *et al*. The Influence of pH on Cadmium Accumulation in Seedlings of Rice (*Oryza sativa* L.). *Journal Plant Growth Regulation*, v. 39, p.930–940,2020. <https://doi.org/10.1007/s00344-019-10034>

- BAKR, S.; SAYED, M.A.; SALEM, K.M.; E MORSI, E.M.; MOHAMED MASOUD, M.; EZZAT, E.M. Lead (Pb) and cadmium (Cd) blood levels and potential hematological health risk among inhabitants of the claimed hazardous region around Qaroun Lake in Egypt. *BMC Public Health*, v.23 -1071, p1-11, 2023. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16007-w>
- BENDERRAG, A.; HADDOU, B.; DAAOU, M.; BENKHEDJA, H.; BOUNACEUR B.; KAMECHE, M. Experimental and modeling studies on Cd (II) ions extraction by emulsion liquid membrane using Triton X-100 as biodegradable surfactant. *Journal Environmental Chemical Engineering*, v. 7, n. 3, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103166>
- BISSETT, A.; BROWN, M. V.; SICILIANO; S. D., THRALL P. H. Microbial community responses to anthropogenically induced environmental change: towards a systems approach. *Ecology Letters*, v.16, p. 128–139, 2013.
- BLANCO A., SALAZAR M.J., VERGARA CID C., PEREYRA C., CAVAGLIERI L.R., BECERRA A.G., PIGNATA M.L., RODRIGUEZ J.H. Multidisciplinary study of chemical and biological factors related to Pb accumulation in sorghum crops grown in contaminated soils and their toxicological implications. *Journal Geochemical Exploration*, v. 166, p. 18-26, 2016.
- CHAUHAN, P.; SHARMA, N.; TAPWAL, A. et al. Soil Microbiome: Diversity, Benefits and Interactions with Plants. *Sustainability*, v. 15, p. 2023. <https://doi.org/10.3390/su151914643>
- CHARKIEWICZ, A.E.; OMEJANIUK, W.J.; NOWAK, K.; GARLEY, M.; NIKLINSKI, J. Cadmium Toxicity and Health Effects—A Brief Summary, *Molecules* v. 28, n.18, p.6620; 2023. <https://doi.org/10.3390/molecules28186620>
- CHEN, H.; ZHANG, W.; YANG, X.; WANG, P.; MCGRATH, S.P.; ZHAO, J.F. Effective methods to reduce cadmium accumulation in rice grain. *Chemosphere*, v. 207, p.699-707, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.05.143>
- CHEN, Y.; WU, X.; LIN, Z.; TENG, D.; ZHAO, Y.; CHEN, S.; HU, X. Screening of cadmium resistant bacteria and their growth promotion of *Sorghum bicolor* (L.) Moench under cadmium stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 272, p.1-10, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116012>
- De FRANCISCO, N.; RUIZ TROYA, J.D.; AGÜERA, E.I.. Lead and lead toxicity in domestic and free-living birds. *Avian Pathology*, v. 32, n. 1, p.3-13, 2003. <https://doi.org/10.1080/0307945021000070660>
- DUBEY S., SIKKA R., DHALIWAL J. Bioavailability of Cd and Pb to Indian mustard (*Brassica juncea* (L.) Czern.) as influenced by Biochar. *Agric Res J* 59(5):864–9.2022. <https://doi.org/10.5958/2395-146X.2022.00121.1>

- GARG, V.K.; YADAV, S.; MOR, B.; SINGH, V.; PULHANI, P. Heavy metals bioconcentration from soil to vegetable sand assessment of health risk caused by their ingestion, *Biology Trace Elements Research*, v.157 p.256–265,2014. <https://doi.org/10.1007/s12011-014-9892-z>.
- GUPTA, S. et al. (2024). Biotechnological Approaches in Remediation of Lead Toxicity. In: Kumar, N., Jha, A.K. (eds) *Lead Toxicity Mitigation: Sustainable Nexus Approaches*. Environmental Contamination Remediation and Management. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-46146-0_13
- HAMMAN, S. T.; BURKE, I. C.; STROMBERGER, M. E. (2007). Relationships between microbial community structure and soil environmental conditions in a recently burned system. *Soil Biology Biochemistry*, v.39,p.1703–1711, 2007. DOI: 10.1016/J.SOILBIO.2007. 01.018
- JAGOTA, N., SINGH, S., KAUR, H., KAUR, R., SHARMA, A. (2024). Oxidative Stress in Lead Toxicity in Plants and Its Amelioration. In: Kumar, N., Jha, A.K. (eds) *Lead Toxicity Mitigation: Sustainable Nexus Approaches*. Environmental Contamination Remediation and Management. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-46146-0_14
- JANGIR, M.; PATHAK, R.; SHARMA, S.; SHARMA, S. Biocontrol mechanisms of *Bacillus* sp., isolated from tomato rhizosphere, against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*. *Biological Control*, v. 123,p 60–70, 2018. doi: 10.1016/j.biocontrol.2018.04.018
- JIAO, Z.; SHI, Y.; WANG, J.; WANG, Z., ZHANG, X., JIA, X., et al. Integration of transcriptome and metabolome analyses reveals sorghum roots responding to cadmium stress through regulation of the flavonoid biosynthesis pathway. *Frontiers Plant Science*, v14, p.1144265, 2023. doi: 10.3389/fpls.2023.1144265
- JIN, Y.; LUAN, Y.; NING, Y.; WANG, L. Effects and mechanisms of microbial remediation of heavy metals in soil: a critical review. *Applied Science*, v. 8, p.1336, 2018. doi: 10.3390/app8081336
- JOHNSON, C. K.; KELLY, T. R.; RIDEOUT, B. A. Lead in Ammunition: A Persistent Threat to Health and Conservation. *Eco Health*, v.10, p. 455–464, 2013. <https://doi.org/10.1007/s10393-013-0896-5>
- KHALID, S., SHAHID, M., NIAZI, NK, MURTAZA, B., BIBI, I., DUMAT, C. Uma comparação de tecnologias para remediação de solos contaminados com metais pesados. *J. Geoquímica. Explorar*. 182, 247–268, 2017.
- KUBIER, A.; WILKIN, E.T.; PICHLERA,T. Cadmium in soils and groundwater: A review. *Applied Geochemical*, v.108, p. 1–16, 2019. doi:10.1016/j.apgeochem.2019.104388

- LI, Q., ZHONG, H., CAO, Y., Effective extraction, and recovery of rare earth elements (REEs) in contaminated soils using a reusable biosurfactant. *Chemosphere*, v. 256, p.1-28, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020>
- PENG, ZHEN-DONG,; LIN, XUE-MING; ZHANG, YU-LONG; et al. Removal of cadmium from wastewater by magnetic zeolite synthesized from natural, low-grade molybdenum. *Science of The Total Environment*, v.772,p. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145355>
- PIUS, J. Mechanisms of cadmium carcinogenesis. *Pharmacology*, v.238, n.3, p.272- 279, 2009. doi: 10.1016/j.taap.2009.01.01
- PRIYADARSHANEE, M.; DAS, S. Spectra metrology for interaction of heavy metals with extracellular polymeric substances (EPS) of *Pseudomonas aeruginosa* OMCS-1 reveals static quenching and complexation dynamics of EPS with heavy metals. *Journal of Hazardous Materials*, v.466, p. , 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.133617>
- RUBIN, B. E.; GIBBONS, S. M.; KENNEDY, S.; HAMPTON-MARCELL, J.; OWENS, S. ; GILBERT, J. A.). Investigating the impact of storage conditions on microbial community composition in soil samples. *PLoS One* v. 8, p. e70460, 2013. doi: 10.1371/journal.pone.0070460
- SIKKA, R., SAHNI, T., VERMA, D., P. CHAITRA, SINGH, A. Phytoremediation of Cadmium-Contaminated Soil. *Cadmium Toxicity Mitigation* , p 327–347, 2024.
- SHIKHA, D.; PAUL, A., DEBROY, S.; VERMA, M.K. (2024). Lead Exposure and Poisoning in Livestock and Wildlife. In: Kumar, N., Jha, A.K. (eds) *Lead Toxicity Mitigation: Sustainable Nexus Approaches*. Environmental Contamination Remediation and Management. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-46146-0_3
- SUKSABYE, P.; PIMTHONG, A.; DHURAKIT, P.; MEKVICHITSAENG, P.; THIRAVETYAN, P. Effect of biochars and microorganisms on cadmium accumulation in rice grains grown in Cd-contaminated soil. *Environmental Science Pollution Research*, v. 23, p.962–973, 2016. doi: 10.1007/s11356-015-4590-8
- WANG, F.; ZHANG, Y.; WU,T.; WU, L.; SHI, G.; AN, Y. The high-dimensional geographic dataset revealed significant differences in the migration ability of cadmium from various sources in paddy fields. *Scientific Reports*, v. 13, Article number: 1589, p. 1-9, 2023. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28812-9>
- WILK, E.; KALISIN´SKA, D.I.KOSIK, BOGACKA,M.; ROMANOWSKI, J.; RO´Z AN´SKI, K.; CIECHANOWSKI; SŁOJEWSK, M. I. ; ŁANOCHA-ARENDARCZYK, N. Cadmium, lead and mercury concentrations in pathologically altered human kidneys. *Environment Geochemical Health*, v. 39, p. 889–899, 2016. <https://doi.org/10.1007/s10653-016-9860-y>

- WIEMEYER, M.; PÉREZ, M.A.; BIANCHINI, L.T. et al. Repeated conservation threats across the Americas: High levels of blood and bone lead in the Andean. *Environmental Pollution*, v.220, Part A, p. 672-679, 2017.
- YANG, Y.J.; XIONG, J.; CHEN, R.J.; FU, G.F.; CHEN, T.T.; TAO, LX. Excessive nitrate enhances cadmium (Cd) uptake by up regulating the expression of OsIRT1 in rice (*Oryza sativa*). *Environmental Experimental Botany*, v.122, p.141–149, 2016.
- YU 1, ANQI YANG 1, KEJI WANG 1, QIN LI, DAIHUA YE, HUAGANG HUANG, XIZHOU ZHANG, YONGDONG WANG, ZICHENG ZHENG, TINGXUAN LI . The role of polysaccharides functional groups in cadmium binding in root cell wall of a cadmium-safe rice line. *Ecotoxicology and Environmental Safety* v. 226, p. 2021, p.1-7, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112818>
- YU, X; ZHAO, J.T.; LIU, X.; SUN, L.X.; JIAN TIAN, J.; WU, N. Cadmium Pollution Impact on the Bacterial Community Structure of Arable Soil and the Isolation of the Cadmium Resistant Bacteria. *Frontiers Microbiology*, v.12, p. 1-11, 2021. doi: 10.3389/fmicb.2021.698834
- ZHANG, N.; WANG, D.; LIU, T.; LI, S.; SHEN, Q.; ZHANG, R. Effects of different plant root exudates and their organic acid components on chemotaxis, biofilm formation and colonization by beneficial rhizosphere-associated bacterial strains. *Plant Soil* 2014, 374, 689–700., 2014.
- ZHANG, S.; CHEN,J.; YU, J.; Q YU, Q.; X QIU, X. Remediation of Cd-contaminated soil through different layered double hydroxides: The weakness of delamination and mechanism. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 10, Issue 3, 107815 , 2022. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2022.107815>.

CAPÍTULO XV

A IMPORTÂNCIA DO ÍNDICE DE INTEGRIDADE BIÓTICA NO ECOSISTEMA AQUÁTICO: REVISÃO SISTEMÁTICA

THE IMPORTANCE OF THE BIOTIC INTEGRITY INDEX IN THE AQUATIC ECOSYSTEM: SYSTEMATIC REVIEW

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-15

Andressa Morais Amâncio¹Jéssica Figuera Oliveira²João Antonio Assis de Santana Batista³Gabriel Ângelo de Paula Rodrigues⁴Bruno Oliveira Cardoso⁵Paulo Vinicius Senna Figueiredo⁶¹ Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas. Universidade do Estado da Bahia - UNEB² Mestranda em Modelagem e Simulação de Biosistemas. Programa de Pós-Graduação em Modelagem e Simulação de Biosistemas – UNEB³ Graduando em Sistema da Informação. Universidade do Estado da Bahia – UNEB⁴ Graduando em Licenciatura em Matemática. Universidade do Estado da Bahia – UNEB⁵ Mestrando em Modelagem e Simulação de Biosistemas. Programa de Pós-Graduação em Modelagem e Simulação de Biosistemas – UNEB⁶ Mestrando em Modelagem e Simulação de Biosistemas. Programa de Pós-Graduação em Modelagem e Simulação de Biosistemas – UNEB

RESUMO

O Biomonitoramento representa uma maneira de avaliar as possíveis alterações ambientais, usando organismos vivos para mensurar a intensidade dessas alterações, sendo denominados como bioindicadores de qualidade ambiental. É de extrema importância também, o uso dos Índices de Integridade Biótica (IIB) para qualificar como os organismos estão reagindo aos impactos causados por ações antrópicas. O trabalho tem por objetivo geral compreender a importância do IBB IIB para ecossistemas aquáticos. A metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica, de natureza exploratória e descritiva. Foram selecionados 5 manuscritos, datando de 1995 a 2017, que exploraram o Índice de Integridade Biótica foco desta revisão. Quanto aos meios, a pesquisa foi considerada como qualitativa. Os resultados obtidos demonstram que o Índice de Integridade Biótica (IIB) desempenha um papel crucial na preservação dos ecossistemas, especialmente os aquáticos, uma vez que a água, um recurso essencial para a sobrevivência humana, é retirada desse ambiente. A

preservação e a conscientização emergem como abordagens essenciais para conservar os ecossistemas, assegurando a sobrevivência de diversas espécies de animais e vegetais.

Palavras-chave: Ferramenta. Monitoramento biológico. Preservação

ABSTRACT

Biomonitoring represents a way of evaluating possible environmental changes, using living organisms to measure the intensity of these changes, known as bioindicators of environmental quality. It is also extremely important to use Biotic Integrity Indices (IIB) to qualify how organisms are reacting to the impacts caused by human actions. The general objective of the work is to understand the importance of IBB IIB for aquatic ecosystems. A methodology used for a bibliographic review, of an exploratory and descriptive nature. 5 manuscripts were selected, dating from 1995 to 2017, which explored the Biotic Integrity Index, the focus of this review. As for the means, the research was considered qualitative. The results

obtained demonstrate that the Biotic Integrity Index (IIB) plays a crucial role in the preservation of ecosystems, especially aquatic ones, since water, an essential resource for human survival, is removed from this environment. Preservation and awareness emerge as essential approaches

to conserving ecosystems, ensuring the survival of various species of animals and plants.

Keywords: Tool. Biological monitoring. Preservation

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos percebe-se a importância de avaliar os níveis de alterações que os ecossistemas aquáticos estão sofrendo, devido ações antrópicas, fazendo assim, uso de organismos como parâmetros para indicar as modificações daquele biótopo o qual estava presente e dessa forma, denominou-se esses organismos como Bioindicadores de qualidade ambiental. De acordo com Junqueira e Heckman (1998), este princípio tem sido utilizado visando a avaliação de impactos e estresses ambientais de origem antrópica, assim como as modificações químicas, físicas e biológicas que estes organismos sofrem. São organismos ou comunidades que reagem a alterações ambientais modificando suas funções vitais e/ou sua composição química e com isso fornecem informações sobre a situação ambiental (Galdean *et al.*, 1999).

Nesse contexto, Callisto e Moreno (2006) ainda ressaltam que os bioindicadores são espécies, grupos de espécies ou comunidades biológicas cuja presença, quantidade e distribuição indicam a magnitude de impactos ambientais em um ecossistema aquático e sua bacia de drenagem. E desta forma pode-se mensurar os efeitos ecológicos oriundos de fontes poluidoras. Dentre os bioindicadores há grupos de espécies que são escolhidas por sua sensibilidade ou tolerância a vários parâmetros, como poluição orgânica ou outros tipos de poluentes (Washington, 1984).

O Índice de Integridade Biótica (IIB) constitui uma ferramenta essencial na avaliação dos impactos das atividades humanas sobre os organismos presentes nos ecossistemas, visando a preservação das comunidades biológicas de forma mais próxima do estado natural. Inicialmente proposto por Karr (1981) e posteriormente adaptado em diversas regiões, esse índice utiliza a comunidade de peixes como indicador primário. Neste contexto, apresentamos uma proposta de análise para o Riacho do Mel, em Alagoinhas-BA, destacando a relevância do IIB e do biomonitoramento ambiental na busca pela manutenção da integridade biótica.

Os peixes emergem como organismos indicadores privilegiados em programas de monitoramento biológico, apresentando inúmeras vantagens. Destacam-se, entre essas vantagens, a riqueza de informações disponíveis sobre o ciclo de vida de diversas espécies. A comunidade de peixes abrange uma ampla gama de níveis tróficos, incluindo omnívoros, herbívoros, insetívoros, planctívoros e carnívoros, abrangendo fontes de alimentos tanto aquáticas quanto terrestres. A inclusão dos peixes como indicadores revela-se crucial pela sua posição no topo da cadeia alimentar em relação a outros elementos de avaliação da qualidade da água, como diatomáceas e invertebrados. Essa característica proporciona uma visão integrada e abrangente do ambiente aquático, contribuindo para uma compreensão mais holística e refinada dos ecossistemas em questão (Araújo, 1998).

Conforme observado por Goulart e Callisto (2003), no que diz respeito à tolerância diante das adversidades ambientais, os macrovertebrados podem ser categorizados em três grupos distintos. Os que possuem sensibilidade elevada compreendem organismos que demandam elevadas concentrações de oxigênio dissolvido na água. Em contrapartida, os tolerantes são representados por organismos que conseguem prosperar em concentrações menores de oxigênio dissolvido. Por fim, os resistentes consistem em organismos notavelmente tolerantes, sendo capazes de sobreviver em condições de anoxia, caracterizada pela depleção total de oxigênio, por períodos prolongados, demonstrando uma notável capacidade de adaptação a ambientes desafiadores.

Alguns dos principais impactos antropogênicos que alteram o funcionamento dos ecossistemas aquáticos de forma mais frequente são: as formas de poluição industrial, urbana, agropecuária e mineração; regulação de rios através da construção de represas e reservatórios; salinização; sedimentação a partir de desmatamentos e construção de estradas; retirada da mata ciliar; exploração intensa de recursos pesqueiros; introdução de espécies de plantas e animais exóticos; remoção e destruição de habitats (QUEIROZ; SILVA; STRIXINO, 2008).

Além disso os bioindicadores podem ser utilizados na perícia ambiental criminal para detectar níveis de poluição, derivada de atividades humanas poluidoras, passíveis de serem criminalizadas. A perícia ambiental criminal (PAC) é regida pelo Código de Processo Penal e por legislações correlatas, especialmente a Lei no 9.609, de 12 de

fevereiro de 1998, que tipifica crimes contra o meio ambiente, entre eles, o de poluição hídrica (Passos, 2016).

Dessa forma, este artigo faz uma revisão de trabalhos publicados que utilizaram o IIB para ecossistemas aquáticos afim de enfatizar sua importância.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. GUIANDO A CONSERVAÇÃO: ÍNDICES DE INTEGRIDADE BIÓTICA COMO FERRAMENTAS DE GESTÃO AMBIENTAL

De acordo com Pyne (2010), devido aos inúmeros impactos ambientais decorrentes de atividades humanas, os ecossistemas aquáticos enfrentam níveis alarmantes de degradação. Entre os impactos antropogênicos mais comuns estão a urbanização descontrolada, a poluição de corpos d'água, o desmatamento, a introdução de espécies e a sobrepesca. Contudo, algumas pesquisas têm se concentrado nos impactos de origem antropogênica, negligenciando que eventos naturais, como queimadas naturais e secas extremas, também podem representar riscos para a vida aquática, alterando a integridade biótica do ambiente (Anacleto *et al.*, 2018; Agostinho; Thomaz; Gomes, 2015; Viana *et al.*, 2010; Barletta *et al.*, 2010; Hughes; Vitousek; Tunison, 1991).

Para Angermeier e Karr (1994), a integridade biótica de um ambiente é definida pela capacidade de manter uma comunidade de organismos de forma equilibrada, integrada e adaptada, em conformidade com ambientes naturais, ou seja, em condições íntegras. O debate sobre a integridade biótica de sistemas fluviais tem motivado esforços para o desenvolvimento de metodologias que avaliem se os organismos aquáticos estão sob pressão ambiental, e, em caso afirmativo, se essa pressão é de origem antropogênica ou natural. Uma ferramenta sugerida para essa avaliação é o uso de indicadores de estresse ambiental, como parâmetros físico-químicos e o emprego de bioindicadores, considerados componentes importantes para o gerenciamento, capazes de captar aspectos das condições dos ambientes e fornece informações úteis para o conhecimento científico e conservação da biota (Ruaro; Gubiani, 2013).

Historicamente, os indicadores de estresse ambiental foram estimados por meio de variáveis físico-químicas, consideradas únicas e eficazes na determinação da integridade de um ambiente (Moreira *et al.*, 2002; Bozzeti; Schulz, 2004). No entanto,

constatou-se que esse enfoque proporcionava uma baixa explicação da magnitude real das alterações. Portanto, os pesquisadores têm recorrido a elementos de controle biológico para avaliar a integridade biótica dos ecossistemas aquáticos, como estudos de biomonitoramento, que se mostram mais eficazes para avaliações da qualidade ambiental (Buss *et al.*, 2003).

3. METODOLOGIA

Considerou-se, para esta classificação, de um alcance exploratório com abordagem qualitativa sem que haja prejuízo no aspecto qualitativo, ao mesmo tempo em que há a comutação dos dados quantificáveis no intuito de conquistar uma melhor depuração nos resultados finais, assim esclarecido por Richardson (1999).

Para definir o tipo de pesquisa adotou-se o critério evidenciado por Vergara (2000), quanto aos meios, o trabalho adotado foi uma revisão da literatura, em que utilizou a pesquisa bibliográfica e foram realizadas de forma íntegra na busca de livros e artigos científicos de autores consagrados que fundamentaram a presente pesquisa. Esta escolha se justificou em razão do método escolhido e para qualificar sua importância.

Após análise do material coletado conforme buscas de palavras-chave como: “Índice de integridade biótica”, “Ictiofauna”, “Impactos ambientais”, “Biotic Integrity Index”, “Biotic Integrity Index fish-based”, “Integridade Biótica região Neotropical”, “Integridade Biótica região tropical”, “Integridade Biótica Amazônia”, “Integridade Biótica ambiente aquático”, “Integridad Biótica peces”, “Integridad Biótica ecossistema acuático”. O levantamento abrangeu o período de fevereiro de 2022 a janeiro de 2024, concentrando-se exclusivamente em artigos científicos publicados em revistas nacionais e internacionais. A pesquisa considerou trabalhos em diversos idiomas, incluindo português, inglês e espanhol, e abrangendo adaptações do índice para riachos, rios, estuários, canais, baías e lagos.

Foram selecionados 5 manuscritos, datando de 1995 a 2017, que exploraram o Índice de Integridade Biótica foco desta revisão. Apesar disso, foi identificado o uso do Índice de Integridade Biótica (IIB) em diferentes ecossistemas aquáticos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da qualidade da água de rios por meio de macroinvertebrados aquáticos é uma prática estabelecida na Europa há mais de 100 anos, principalmente na Alemanha, onde se tornou uma norma de monitoramento (Kolkwitz; Marsson, 1902), como exemplificado pela DIN (2004). Para atender às novas diretrizes de gestão dos recursos hídricos na Europa, os países deste continente iniciaram um novo capítulo na avaliação da qualidade das águas. Essa abordagem baseia-se em parâmetros biológicos, com ênfase nos macrozoobentos, visando padronizar procedimentos metodológicos e facilitar a intercomparação de resultados para a classificação da qualidade ecológica de cursos de água (DIN, 2004).

É relevante destacar ou detalhar as informações de forma concisa afim de explorar os estudos que corroboram no nicho do Índice de Integridade Biótica, permitindo uma visão mais profunda sobre a identificação das necessidades específicas de cada ecossistema e, de maneira integrada, irá fortalecer os programas de planejamento para a tomada de decisões relacionadas ao saneamento e restauração de ecossistemas aquáticos.

É relevante destacar ou detalhar as informações de forma concisa afim de explorar os estudos que corroboram no nicho do Índice de Integridade Biótica, permitindo uma visão mais profunda sobre a identificação das necessidades específicas de cada ecossistema e, de maneira integrada, irá fortalecer os programas de planejamento para a tomada de decisões relacionadas ao saneamento e restauração de ecossistemas aquáticos (Quadro 1).

Quadro 1 -Exemplificação dos artigos utilizados

Artigos	Autor	Ano de publicação	Método utilizado	Resultados
Index of Biotic Integrity based on fish assemblages for the conservation of streams and rivers in West-Central Mexico.	LYONS, J.; NAVARRO-PEREZ, S.; COCHRAN, P. A.; SANTANA, E.; GUZMANARROYO, M.	1995	Quali-quantitativo	Avaliou a integridade biótica de 15 riachos e quatro rios de pequeno porte na região Centro-Oeste do México, utilizando o protocolo original composto por 12 métricas proposto por Karr (1981).

Artigos	Autor	Ano de publicação	Método utilizado	Resultados
Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul	ARAUJO, F. G	1998	Quali- Qualitativo	Incluiu a seleção criteriosa de métricas, incorporando grupos de peixes exclusivamente tropicais, como Characiformes, Siluriformes e Perciformes, além da consideração dos peixes migradores durante a piracema.
Evaluation of the Index of Biotic Integrity in the Sorocaba River Basin (Brazil, SP) Based on Fish Communities	MARCIANO, F. T.; CHAUDHRY, F. H.; RIBEIRO, M. C. L. B.	2004	Quali- Qualitativo	Realizaram adaptações do Índice de Integridade Biótica (IIB) em alguns afluentes do rio Sorocaba, empregando métricas relacionadas à riqueza, diversidade, tolerância das espécies em relação à poluição.
Utilização do índice de integridade biótica para caracterização da qualidade ambiental do rio Paraíba do sul e confirmação com uso e ocupação do solo por geoprocessamento	TERRA, B. F.; TEIXEIRA, T. P.; ESTILIANO, E. O.; GRACIA, D.; PINTO, B. C. T.; ARAUJO, F. G, T. B. dos.	2005	Quali- Qualitativo	Conduziram uma avaliação em alguns trechos previamente analisados por Araújo (1998), realizando modificações no conjunto de métricas. Os autores especificaram métricas em níveis taxonômicos específicos, considerando a espécie indicadora <i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824) (Osteichthyes, Cichlidae), popularmente denominado de cará, acará ou papa-terra
The protected areas system in Brazil as a baseline condition for wetlands management and fish conservancy: the example of the Pantanal National Park	POLAZ, C. N. M.; FERREIRA, F. C.; PETRERE-JUNIOR, M.	2017	Quali- Quantitativo	O IIB adaptado, demonstrou ser sensível na avaliação das condições ambientais em ambientes aquáticos protegidos, sugerindo ser uma ferramenta com potencial para monitorar o sistema de áreas alagáveis no Pantanal.

Fonte: Elaboração própria (2024)

A primeira adaptação do Índice de Integridade Biótica (IIB) foi conduzida por Lyons (1995). O autor avaliou a integridade biótica de 15 riachos e quatro rios de pequeno porte na região Centro-Oeste do México, utilizando o protocolo original composto por 12 métricas proposto por Karr (1981). Lyons reduziu o número de métricas de 12 para 10. A maioria das métricas utilizadas por Lyons (1995) foi semelhante às métricas empregadas no protocolo original de Karr (1981), no entanto, o autor destaca que foram necessárias três modificações significativas para melhor refletir a qualidade ambiental de rios e riachos na região Central do México.

Em um estudo subsequente, Lyons *et al.* (2000), realizaram a avaliação da integridade biótica em 19 lagos na região do México Central, marcando o primeiro

estudo com a adaptação do Índice de Integridade Biótica (IIB) para ambientes lacustres. O destaque nessa avaliação foi a incorporação das métricas "biomassa" e "comprimento padrão das espécies". Conforme os autores, a biomassa seria uma medida mais reflexiva das condições ambientais dos lagos estudados do que métricas relacionadas à riqueza e diversidade. Por outro lado, o comprimento padrão das espécies foi empregado para detectar os efeitos de impactos ambientais e sobrepesca ao longo do ciclo de vida dos peixes. Esta última métrica foi introduzida pela primeira vez no histórico de adaptações do IIB.

Araújo (1998), foi um pioneiro na adaptação do Índice de Integridade Biótica (IIB) para avaliar a qualidade da água no Brasil, especificamente no rio Paraíba do Sul. Sua abordagem incluiu a seleção criteriosa de métricas, incorporando grupos de peixes exclusivamente tropicais, como Characiformes, Siluriformes e Perciformes, além da consideração dos peixes migradores durante a piracema. Diversas métricas foram testadas para desenvolver um IIB que melhor representasse as condições ambientais do rio Paraíba do Sul (Araújo *et al.*, 2003). Nesta adaptação, os autores optaram por não utilizar Perciformes, ao contrário da primeira adaptação, em vez disso, incorporaram os Cyprinodontiformes e adicionaram métricas relacionadas a espécies introduzidas e ao grupo trófico herbívoros.

Marciano, Chaudhry e Ribeiro (2004), realizaram adaptações do Índice de Integridade Biótica (IIB) em alguns afluentes do rio Sorocaba, empregando métricas relacionadas à riqueza, diversidade, tolerância das espécies em relação à poluição, abundância total e grupos tróficos. Os autores destacaram as dificuldades encontradas para atender a algumas das premissas do IIB, especialmente a necessidade de estabelecer locais de referência. Isso se deveu ao fato de que, na bacia do rio Sorocaba, não foi possível utilizar ambientes de referência, uma vez que a região era composta inteiramente por áreas impactadas.

Em relação ao rio Paraíba do Sul, Terra *et al.* (2005), além de utilizar espécies que compõem 90% da amostra. Polaz, Ferreira e Petrere-Júnior (2017) desenvolveram o Índice de Integridade Biótica (IIB) para diferentes ambientes, como rios, corixos, baías e canais, em áreas protegidas no Mato Grosso do Sul. Esse desenvolvimento levou em consideração métricas adaptadas de diversos autores (Karr *et al.*, 1986; Ganasan; Hughes, 1998; Araújo *et al.*, 2003; Bozzetti; Schulz, 2004; Petesse *et al.*, 2006).

Adicionalmente, foram acrescentadas a métrico “número de espécies que compõe 80% da abundância”, o grupo funcional Gymnotiformes e o índice de equitabilidade de Pielou.

O IIB adaptado por Polaz, Ferreira e Petrere-Júnior (2017), demonstrou ser sensível na avaliação das condições ambientais em ambientes aquáticos protegidos, sugerindo ser uma ferramenta com potencial para monitorar o sistema de áreas alagáveis no Pantanal.

No Brasil, a utilização de índices bióticos para a avaliação da qualidade da água no gerenciamento de bacias ainda é bastante limitada, mesmo havendo índices adaptados para os macrozoobentos tropicais desde décadas passadas, especialmente nos sistemas lóticos de Minas Gerais. Nesse contexto, é importante ressaltar que nos cursos d'água brasileiros, a questão mais significativa persiste sendo o impacto do efluente doméstico, resultando no excesso de matéria orgânica nas águas (Junqueira; Gomes, 1988; Junqueira; Campos, 1991; 1998).

O monitoramento, que emprega métricas biológicas precisas para avaliar a carga orgânica nos corpos d'água, com índices bióticos fundamentados na adaptação do sistema saprobiótico, assume um papel crucial para o desenvolvimento e aprimoramento de índices ecológicos consistentes. Esses índices devem ser capazes de detectar as pressões decorrentes desse tipo de poluição, contribuindo assim para a preservação da integridade dos rios brasileiros. Os riachos destacaram-se como os ambientes aquáticos com o maior número de adaptações, seguidos por rios, estuários, canais, baías e lagos, tanto no cenário brasileiro quanto em outros países (DIN, 2004).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Índice de Integridade Biótica (IIB) tem sido uma ferramenta amplamente utilizada na região Neotropical, especialmente no Brasil. Sua aplicação tem se mostrado uma metodologia satisfatória na avaliação da qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos.

O biomonitoramento, assim como a análise do Índice de Integridade Biótica (IIB), desempenha um papel crucial na preservação dos ecossistemas, especialmente os aquáticos, uma vez que a água, um recurso essencial para a sobrevivência humana, é retirada desse ambiente. No entanto, esse ecossistema enfrenta sérias ameaças devido

às ações daqueles que mais dependem de seus recursos: os seres humanos. A poluição de rios, lagos, mares e oceanos prejudica não apenas a qualidade da água, mas também impacta diretamente a vida dos animais e vegetais que habitam esses locais.

A preservação e a conscientização emergem como abordagens essenciais para conservar os ecossistemas, assegurando a sobrevivência de diversas espécies de animais e vegetais. Ao garantir o equilíbrio nas relações intraespecíficas e interespecíficas, promove-se a sustentabilidade do ambiente.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A.A.; THOMAZ, S.M.; GOMES, L.C. Conservação da Biodiversidade em águas continentais do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 70-78, 2015.
- ANACLETO, M. J. P.; LIGEIRO, R.; BARBOSA, J.E.L.; MOLOZZI, J.; CALLISTO, M. Effects of an atypical drought on the benthic macroinvertebrate community in a tropical reservoir. **Biota Neotropica**, v. 18, n. 2, p. 1- 10, 2018.
- ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Biological Integrity versus biological diversity as policy directives: protecting biotic resources. **Bioscience**, v. 44, n. 10, p. 1-8, 1994.
- ARAUJO, F. G. Adaptação do índice de integridade biótica usando a comunidade de peixes para o rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 58, p. 547 -558, 1998.
- ARAUJO, F. G.; FICHBERG, I.; PINTO, B. C. T.; PEIXOTO, M. G. A preliminary Index of Biotic Integrity for monitoring the condition of the Rio Paraíba do Sul, Southeast Brazil. **Environmental Management**, v. 32, n. 4, p. 516-526, 2003.
- BARLETTA, M.; JAUREGUIZAR, A.J.; BAIGUN, C.; FONTOURA, N.F.; AGOSTINHO, A.A.; ALMEIDA-VAL, V.M.F.; TORRES, R.A.; JIMENESSEGURA, L.F.; GIARRIZZO, T.; FABRE, N.N.; BATISTA, V.S. LASSO, C.; TAPHORN, D.C.; COSTA, M.F.; CHAVES, P.T.; VIEIRA, J.P.; CORREA, M.F.M. Fish and aquatic habitat conservation in South America: a continental overview with emphasis on neotropical systems. **Journal of Fish Biology**, v. 76, p. 2118-2176, 2010.
- BOZZETTI, M.; SCHULZ, U. H. An index of biotic integrity based on fish assemblages for subtropical streams in southern Brazil. **Hydrobiologia**, v. 529, n. 133-144, p. 2004.
- BUSS, D. F.; BAPTISTA, D. F.; NESSIMIAN, J. L. Conceptual basis for the application of biomonitoring on stream water quality programs. **Caderno de Saúde Pública**, v. 19, n. 2, p. 465-473, 2003.
- CALLISTO, M.; MORENO, P. Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental. II Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental, **Erechim**, 2006.

- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG (DIN). **Deutsches Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung: Biologisch-ökologische Gewässeruntersuchung (Gruppe M) – Teil 1: Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern** – DIN 38410-1. Berlin, 2004.
- GALDEAN, N. Algumas considerações sobre os elementos reofílicos da fauna bentônica (ord. Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera) da Região Alta Tisza. O Vale do Alto Tisa, série de monografia de Tiscia, **Szeged**, p. 413-425, 1999.
- GANASAN, V.; HUGHES R. M. Application of an index of biological integrity (IBI) to fish assemblages of the rivers Khan and Kshipra (Madhya Pradesh), Índia. **Freshwater Biology**, v. 40, n. 2, p. 367-83, 1998.
- GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.
- HUGHES, F.; VITOUSEK, P.M.; TUNISON, T. Alien grass invasion and fire in the seasonal submontane zone of Havaí. **Ecology**, v. 72, n. 2, p. 743-746, 1991.
- JUNQUEIRA, M. V. HECKMAN, C. W. **Multifactorial Assessment of Physical Modification, Impoundment, and Contamination of a Stream Passing through an Oil Refinery in Minas Gerais**, vol 28, 1998.
- JUNQUEIRA, M. V.; CAMPOS, M. C. S. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). **Acta Limnológica Brasiliensia**, v. 10, n. 2, p. 125-135, 1998.
- JUNQUEIRA, M. V.; CAMPOS, M. C. S. Notas Preliminares sobre o Desenvolvimento de Métodos de Bioindicadores da Qualidade de Água em Ambientes Lóticos Tropicais. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 34, n. 1, p. 109-124, 1991.
- JUNQUEIRA, M. V.; GOMES, M. C. S. Avaliação de métodos de bioindicadores de qualidade da água. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 27, n. 2, p. 153-155, 1988.
- KARR, J. R. Avaliação da integridade biótica usando comunidades de peixes. **Pescas**, v. 6, n. 6, p. 21-27, 1981.
- KARR, J. R.; FAUSCH, K. D.; ANGERMEIER, P. L.; YANT, P. R.; SCHLOSSER, I. J. Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale. Illinois Natural History Survey. **Special Publication**, v. 5, p. 1-28, 1986.
- KOLKWITZ, R.; MARSSON, M. **Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wassers nach seiner Flora und Fauna. Mitt. kgl. Prüfanstalt Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung**, v. 1, p. 33-72, 1902.

- LYONS, J.; GUTIERREZ-HERNADEZ, A.; DIA Z-PARDO, E.; SOTO-GALERA, E.; Development of a preliminary index of biotic integrity (IBI) based on fish assemblages to assess ecosystem condition in the lakes of central Mexico. **Hydrobiologia**, v. 418, p. 57-72, 2000.
- LYONS, J.; NAVARRO-PEREZ, S.; COCHRAN, P. A.; SANTANA, E.; GUZMANARROYO, M. Index of Biotic Integrity based on fish assemblages for the conservation of streams and rivers in West-Central Mexico. **Conservation Biology**, v.9, n. 3, p. 569-584, 1995.
- MARCIANO, F. T.; CHAUDHRY, F. H.; RIBEIRO, M. C. L. B. Evaluation of the Index of Biotic Integrity in the Sorocaba River Basin (Brazil, SP) Based on Fish Communities. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 10, n. 3, p. 225-237, 2004.
- MOREIRA, I.; FERREIRA, M. T.; CORTES, R.; PINTO, P.; ALMEIDA, P.R. (Ed.). Ecosistemas Aquáticos e Ribeirinhos. Ecologia, Gestão e Conservação. Instituto da Água, Ministério das Cidades, **Ordenamento do Território e Ambiente**, Lisboa, 2002.
- PASSOS, G. A. Bioindicadores De Qualidade Da Água: Uma Ferramenta Para Perícia Ambiental Criminal: **Acta de Ciências e Saúde**, v. 01, 2016.
- PETESSE, M. L.; SIQUEIRA-SOUZA, F. K.; FREITAS, C. E. C.; PETRERE-JR, M. Selection of reference lakes and adaptation of a fish multimetric index of biotic integrity to six amazon floodplain lakes. 2016. **Ecological Engineering**, v. 97, p. 535-544, 2016.
- POLAZ, C. N. M.; FERREIRA, F. C.; PETRERE-JUNIOR, M. The protected areas system in Brazil as a baseline condition for wetlands management and fish conservancy: the example of the Pantanal National Park. **Neotropical Ichthyology**, v. 15, v. 3, p. 1-13, 2017.
- PYNE, S. The Ecology of Fire. **Nature Education Knowledge**, v. 3, n. 10, p. 30, 2010.
- QUEIROZ, J. F.; SILVA, M. M.; STRIXINO, S.T. Organismos bentônicos: biomonitoramento de qualidade de água. **Embrapa Meio Ambiente**, n. 05, 2008.
- RICHARDSON, M. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo, 1999.
- RUARO, R.; GUBIANI, E. A. A scientometric assessment of 30 years of the Index of Biotic Integrity in aquatic ecosystems: Applications and main flaws. **Ecological Indicators**, v. 29, p. 105-110, 2013.
- TERRA, B. F.; TEIXEIRA, T. P.; ESTILIANO, E. O.; GRACIA, D.; PINTO, B. C. T.; ARAUJO, F. G. Utilização do índice de integridade biótica para caracterização da qualidade ambiental do rio Paraíba do sul e confirmação com uso e ocupação do solo por geoprocessamento. Revista da Universidade Rural, **Série Ciências da Vida**, v. 25, n. 2, p. 85-92, 2005.

- VERGARA, S. C. **Começando a definir a metodologia.** Projetos e relatórios de pesquisa em administração, v. 3, p. 46-53, 2000.
- VIANA, A. P.; FREDOU, L. F.; FREDOU, T.; TORRES, M. F.; BORDALO, A. O. Fish fauna as an indicator of environmental quality in an urbanized region of the Amazon estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 76, p. 467-486, 2010.
- WASHINGTON, H. G. **Diversity, biotic and similarity indices: a review with special relevance to aquatic ecosystems.** *Waterresearch*, v. 18, n. 6, p. 653-694, 1984. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0043135484901647> acessado em: 07 de jun de 2022.

CAPÍTULO XVI

ESTRESSE SALINO E APLICAÇÃO DE ÓXIDO NÍTRICO EM SEMENTES DE MAMÃO

SALT STRESS AND NITRIC OXIDE APPLICATION IN PAPAYA SEEDS

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-16

Douglas Piva Cezana ¹
 Danilo Fortunato Dias Vieira ¹
 Paula Aparecida Muniz de Lima ²
 Rafael Fonsêca Zanotti ³
 Liana Hilda Golin Mengarda ⁴
 José Carlos Lopes ⁵

¹ Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

² Pesquisadora, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

³ Docente EBTT do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Maranhão - IFMA.

⁴ Docente do Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

⁵ Docente do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

RESUMO

Um dos fatores limitantes para produção agrícola e, conseqüentemente, para a segurança alimentar, é a salinização dos solos. A salinidade pode prejudicar a germinação e a produtividade de culturas de interesse socioeconômico, como o mamoeiro. Os sais podem ser tóxicos e inibir inúmeros processos bioquímicos e fisiológicos vegetais. Moléculas sinalizadoras, como o óxido nítrico (ON), vêm sendo estudadas quanto à capacidade de promover a tolerância dos vegetais ao estresse, o que já foi verificado para algumas espécies, incluindo outras variedades de mamão. Objetivou-se avaliar o uso dos liberadores de ON, nitroprussiato de sódio (SNP) e citrato de sildenafil (CS), para promover a tolerância ao estresse salino em sementes de mamão Sunrise Solo. Após o seu condicionamento com doadores de ON, as sementes foram submetidas ao teste de germinação sob ausência e presença de estresse salino, induzido por solução de NaCl (0,0 e -0,6 MPa), sendo avaliados parâmetros de germinação e vigor das plântulas. A salinidade é um fator de estresse para a germinação e desenvolvimento inicial das plântulas de mamão Sunrise Solo. As fontes de ON aplicadas não

foram eficientes para manter as porcentagens de germinação e de plântulas normais. O condicionamento das sementes com citrato de sildenafil reverteu o estresse salino no que diz respeito ao acúmulo de massa seca das plântulas normais de mamão Sunrise Solo, sendo que as médias se igualaram na presença e na ausência de estresse salino.

Palavras-chave: *Carica papaya* var. Sunrise Solo. Citrato de sildenafil. Salinidade. Mamoeiro.

ABSTRACT

One limiting factors for agricultural production and, consequently, for food security, is soil salinization. Salinity can damage the germination and productivity of crops of socio-economic interest, such as papaya. Salts can be toxic and inhibit numerous plant biochemical and physiological processes. Signaling molecules such as nitric oxide (NO) have been studied for their ability to promote plant tolerance to stress, which has already been verified for some species, including other papaya varieties. The aim was to evaluate the use of the NO-donors, sodium nitroprusside (SNP) and sildenafil citrate (CS), to promote tolerance to salt stress in

Sunrise Solo papaya seeds. After conditioning with NO-donors, the seeds were subjected to the germination test in the absence and presence of salt stress induced by NaCl solution (0.0 and -0.6 MPa), and germination and seedling vigor parameters were evaluated. Salinity is a stress factor for the germination and initial development of Sunrise Solo papaya seedlings. The sources of NO applied were not efficient in maintaining the percentages of

germination and normal seedlings. Conditioning the seeds with sildenafil citrate reversed the salt stress in terms of the accumulation of dry mass in normal Sunrise Solo papaya seedlings, and the averages were equal in the presence and absence of salt stress.

Keywords: *Carica papaya* var. Sunrise Solo. Sildenafil citrate. Salinity stress. Papaya.

1. INTRODUÇÃO

Os efeitos do desequilíbrio dos ecossistemas e das mudanças climáticas globais sobre os recursos genéticos vegetais podem ser traduzidos em “estresses ambientais”. O enfrentamento destes estresses pelas plantas afeta a produtividade, aumenta a suscetibilidade a pragas e doenças e caracteriza, portanto, uma problemática urgente para promover a segurança alimentar. Entre os fatores de estresses ambientais, a associação entre o aumento da temperatura e da degradação dos solos reflete no aumento de ocorrência de salinização e desertificação das áreas agriculturáveis.

Os solos salinos são caracterizados por possuírem minerais em excesso. Essa concentração de minerais ocorre através da retirada de água pura por meio da evaporação e da transpiração, e inclui problemas de manejo de irrigação, aumentando assim a concentração de solutos. Diversos sais podem provocar a salinização, sendo que os mais comumente encontrados em solos salinos são o cloreto de sódio e o sulfato de sódio. A salinidade (geralmente associada à restrição hídrica) limita a produção agrícola uma vez que limita a capacidade das plantas em absorver água, associado aos efeitos de toxidez e distúrbios metabólicos que determinam uma redução evidente na taxa de crescimento (Munns, 2002). E os efeitos do estresse nas fases iniciais do desenvolvimento do vegetal, ou seja, durante a germinação e o estabelecimento das plântulas, podem desencadear prejuízos sobre toda a cadeia produtiva. Por isso, buscam-se alternativas como variedades agrícolas tolerantes às estas condições ou a prospecção de substâncias ou tecnologias capazes de reverter os danos causados pela salinidade.

A tecnologia de condicionamento de sementes consiste em fornecer substâncias antioxidantes, sinalizadoras e promotoras de crescimento dos vegetais. Assim, se o objetivo é promover a tolerância a estresses, podem ser fornecidas aos tecidos vegetais

moléculas envolvidas na regulação metabólica das respostas ao estresse, como o óxido nítrico (ON).

O óxido nítrico (N=O) é um radical livre gasoso sinalizador no desenvolvimento de plantas e nas interações planta-estressores (Zhang *et al.*, 2006). Liberadores de ON aumentam a atividade de enzimas capazes de gerenciar o estresse oxidativo provocado pela salinidade; ainda, como molécula mensageira, a resposta ao estresse é, possivelmente, produto da sua interação com fitohormônios (Kazemin *et al.*, 2010; Fan *et al.*, 2014; Du *et al.*, 2015; Sanz *et al.*, 2015).

Estudos sugerem que o ON pode regular processos relacionados ao crescimento e desenvolvimento de plantas, atuando na germinação das sementes (Beligni; Lamattina, 2000), inclusive sob altas concentrações de metais pesados (Kopyra; Gwózdź, 2003). Já foi comprovado a influência positiva do óxido nítrico na germinação de inúmeras espécies (Beligni; Lamattina, 2000; Batak *et al.*, 2002; Bethke *et al.*, 2004; Zanotti *et al.*, 2013; Kaiser *et al.*, 2016). Ao estudar o efeito de liberadores de ON na qualidade fisiológica de sementes de mamão da variedade Calimosa e do híbrido JS12 x Waimanalo, evidenciou-se que o ON pode minimizar os efeitos negativos do estresse osmótico na germinação (Zanotti *et al.*, 2013).

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma frutadeira de clima tropical muito produzida no Brasil em regiões com solos arenosos e propensos a desertificação e salinização (Fao, 2013). Sunrise Solo, junto com Golden, são as variedades de mamão do grupo Solo predominantemente cultivadas no Brasil; são fruto do melhoramento genético do mamoeiro para o desenvolvimento de variedades do grupo Solo, também conhecidas como papaya, visadas por produzirem frutos de tamanho pequeno, preferidos no processo de exportação, com polpa avermelhada, doce e macia (Ruggiero *et al.*, 2011).

Carica papaya var. Sunrise Solo é considerado sensível ao estresse salino. Concentrações de sais elevadas provocam a inibição do crescimento em altura, diâmetro do caule e área foliar e do acúmulo de biomassa e da produção. De acordo com Cavalcante (2010) a variedade é mais sensíveis ao efeito dos sais na fase de crescimento do que na emergência. Além da área foliar, a massa seca das folhas e das raízes de mamão também são afetadas pela salinidade (Silva *et al.*, 2010).

Assim, considerando a salinidade como um fator limitante para a cultura do mamoeiro, em especial para a var. Sunrise Solo, e a possibilidade de que substâncias doadoras de óxido nítrico possam promover tolerância a salinidade durante o processo de germinação, objetivou-se avaliar o efeito o uso dos liberadores de ON, nitroprusiato de sódio (SNP) e citrato de sildenafil (CS), durante a germinação de sementes de mamão Sunrise Solo submetidas ao estresse salino.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre-ES, utilizando sementes de mamão (*Carica papaya* L.) var. Sunrise Solo fornecidas pela Caliman Agrícola S/A, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em refrigerador à 5 °C.

Como liberadores de óxido nítrico foram utilizados o nitroprusiato de sódio (SNP) e o citrato de sildenafil (CS) (Virineo 50 mg, Hypermarcas S/A) em associação à presença e ausência de estresse salino, induzido por solução de NaCl nas concentrações de 0 MPa (ausência de estresse) e -0,6 MPa (presença de estresse). As concentrações de SNP utilizadas foram 0,000; 0,001; 0,100 e 1,000 mmol L⁻¹, e de citrato de sildenafil 0; 75; 150 e 450 mg L⁻¹. Assim, o experimento foi conduzido em esquema fatorial 4x2, sendo quatro concentrações de cada liberador de ON, na ausência ou presença de estresse salino, totalizando oito tratamentos, com quatro repetições de 25 sementes.

Combinações dos tratamentos:

T1 - SNP (0,000 mmol L⁻¹) ou CS (0 mg L⁻¹), sem estresse.

T2 - SNP (0,001 mmol L⁻¹) ou CS (75 mg L⁻¹), sem estresse.

T3 - SNP (0,100 mmol L⁻¹) ou CS (150 mg L⁻¹), sem estresse.

T4 - SNP (1,000 mmol L⁻¹) ou CS (450 mg L⁻¹), sem estresse.

T5 - SNP (0,000 mmol L⁻¹) ou CS (0 mg L⁻¹), na presença de estresse.

T6 - SNP (0,001 mmol L⁻¹) ou CS (75 mg L⁻¹), na presença de estresse.

T7 - SNP (0,100 mmol L⁻¹) ou CS (150 mg L⁻¹), na presença de estresse.

T8 - SNP (1,000 mmol L⁻¹) ou CS (450 mg L⁻¹), na presença de estresse.

As sementes foram imersas nas soluções por 60 minutos, lavadas em água corrente e, em seguida, submetidas ao teste de germinação em rolo de papel germitest umedecidos com água destilada na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa seca do

papel, e mantidos em câmara de germinação tipo BOD, sob temperatura alternada de 20 - 30 °C (Brasil, 2009).

As avaliações foram realizadas diariamente, a partir do quinto dia, durante 28 dias. Foram mensurados: Germinação (G%) - o teste de germinação foi conduzido por avaliações feitas diariamente durante 28 dias, computando-se as sementes que apresentaram protrusão de raiz primária (≥ 2 mm); Índice de velocidade de germinação (IVG) - avaliado concomitante com o teste de germinação, computando-se diariamente o número de sementes que apresentaram protrusão da raiz primária com dimensão ≥ 2 mm, e calculados de acordo com Maguire (1962); Porcentagem de plântulas normais (PN%) – foi determinada com base no número de plântulas normais, avaliadas após 28 dias da sementeira, e os resultados foram expressos em porcentagem. Comprimento de parte aérea (CPA (cm)) e da raiz (CR (cm)) - no 28º dia após a sementeira as plântulas normais foram avaliadas quanto ao comprimento da parte aérea e da raiz, utilizando-se folha milimetrada; Massa seca (MS (mg)) - após mensurar o comprimento de parte aérea e da raiz o material foi colocado em estufa a 72 ± 2 °C onde ficou durante três dias, até atingir um valor de massa constante, para determinar a massa seca, expresso em miligramas (mg).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias, dentro dos tratamentos, foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico R versão 3.0.1 (The R Foundation for Statistical Computing, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A salinidade foi muito prejudicial às sementes de mamão var. Sunrise Solo, afetando especialmente a velocidade de germinação (IVG), o desenvolvimento normal (PN%) e o crescimento das plântulas (CR e CPA). Sob estresse salino, para as características avaliadas, as médias foram sempre menores, à exceção da porcentagem de germinação nos tratamentos com SNP, que não apresentou diferença significativa entre as médias (81 e 74%) na ausência e presença de salinidade, respectivamente (Tabela 1). Embora a resposta observada para as sementes condicionadas com SNP possa estar de acordo com Cavalcante (2010), que relata que as plantas de mamoeiro são mais sensíveis ao efeito dos sais na fase de crescimento inicial do que na

emergência, quando tratadas com citrato de sildenafila a porcentagem de germinação sob estresse salino foi estatisticamente menor (70% na presença de estresse, e 81% na ausência) (Tabelas 2). Verificou-se, assim, que as sementes de mamão Sunrise Solo são sensíveis ao estresse salino durante a germinação.

Tabela 1 – Porcentagem de Germinação – G (%), Índice de velocidade de germinação (IVG), porcentagem de plântulas normais – PN (%), Comprimento de parte aérea – CPA (cm), comprimento da raiz – CR (cm), massa seca das plântulas – MS (mg) de mamão (*C. papaya*) cv. Sunrise Solo, em função do estresse salino e concentrações de SNP (mmol L^{-1}). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. A - ausência de estresse salino; P - presença de estresse salino; ME - média entre A e P; me - média entre as concentrações de SNP

SNP (mmol L^{-1})	Estresse Salino (-0,6 MPa de NaCl)								
	A	P	ME	A	P	ME	A	P	ME
	G%			IVG			PN%		
0,000	75	80	78	2,61	1,61	2,11	42	36	39
0,001	80	68	74	3,03	1,32	2,17	49	26	38
0,100	82	76	79	2,99	1,59	2,29	55	23	39
1,000	87	73	80	3,43	1,48	2,45	51	27	39
me	81 a	74 a		3,01 a	1,50 b		49 a	28 b	
CV(%)	12,75			16,84			26,88		
	CR (cm)			CPA (cm)			MS (mg)		
0,000	3,58	0,90	2,24	5,87	1,71	3,79	5,73	4,77	5,25
0,001	2,80	1,00	1,90	5,06	2,22	3,64	4,98	3,89	4,44
0,100	3,10	1,00	2,05	5,00	1,90	3,45	5,78	4,51	5,14
1,000	3,42	0,83	2,13	5,73	1,91	3,82	5,96	4,34	5,15
me	3,22 a	0,93 b		5,21 a	1,93 b		5,61 a	4,38 b	
CV(%)	19,45			15,74			22,50		

Fonte: os autores.

Tabela 2 – Porcentagem de Germinação – G (%), Índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), porcentagem de plântulas normais – PN (%), Comprimento de parte aérea – CPA (cm), comprimento da raiz – CR (cm), massa seca das plântulas – MS (mg) de mamão (*C. papaya*) cv. Sunrise Solo, em função do estresse salino e concentrações de CS (mg L⁻¹). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. A- ausência de estresse salino; P - presença de estresse salino; ME - média entre A e P; me - média entre as concentrações de CS

CS (mg L ⁻¹)									
	A	P	ME	A	P	ME	A	P	ME
	G%			IVG			PN%		
0	80	64	72	3,18 a	1,27 b	2,23	43	27	35
75	74	76	75	2,86 a	1,66 b	2,26	46	34	40
150	86	80	83	3,57 a	1,59 b	2,58	53	27	40
450	84	59	72	3,60 a	0,96 b	2,28	50	21	35
me	81 a	70 b		3,30	1,37		48 a	27 b	
CV(%)	13,32			13,17			30,26		
	CR (cm)			CPA (cm)			MS (mg)		
0	3,19	1,20	2,19	4,60 a	2,04 b	3,32	6,39 a	2,81 b	4,60
75	4,06	1,03	2,54	6,08 a	1,65 b	3,87	4,97 a	5,04 a	5,01
150	3,67	1,22	2,44	5,59 a	1,70 b	3,65	3,89 a	5,03 a	4,46
450	3,53	0,95	2,24	5,32 a	1,65 b	3,49	3,43 a	4,53 a	3,98
me	3,61 a	1,10 b		5,40	1,76		4,67	4,35	
CV(%)	21,15			16,78			22,39		

Fonte: os autores.

A primeira etapa da germinação é um processo físico: é necessário que a água reidrate os tecidos da semente, aumentando a taxa respiratória e todas as atividades metabólicas; com isso, a energia e os nutrientes são mobilizados e estarão disponíveis para que o eixo embrionário retome o seu crescimento (Carvalho; Nakagawa, 2000).

Com aumento das concentrações de sais ocorre redução no potencial osmótico, o que reduz a taxa de absorção de água pela semente, fazendo com que a semente demore mais para ultrapassar um teor de água crítico para possibilitar a ativação dos processos metabólicos promotores do crescimento do eixo embrionário. Isso refletiu na

menor velocidade de germinação observada. Nesta experimentação, a velocidade de germinação foi duas vezes menor sob estresse salino (IVG = 3,01 na ausência e 1,50 na presença de estresse) quando observadas as sementes tratadas com SNP (Tabela 1). Ainda, observou-se redução de quase metade da porcentagem de plântulas normais (PN%) sob estresse (de 49% na ausência, para 28% na presença de estresse).

A salinidade prejudicou o crescimento das plântulas: em SNP o comprimento de raiz e de parte aérea sem estresse salino foi, em média 3,22 e 5,21 cm, respectivamente; já quando expostas ao estresse salino, o comprimento observado foi de 0,93 cm para as raízes e 1,93 cm para parte aérea. Resposta semelhante foi verificada para os tratamentos com CS (Tabelas 1 e 2).

A salinidade é prejudicial à formação de massa seca em plantas de mamão var. Sunrise Solo (Silva et al., 2010). Cavalcante (2010) avaliando plantas de mamoeiro 60 dias após a emergência cultivadas em substratos salinos, constatou a ocorrência de prejuízos na formação de biomassa seca à medida que o teor salino da água foi aumentado. A massa seca das plântulas de mamão var. Sunrise Solo apresentaram menor biomassa sob salinidade e SNP (Tabela 1). A menor massa seca (MS) sob salinidade também foi observada na ausência de tratamento com CS. Contudo, o uso desta substância manteve as médias de MS iguais sob estresse (Tabelas 2).

A presença de cloreto de sódio (NaCl) afeta diversos aspectos da fisiologia e bioquímica das plantas e compromete seu crescimento (Deuner *et al.*, 2011). Em solos sódicos-salinos ocorre com o acúmulo de espécies iônicas Na^+ e Cl^- nos tecidos vegetais, que pode causar toxidez e acarreta mudanças na capacidade da planta em absorver, transportar e utilizar os demais íons necessários ao seu crescimento (Nobre *et al.*, 2010). A salinidade também está relacionada a restrição nutricional, que pode afetar drasticamente o desenvolvimento inicial das plantas (Carvalho; Nakagawa, 2000). Por este motivo, além de atraso na germinação, o desenvolvimento de plântulas normais e vigorosas pode ser prejudicado pela salinidade, conforme observado para o mamão var. Sunrise Solo.

Sem estresse salino, ao observar a velocidade de germinação e o vigor das plântulas normais de mamão var. Sunrise Solo, observou-se uma tendência a maiores médias com a aplicação de SNP. Contudo, esta substância não se mostrou indutor ou

promotor de tolerância a salinidade durante a germinação de sementes de mamão Sunrise Solo.

O óxido nítrico tem a capacidade de aumentar a tolerância ao estresse salino de algumas espécies como milho (Zhang *et al.*, 2006), cevada (Li *et al.*, 2008), arroz (Habib, 2010), pimentão (Nalousi *et al.*, 2012) e pepino (Fan *et al.*, 2013). Todos esses trabalhos foram realizados utilizando o nitroprussinato de sódio (SNP), que é o liberador de óxido nítrico mais utilizado (Corniani, 2009). No entanto, isso não foi verificado para a variedade de mamão em estudo.

Com relação ao CS, foi observada interação significativa entre salinidade as doses de citrato de sildenafil para as características índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (CPA), e massa seca (MS) (Tabela 2). Os efeitos desta interação indicam que o uso de determinada concentração desta substância pode interferir na tolerância das sementes de mamão Sunrise Solo à salinidade (Tabela 2).

Quando a velocidade de germinação (IVG) e o comprimento das plântulas (CPA), observou-se que, em todas as doses de CS, as médias foram maiores sem estresse salino. Para a massa secas das plântulas (MS), porém, o condicionamento das sementes com 75, 150 e 450 mg L⁻¹ de CS influenciou positivamente o acúmulo de massa seca sob estresse. Nalousi *et al.* (2012) também observaram que o ON melhorou o crescimento de plântulas de pimentão submetidas ao estresse salino. Logo, o citrato de sildenafil reverteu o estresse salino no que diz respeito ao acúmulo de massa seca das plântulas normais de mamão var. Sunrise Solo, de forma que os valores para essa característica não apresentaram diferença significativa entre presença e a ausência de estresse salino nas concentrações de 75, 150 e 450 mg L⁻¹ (Tabela 2).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O vigor das sementes e plântulas de *C. papaya* variedade Sunrise Solo é severamente afetado pela salinidade, indicando ser susceptível a esse estresse ambiental durante a germinação.

A aplicação de óxido nítrico com as concentrações de nitroprussiato de sódio (SNP) utilizadas não foram eficientes para induzir a tolerância das sementes de mamão ao estresse salino.

O condicionamento das sementes de mamão variedade Sunrise Solo com citrato de sildenafil (CS) mostrou resposta promissora quanto a tolerância a salinidade, uma vez que as médias de massa seca das plântulas na presença e na ausência de estresse salino se igualaram.

REFERÊNCIAS

- BATAK, I. *et al.* The effects of potassium nitrate and NO-donors on phytochrome A-and phytochrome B-specific induced germination of *Arabidopsis thaliana* seeds. **Seed Science Research**, Cambridge, v. 12, n. 4, p. 253-259, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1079/SSR2002118>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- BELIGNI, M. V.; LAMATTINA, L. Nitric oxide stimulates seed germination de etiolation, and inhibits hypocotyls elongation, three light-inducible responses in plants. **Planta: an International Journal of Plant Biology**, v. 210, p. 215-221, 2000. Disponível em: 10.1007/PL00008128. Acesso em: 24 jan. 2024.
- BETHKE, P. C. *et al.* Dormancy of *Arabidopsis* seeds and barley grains can be broken by nitric oxide. **Planta: an International Journal of Plant Biology**, v. 219, p. 847-855, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00425-004-1282-x>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000.
- CAVALCANTE, L. F. *et al.* Fontes e níveis de salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise Solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 1281-1290, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n4Sup1p1281>. Acesso em 29 jan. 2024.
- CORNIANI, N. **Relação entre estresse de radiação ultravioleta-B e óxido nítrico em plantas de Eucalipto**. 2009 Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Estadual Paulista - Botucatu, SP. 2009.
- DEUNER, C. *et al.* Viabilidade e atividade antioxidante de sementes de genótipos de feijão-miúdo submetidos ao estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 711-720, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222011000400013>. Acesso em 29 jan. 2024.
- DU, S.T. *et al.* Atmospheric application of trace amounts of nitric oxide enhances tolerance to salt stress and improves nutritional quality in spinach (*Spinacia*

oleracea L.). **Food Chemistry**, v. 173, p. 905- 911, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.115>. Acesso em 29 jan. 2024.

FAN, H. *et al.* Exogenous nitric oxide improves chilling tolerance of chinese cabbage seedlings by affecting antioxidant enzymes in leaves. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, v. 55, p. 159-165, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13580-014-0161-z>. Acesso em 30 jan. 2024.

FAN, Z.; DU, C. X.; GOU, S. Nitric oxide enhances salt tolerance in cucumber seedlings by regulating free polyamine content. **Environmental and Experimental Botany**, v. 86, p. 52-59, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.09.007>. Acesso em: 30 jan. 2024.

FAO. **Faostat**. Disponível em: <https://www.fao.org/food-agriculture-statistics/en/>. Acesso em: 18 ago. 2013.

HABIB, N.; ASHRAF, M.; AHMAD, M. S. A. Enhancement in seed germinability of rice (*Oryza sativa* L.) by pré-sowing seed treatment with nitric oxide (NO) under salt stress. **Pakistan Journal of Botany**, v. 42, n. 6, p. 4071-4078, 2010. Disponível em: [https://mail.pakbs.org/pjbot/PDFs/42\(6\)/PJB42\(6\)4071.pdf](https://mail.pakbs.org/pjbot/PDFs/42(6)/PJB42(6)4071.pdf). Acesso em: 30 jan. 2024.

KAISER, I. S. *et al.* Efeito de liberadores de óxido nítrico na qualidade fisiológica de sementes de repolho sob salinidade. **Ceres**, Viçosa, v. 63, n.1, p. 39-45, jan/fev 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201663010006>. Acesso em: 30 jan. 2024.

KAZEMI, N. *et al.* Effects of exogenous salicylic acid and nitric oxide on lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities in leaves of *Brassica napus* L. under nickel stress. **Scientia Horticulturae**, v. 126, n. 3, p. 402-407, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.07.037>. Acesso em: 30 jan. 2024.

KOPYRA, M.; GWO'ZDZ, E. A. Nitric oxide stimulates seed germination and counteracts the inhibitory effect of heavy metals and salinity on root growth of *Lupinus luteus*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 41, p. 1011-1017, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2003.09.003>. Acesso em: 24 jan. 2024.

LI, Q. *et al.* Protective role of exogenous nitric oxide against oxidative-stress induced by salt stress in barley (*Hordeum vulgare*). **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 65, n. 2, p. 220-225, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2008.04.007>. Acesso em: 30 jan. 2024.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962. Disponível em:

<https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>. Acesso em: Acesso em 24 jan. 2024.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environmental**, v. 25, p. 239-250, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x>. Acesso em 24 jan. 2024.

NALOUSI, A. M. *et al.* Protective role of exogenous nitric oxide against oxidative stress induced by salt stress in Bell-Pepper (*Capsicum annum* L.). **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 12, n. 8, p. 1085-1090, 2012. Disponível em: 10.5829/idosi.ajeaes.2012.12.08.1938. Acesso em: 30 jan. 2024.

NOBRE, R. G. *et al.* Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 358-365, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000300006>. Acesso em 29 jan. 2024.

RUGGIERO, C.; MARIN, S. L. D.; DURIGAN, J. F. Mamão, uma história de sucesso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. esp. 1, p. 76-82, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500011>. Acesso em: 30 jan. 2024.

SANZ, L. *et al.* Nitric oxide (NO) and phytohormones crosstalk during early plant development. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, p. 2857-2868, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jxb/erv213>. Acesso em 30 jan. 2024.

SILVA, L. D. da *et al.* Estresse salino em variedades de mamão (*Carica papaya* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal, RN. [Anais] Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. Tema: Saúde, inovação e responsabilidade. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/36272/1/ID27211pdf2075.pdf>. Acesso em 30 jan. 2024.

ZANOTTI, R. F. *et al.* Tolerance induction to saline stress in papaya seeds treated with potassium nitrate and sildenafil citrate. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3669-3674, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl1p3669>. Acesso em 30 jan. 2024.

ZHANG, Y. *et al.* Nitric oxide enhances salt tolerance in maize seedlings through increasing activities of próton-pump and Na⁺/H⁺ antiport in the tonoplast. **Planta: an International Journal of Plant Biology**, v. 224, p. 545-555, 2006. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00425-006-0242-z>. Acesso em 30 jan. 2024.

CAPÍTULO XVII

EFEITO DO ÓXIDO NÍTRICO NO VIGOR DE SEMENTES DE FEIJÃO CRIOULO SOB ESTRESSE SALINO

NITRIC OXIDE EFFECT ON THE VIGOR OF CREOLE BEAN SEEDS UNDER SALT STRESS

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-17

Danilo Fortunato Dias Vieira ¹
 Douglas Piva Cezana ¹
 Paula Aparecida Muniz de Lima ²
 Liana Hilda Golin Mengarda ³
 José Carlos Lopes ⁴

¹ Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

² Pesquisadora, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

³ Docente do Departamento de Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

⁴ Docente do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

RESUMO

A salinidade dos solos é observada cada vez mais nas zonas agriculturáveis do Brasil e representa uma problemática para inúmeras culturas, assim como o feijão (*Phaseolus vulgaris*). O desequilíbrio iônico nos solos pode prejudicar a germinação das sementes e o estabelecimento da cultura. Substâncias que liberam óxido nítrico (ON) podem atuar de forma positiva na promoção da germinação. O ON nítrico é um radical livre inorgânico com a função de mensageiro biológico e sua aplicação, através da utilização de compostos como o nitroprussiato de sódio (SNP), pode proteger as células dos efeitos do estresse abiótico e promover o crescimento. Objetivou-se investigar a ação de substância doadora de ON na germinação e no vigor de sementes de feijão crioulo (*P. vulgaris*) grupo vermelho submetidas a estresse salino induzido por cloreto de sódio (NaCl) -0,3 MPa. Com o objetivo de reverter o efeito da salinidade, utilizou-se o SNP nas concentrações de: 0,000; 0,001; 0,010; 0,100; 1,000 mmol L⁻¹. A maior porcentagem de germinação observada foi de 68% na concentração de 1,000 mmol L⁻¹ de SNP sem salinidade, indicando efeito positivo no ON na germinação deste feijão crioulo. O estresse salino reduz a germinação e o vigor das sementes de feijão; o SNP pode induzir ao maior vigor de sementes de feijão crioulo sob salinidade, o que foi verificado pela maior porcentagem de germinação e de plântulas normais quando as sementes foram tratadas com 0,100 mmol L⁻¹ de SNP.

Palavras-chave: Germinação. Nitroprussiato de sódio (SNP). *Phaseolus vulgaris*. Salinidade.

ABSTRACT

Soil salinity is increasingly observed in Brazil's agricultural areas and represents a problem for many crops, including beans (*Phaseolus vulgaris*). Ionic imbalance in soils can damage seed germination and crop establishment. Nitric oxide (NO)-donating substances can act positively in promoting germination. Nitric oxide is an inorganic free radical with the function of a biological messenger and its application, through the use of compounds such as sodium nitroprusside (SNP), can protect cells from the effects of abiotic stress and promote growth. The aim of this study was to investigate the action of ON-donating substance on the germination and vigor of creole bean seeds (*P. vulgaris*), red group, subjected to salt stress induced by sodium chloride (NaCl) -0.3 MPa. In order to reverse the effect of salinity, SNP was used at concentrations of: 0.000; 0.001; 0.010; 0.100; 1.000 mmol L⁻¹. The highest germination percentage observed was 68% at the concentration of 1,000 mmol L⁻¹ of SNP without salinity, indicating a positive effect of ON on the germination of this creole bean. Salt stress reduces the germination and vigor of bean seeds; SNP can induce greater vigor in Creole bean seeds under salinity, which was verified by the higher percentages of germination and of normal seedlings when the seeds were treated with 0.100 mmol L⁻¹ of SNP.

Keywords: Germination. Sodium nitroprusside (SNP). *Phaseolus vulgaris*. Salinity.

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um recurso genético vegetal de grande importância econômica e social para o Brasil: somos um dos países de maior produção e consumo dessa leguminosa, que representa uma importante e acessível fonte proteica para a população. É um alimento de elevado teor de proteínas e fibras e oferece variadas opções quanto ao consumo e ao cultivo (Ferreira; Barrigossi, 2021). Inúmeras variedades de feijão crioulo são cultivadas em extensa área de todas as regiões do Brasil, incluindo regiões de solo árido e salino.

Os solos salinos representam um dos fatores limitantes à produção agrícola e ao rendimento das culturas, sendo capaz de prejudicar a germinação, o vigor e a produtividade (Munns; Tester, 2008). A salinidade excessiva dos solos ocorre aproximadamente em 10% do planeta terrestre, devido aos processos naturais ou mau uso da terra (Mendonça *et al.*, 2007). O excesso de sais no solo causa distúrbios fisiológicos e metabólicos dos vegetais durante todas as fases do desenvolvimento, incluindo a germinação, comprometendo o rendimento e a qualidade da produção (Silva *et al.*, 2009).

Os efeitos prejudiciais de um ambiente salino para a germinação iniciam na fase de embebição das sementes, onde o desequilíbrio iônico pode reduzir o gradiente de potencial hídrico entre o solo e a superfície da semente, provocando uma restrição na entrada de água e, conseqüentemente, na reativação dos processos fisiológicos necessários ao início da germinação (Lopes; Macedo, 2008). Como resultado, há a redução da velocidade e da porcentagem de germinação.

O óxido nítrico (ON) é uma molécula que apresenta função importante na proteção das plantas contra estresses abióticos, como estresse salino (Zhao *et al.*, 2007). Estudos sugerem que o ON pode regular os processos relacionados ao crescimento e desenvolvimento de plantas, beneficiando a germinação (Beligni; Lamattina, 2000; Bethke *et al.*, 2004). O ON pode estimular a germinação de sementes nas plantas em situações de altas concentrações de metais pesados (Kopyra; Gwózdź, 2003), além de exercer função na tolerância ao estresse por salinidade e temperatura (Uchida *et al.*, 2002). O óxido nítrico (NO) aumenta a germinação de sementes de gramínea (*Panicum*

virgatum L) (Sarath *et al.*, 2006), alface (*Lactuca sativa*) (Beligni; Lamattina, 2000) e *Arabidopsis* (*Arabidopsis thaliana*) (Batak *et al.*, 2002; Bethke *et al.*, 2004).

Considerando a salinidade como uma possível problemática para a cultura do feijão e a hipótese de que uma substância doadora de ON, como o SNP, possa atuar de forma positiva na promoção da germinação, objetivou-se avaliar o efeito do óxido nítrico no vigor das sementes de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.) grupo comercial vermelho, sob estresse salino.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises de Sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre-ES, utilizando sementes de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.) grupo comercial vermelho, armazenadas por seis meses a temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 4$, oriundas da região de Alegre-ES.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5x2, sendo cinco concentrações de nitroprussiato de sódio (SNP): 0,000; 0,001; 0,010; 0,100 e 1,000 mmol L⁻¹; e duas condições de salinidade: ausência de estresse (água destilada) e presença de estresse (- 0,3 MPa de NaCl), totalizando 10 tratamentos, com quatro repetições de 25 sementes.

As sementes foram imersas das soluções de SNP por 60 minutos, seguida de lavagem em água corrente. A semeadura foi realizada sobre três folhas de papel germitest e confeccionados rolos umedecidos com água destilada ou solução salina na quantidade equivalente a 3 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram mantidos em salas de crescimento sob temperatura de 25°C (Brasil, 2009).

Foram determinados: Porcentagem de germinação (G%) - avaliada diariamente durante a condução do experimento por nove dias e os resultados expressos em porcentagem. Índice velocidade de germinação (IVG) - computado diariamente o número de sementes que apresentaram protrusão da raiz primária com dimensões ≥ 2 mm, de acordo com Maguire (1962). $IVG = G1/n1 + G2/n2 + \dots + Gi/ni$, em que: IVG = índice de velocidade de germinação de plântulas; G = número de sementes germinadas a cada dia; N = número de dias transcorridos da semeadura à última contagem. Sementes mortas (SM%) – foram classificadas como mortas as sementes que não estavam duras,

encontrando-se amolecidas e/ou atacadas por microrganismos, e os resultados foram expressos em porcentagem. Sementes duras (SD%) – foram classificadas como duras as sementes que permaneceram sem absorver água ao final do teste, e os resultados foram expressos em porcentagem. Comprimento da raiz (CR) – foi avaliado nas plântulas normais após nove dias da semeadura, com auxílio de folha milimetrada, sendo o comprimento expresso em cm plântula⁻¹. Comprimento da parte aérea (CPA) – foi avaliado nas plântulas normais, após nove dias da semeadura, com auxílio de folha milimetrada, sendo o comprimento expresso em cm plântula⁻¹. Plântulas normais (PN%) e anormais (PA%) – foram computadas no final do experimento, após nove dias. Foram consideradas normais as plântulas que apresentavam todas as estruturas essenciais, ou seja, parte aérea e raiz, perfeitas, e como anormais as plântulas que não apresentavam potencial para continuar seu desenvolvimento, como as danificadas, deformadas e deterioradas. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias, dentro dos tratamentos ausência e presença de estresse, foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% probabilidade. Para a análise do comportamento sob as diferentes concentrações de SNP foram aplicadas regressões. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico R versão 3.0.1 (The R Foundation for Statistical Computing, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. INTERAÇÃO ENTRE ÓXIDO NÍTRICO E SALINIDADE NA GERMINAÇÃO DE FEIJÃO CRIOULO

Todas as características avaliadas sofreram influência negativa do estresse salino. A interação entre a salinidade e as concentrações de SNP (S x SNP) ocorreu para as características germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de plântulas normais (PN%) (Tabelas 1). Os efeitos desta interação indicam que o uso de uma substância doadora de óxido nítrico interfere na resposta das sementes de feijão crioulo à salinidade durante a germinação. Assim, o efeito destas interações será discutido em maiores detalhes.

Tabela 1 – Quadro da análise de variância das variáveis germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), sementes mortas (SM%), sementes duras (SD%), comprimento de raiz (CR), comprimento de parte aérea (CPA), plântulas normais (PN) e plântulas anormais (PA) representando o valor de F calculado. ⁽¹⁾** , * e ^{ns}, indicam significativo a 1%, 5% e não significativo a 5% de probabilidade; respectivamente, pelo teste F; FV: fonte de variação; GL: grau de liberdade; SNP: concentrações de nitroprussiato de sódio; S: ausência e presença de estresse salino (-0,3 MPa de NaCl)

FV	GL	G%	IVG	SM%	SD%	CR	CPA	PN%	PA%
S	1	49,5**	18,5*	23,5*	12,4*	257,3**	297,1**	40,9*	57,9**
SNP	4	2,8*	6,1*	0,3 ^{ns}	2,3 ^{ns}	3,0*	0,5 ^{ns}	3,1*	1,6 ^{ns}
S x SNP	4	4,2**	8,0*	1,6 ^{ns}	1,9 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,2*	1,3 ^{ns}
Resíduo	30								
CV(%)		23,3	35,82	44,07	25,76	22,45	22,72	34,02	69,31

Fonte: os autores.

3.2. SALINIDADE NA GERMINAÇÃO DE FEIJÃO CRIOULO

A porcentagem e a velocidade da germinação (G% e IVG) avaliadas juntas são reconhecidas como importante índice da qualidade fisiológica das sementes. No presente estudo, além destas características sofreram influência do estresse salino e da aplicação de diferentes concentrações de SNP, observou-se, também, o efeito da interação entre salinidade x concentrações de SNP (Tabela 1 e 2).

Tabela 2 – Valores médios de germinação (G%), índice de velocidade de germinação (IVG), sementes mortas (SM%), sementes duras (SD%), comprimento de raiz (CR) e comprimento de parte aérea (CPA), em cm, plântulas normais (PN%), e plântulas anormais (PA%) de sementes de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.), grupo comercial vermelho, em função das concentrações de SNP e da salinidade. A: Ausência de salinidade; P: presença de salinidade. Médias seguidas da mesma letra, na mesma linha para cada característica, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade

SNP (mmol L ⁻¹)	Estresse Salino (-0,3 MPa de NaCl)							
	A	P	A	P	A	P	A	P
	G%		IVG		SM%		SD%	
0,000	48a	24b	1,68a	1,31a	8,0	25,0	44,0	51,0
0,001	53a	30b	1,90a	3,19a	10,0	20,0	39	50,0
0,010	63a	42b	5,04a	2,30b	9,0	19,0	28	39,0
0,100	45a	43a	5,35a	1,52b	17,0	18,0	38,0	39,0
1,000	68a	24b	3,00a	2,23a	8,0	23,0	24,0	52,0
ME	-	-	-	-	10,4b	21,0a	34,6b	46,2a
CV%	23,30		35,82		44,07		25,76	
SNP	CR		CPA		PN%		PA%	

SNP (mmol L ⁻¹)	Estresse Salino (-0,3 MPa de NaCl)							
	A	P	A	P	A	P	A	P
	G%		IVG		SM%		SD%	
0,000	5,14	3,86	5,18	3,80	20a	10a	28,0	14,0
0,001	8,18	5,53	5,73	4,43	23a	16a	28,0	14,0
0,010	8,18	4,42	6,40	4,04	27a	26a	36,0	16,0
0,100	7,96	4,84	5,19	4,27	25b	37a	20,0	6,00
1,000	9,76	4,94	6,52	4,08	42a	14b	26,0	11,0
ME	7,84	4,72	5,80	4,18	-	-	27,6	12,6
CV%	22,45		22,72		34,02		69,31	

Fonte: os autores.

A maior porcentagem de germinação – 68% - ocorreu na concentração de 1,000 mmol L⁻¹ de SNP sem salinidade, valor consideravelmente maior que o observado sob estresse salino (24%). Com salinidade as médias de germinação nunca foram superiores às aquelas observadas na ausência de estresse, demonstrando que a salinidade afeta negativamente a germinação de feijão crioulo (Tabela 2). As demais características avaliadas também indicam o efeito prejudicial da salinidade sobre o vigor das sementes da variedade de feijão em estudo.

O efeito negativo do estresse salino sob a germinação de sementes decorre do fato da salinidade reduzir o potencial hídrico do substrato e aumentar o gradiente osmótico entre ele e as sementes, o que dificulta o mecanismo de embebição (Dantas *et al.*, 2007; Lopes; Macedo, 2008). Almeida (2009) verificou diminuição da germinação com o aumento da salinidade em culturas de arroz, feijão e algodão.

Para Khan e Panda (2008) a salinidade é um dos fatores limitantes mais importantes de estresse abiótico que restringe o crescimento da planta, afetando a fisiologia e a bioquímica vegetal. As diferentes concentrações salinas afetam a germinação das sementes primeiramente por ocasionar déficit de água e estresse osmótico, além do desequilíbrio iônico celular.

3.3. ÓXIDO NÍTRICO NA GERMINAÇÃO DE FEIJÃO CRIOULO

Atentando aos efeitos do óxido nítrico nas sementes de feijão crioulo, a germinação foi maior com o aumento dos níveis de SNP sem salinidade, indicando efeitos positivos desta molécula na germinação de sementes de feijão crioulo. Sob

salinidade, contudo, observou-se aumento na germinação até a concentração de 0,100 mmol L⁻¹ de SNP, partir da qual observou-se decréscimo (Figura 1).

Maior germinação (68%) foi obtida com a maior concentração de SNP (1,000 mmol L⁻¹) sem salinidade. Outros autores também verificaram influência positiva do ON na germinação de sementes de alface, *Arabidopsis*, cevada e gramínea (Beligni; Lamattina, 2000; Batak *et al.*, 2002; Bethke *et al.*, 2004; Sarath *et al.*, 2006). Kopyra e Gwózdź (2003) observaram efeito positivo do uso de ON na germinação de sementes de tremço-amarelo (*Lupinus luteus*) na concentração de 0,4 mmol L⁻¹ de SNP; em concentrações maiores (0,6 a 1,0 mmol L⁻¹ de SNP) houve menor germinação.

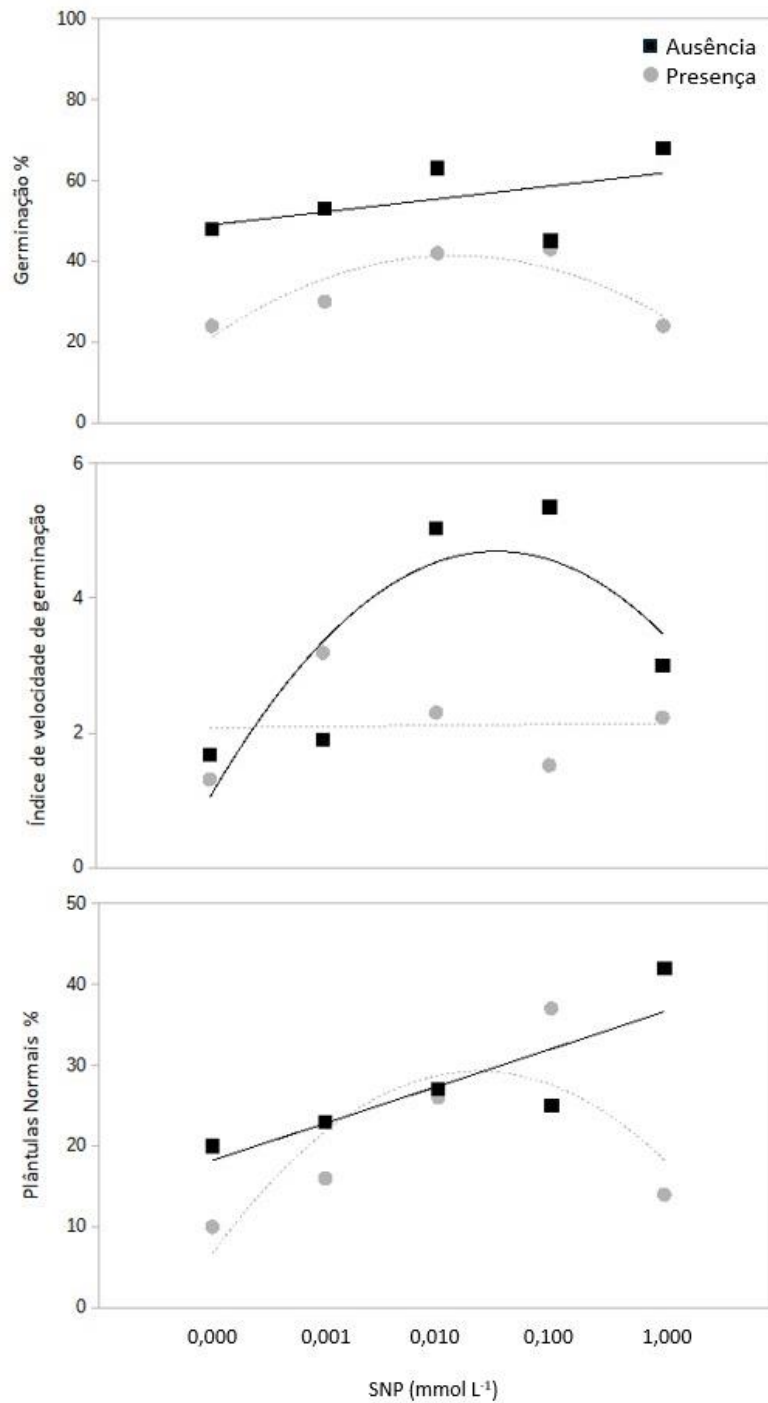
Sob estresse salino verificou-se aumento na germinação até a concentração de 0,100 mmol L⁻¹ de SNP; nesta concentração não se observou diferença significativa na ausência (45% de germinação) ou presença do estresse (43% de germinação), indicando possível efeito do ON na tolerância à salinidade. Indicativos do efeito de ON na tolerância a estresse também foi verificado por Silva (2007), que observou que o SNP estimula a germinação de *Oryza sativa* sob estresse por alumínio.

Sem salinidade foi observado que a concentração de SNP até 0,100 mmol.L⁻¹ promove germinação mais rápida (IVG = 5,35) (Figura 1, Tabela 2), o que não foi verificado sob presença de estresse salino.

A velocidade de germinação é relatada como o primeiro parâmetro relacionado ao vigor de sementes afetado pela redução do potencial osmótico durante a germinação de sementes. O índice de velocidade de germinação (IVG) apresentou uma diminuição significativa com a exposição de sementes de garapa ao estresse salino e hídrico (Spadeto *et al.*, 2012); resultado semelhante foi observado por Andréo-Souza *et al.* (2010) com sementes de pinhão-manso, por Lima e Torres (2009) em sementes de juazeiro.

Um maior IVG representa menor tempo para a finalização do processo germinativo e pode auxiliar no estabelecimento das culturas. Como bom um indicativo de vigor de sementes, o maior IVG observado na concentração de até 0,100 mmol.L⁻¹ de SNP sem salinidade pode sinalizar efeitos positivos desta molécula no processo de germinação se sementes de feijão crioulo, não sendo eficiente, contudo, em manter o IVG de feijão sob salinidade.

Figura 1 – Germinação (%), índice de velocidade de germinação (IVG), e plântulas normais (%) feijão crioulo, grupo comercial vermelho (*Phaseolus vulgaris* L.) na presença e ausência de salinidade em diferentes concentrações de SNP



Fonte: os autores.

3.4. ÓXIDO NÍTRICO E SALINIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE FEIJÃO CRIOULO

O desenvolvimento das plântulas de feijão crioulo foi severamente afetado pela presença de estresse salino, verificando-se menores médias de comprimento de raiz, de parte aérea e menor porcentagem de plântulas normais sob salinidade (Tabela 2).

Segundo Munns (2002) a redução do crescimento das plantas submetidas ao cloreto de sódio em solução nutritiva é resposta ao efeito osmótico, associado à toxicidade causada pela absorção excessiva de Na^+ e Cl^- e ao desequilíbrio nutricional causado pelos distúrbios na absorção ou distribuição desses nutrientes nos distintos órgãos das plantas.

A porcentagem de plântulas normais, importante característica para avaliar o vigor de sementes, sofreu influência da interação óxido nítrico x salinidade. Na ausência de salinidade, verificou-se maior porcentagem de plântulas normais (42%) na concentração de $1,000 \text{ mmol L}^{-1}$ de SNP, um aumento de 22% em relação ao controle ($0,000 \text{ mmol L}^{-1}$ de SNP). Observou-se um aumento linear da porcentagem de plântulas normais acompanhando o aumento da concentração de SNP (Figura 1).

Sob estresse salino o SNP promoveu aumento da porcentagem de plântulas normais até a concentração de $0,100 \text{ mmol L}^{-1}$ de SNP (Figura 1, Tabela 2). Assim, quando expostas ao estresse salino durante a germinação, observou-se comportamento quadrático para a característica plântulas normais, havendo aumento de 10% ($0,000 \text{ mmol L}^{-1}$ de SNP) até 37% de plântulas normais na concentração de $0,100 \text{ mmol L}^{-1}$ de SNP.

Logo, considerando as particularidades sob presença e ausência do estresse salino, o óxido nítrico parece auxiliar na germinação e no desenvolvimento normal das plântulas do feijão crioulo, mas não é capaz de reverter os efeitos negativos da salinidade com relação à velocidade da germinação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo observou-se o efeito negativo da exposição das sementes de feijão crioulo ao estresse salino com relação à germinação e ao desenvolvimento das plântulas: as médias de todas as características avaliadas indicam prejuízos ao processo germinativo em função da salinidade.

A avaliação conjunta das características em evidência (G%, IVG e PN%) é um bom indicativo de vigor de sementes, observando-se significância estatística para o efeito da interação entre o estresse salino e as concentrações de SNP para estas características.

De acordo com os dados observados sob efeitos desta interação, o uso do SNP como substância doadora de óxido nítrico na concentração de 0,100 mmol.L⁻¹ sob estresse salino sinaliza efeitos positivos desta molécula no vigor de sementes de feijão crioulo, com aumento das porcentagens de germinação e de plântulas normais (G% e PN%).

Sem a exposição ao estresse, a concentração de 1,000 mmol.L⁻¹ de SNP promove aumento da porcentagem de germinação e de plântulas normais do feijão crioulo. Maior IVG foi observado na concentração de até 0,100 mmol.L⁻¹ de SNP sem salinidade.

Assim, o uso do SNP na concentração de até 0,100 mmol.L⁻¹ pode trazer benefícios ao processo germinativo da variedade de feijão crioulo estudada, com perspectivas de ser avaliado em outras variedades de *P. vulgaris* e sob outras fontes de estresses.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA W.F. **Efeito da salinidade sobre a germinação e desenvolvimento inicial do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- ANDRÉO SOUZA, Y. *et al.* Efeito da salinidade na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão manso. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 2, p. 83-92, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000200010>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- BATAK, I. *et al.* The effects of potassium nitrate and NO-donors on phytochrome A-and phytochrome B-specific induced germination of *Arabidopsis thaliana* seeds. **Seed Science Research**, v. 12, n. 4, p. 253-259, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1079/SSR2002118>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- BELIGNI, M. V.; LAMATTINA, L. Nitric oxide stimulates seed germination de etiolation, and inhibits hypocotyls elongation, three light-inducible responses in plants. **Planta: an International Journal of Plant Biology**, v. 210, p. 215-221, 2000. Disponível em: [10.1007/PL00008128](https://doi.org/10.1007/PL00008128). Acesso em: 24 jan. 2024.

- BETHKE, P. C. *et al.* Dormancy of Arabidopsis seeds and barley grains can be broken by nitric oxide. **Planta: an International Journal of Plant Biology**, v. 219, p. 847-855, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00425-004-1282-x>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. 2009.
- DANTAS, B. F.; RIBEIRO R. S.; ARAGÃO, C.A. Germination, initial growth and cotyledon protein content of bean cultivars under salinity stress. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 106-110, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222007000200014>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- FERREIRA, Carlos Magri; BARRIGOSI, José Alexandre Freitas (ed.) **Arroz e feijão: tradição e segurança alimentar**. Brasília: Embrapa, 2021. *E-book*. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1134359/1/lv2021.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- KHAN, M. H.; PANDA, S. K. Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 30, n. 1, p. 81-89, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11738-007-0093-7>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- KOPYRA, M.; GWO'ZDZ, E. A. Nitric oxide stimulates seed germination and counteracts the inhibitory effect of heavy metals and salinity on root growth of *Lupinus luteus*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 41, p. 1011-1017, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2003.09.003>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- LIMA, B. G.; TORRES, S. B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 93-99, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/1455/pdf>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- LOPES, J. C.; MACEDO, C. M. P. Germinação de sementes de couve chinesa sob influência do teor de água, substrato e estresse salino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 3, p. 79-85, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000300011>. Acesso em: 24 jan. 2024.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962. Disponível em: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>. Acesso em: 24 jan. 2024.

- MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Características biométricas de mudas de *Eucalyptus* sp sob estresse salino. **Revista Árvore**, v. 31, n. 3, p. 365-372, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622007000300001>. Acesso em 24 jan. 2024.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 65-681, 2008. Disponível em: [10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911](https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911). Acesso em: 24 jan. 2024.
- MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environmental**, v. 25, p. 239-250, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.0016-8025.2001.00808.x>. Acesso em 24 jan. 2024.
- SARATH, G. et al. Nitric oxide accelerates seed germination in warm-season grasses. **Planta: an International Journal of Plant Biology** n. 223, p. 1154-1164, 2006. Disponível em: [10.1007/s00425-005-0162-3](https://doi.org/10.1007/s00425-005-0162-3). Acesso em 24 jan. 2024.
- SILVA, F. E. O. *et al.* Desenvolvimento vegetativo do feijão caupi irrigado com água salina em casa de vegetação. **Revista Caatinga**, v.22, n3, p156-159, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/1089>. Acesso em 24 jan. 2024.
- SPADETO, C. *et al.* Estresse salino e hídrico na germinação de sementes de garapa (*Apuleia leiocarpa* (VOGEL.) J. F. Macbr.). **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14; p. 539-551, 2012. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3882>. Acesso em 24 jan. 2024.
- UCHIDA, A. et al. Effects of hydrogen peroxide and nitric oxide on both salt and heat stress tolerance in rice. **Plant Science**, v. 163, p. 515-523, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00159-0](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00159-0). Acesso em 24 jan. 2024.
- ZHAO, M. G.; TIAN, Q. Y.; ZHANG W. H. Nitric oxide synthase-dependent nitric oxide production is associated with salt tolerance in Arabidopsis. **Plant Physiology**, v. 144, p. 206-217, 2007. Disponível em: [10.1104/pp.107.096842](https://doi.org/10.1104/pp.107.096842). Acesso em 24 jan. 2024

CAPÍTULO XVIII

EXAME METALOGRAFICO NA PERÍCIA CRIMINAL PARA A APURAÇÃO DE CRIMES ENVOLVENDO VEÍCULOS E ARMAS DE FOGO

METALLOGRAPHIC EXAMINATION IN CRIMINAL EXPERTISE TO INVESTIGATE CRIMES INVOLVING VEHICLES AND FIREARMS

DOI: 10.51859/ampla.dar4100-18

Maicon Henrique Braz Garcia ¹
 Patricia Daniele Silva dos Santos ²
 Amanda Cabriotti Assakawa ³
 Alisson de Lima Figueiredo ¹
 Oscar de Oliveira Santos Junior ⁴

¹ Mestrando em Química. Programa de Pós-Graduação em Química – UEM

² Pós-doutoranda em Química. Programa de Pós-Graduação em Química – UEM

³ Mestranda em Ciência de Alimentos. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos – UEM

⁴ Professor Adjunto do Departamento de Química. Universidade Estadual de Maringá – UEM

RESUMO

Com o aumento de furtos e roubos de veículos, há uma maior demanda para o setor de Investigação Veicular da Polícia Científica. O exame mais utilizado é o metalográfico, em que a solução química age de forma diferente nas regiões atingidas pela gravação, devido ao processo de gravação dos caracteres por punção, que compactou os átomos que antes estavam uniformemente distribuídos na rede cristalina da chapa metálica. A solução utilizada neste exame dependerá do tipo de metal e do estado de conservação do metal e por conta da alta corrosão, ele não é mais utilizado em armas de fogo. Sendo assim, essa pesquisa tem como objetivo relatar as principais metodologias utilizadas, bem como vantagens e desvantagens ao realizar o exame metalográfico.

Palavras-chave: Exame metalográfico. Identificação veicular. Perícia criminal. Polícia científica.

ABSTRACT

With the increase in vehicle theft and theft, there is a greater demand for the Scientific Police's Vehicular Investigation sector. The most commonly used examination is metallographic, in which the chemical solution acts differently in the regions affected by the engraving, due to the process of engraving the characters by punching, which compacted the atoms that were previously uniformly distributed in the crystalline lattice of the metal sheet. The solution used in this examination will depend on the type of metal and the state of conservation of the metal and due to the high corrosion, it is no longer used in firearms. Therefore, this research aims to report the main methodologies used, as well as advantages and disadvantages when carrying out metallographic examination.

Keywords: Metallographic examination. Vehicle identification. Criminal forensics Scientific Police.

1. INTRODUÇÃO

O furto e roubo de veículos é uma das modalidades de crimes mais comuns no Brasil e em outros países, responsável por causar efeitos prejudiciais para o indivíduo financeiramente, mas também trazendo consequências emocionais para as vítimas, além do medo crescente que é gerado na sociedade. Na grande maioria das vezes, esse crime é realizado com porte de arma de fogo ilegais.

Em 2023, apesar dos esforços para melhorar a segurança dos veículos e a apreensão de armas ilegais, essa ameaça ainda existe no contexto brasileiro, sendo que a média diária de roubo e furto de veículos durante o período de janeiro a julho é de 1000 casos, de acordo com a Confederação Nacional das Empresas de Seguros Gerais, Previdência Privada e Vida, Saúde Suplementar e Capitalização (CNseg). Já no cenário de 2022, ocorreram um total de 373.225 incidentes, em 2021 mais de 300.000 veículos foram roubados e em 2020 o número total foi de 299.500 casos (PTMS, 2024).

Muitas vezes, esses veículos roubados levam destinos que vão desde serem utilizados para cometer outros crimes, como assaltos por exemplo, como também o desmanche ilegal de peças e subsequente comercialização das peças, até a remarcação dos sinais de identificação do veículo para sua utilização como clones, de forma parcial ou completa. Então, com isso, pode-se dizer que o furto e roubo de veículos alimenta ainda mais a criminalidade no nosso país (MARTINIS, OLIVEIRA, 2015).

Ainda nesse cenário, durante o primeiro semestre de 2023, ocorreram a recuperação de 23.060 veículos, o que equivale a 35% do total de veículos roubados ou furtados neste mesmo período, representando um esforço contínuo da polícia em relação ao combate ao roubo e furto de veículos. Como parte da investigação criminal em casos de apreensão de veículos com suspeitas de adulteração, é necessário levantar suspeitas de violação. Portanto, o exame metalográfico é o procedimento utilizado nos institutos de criminalística para a realização rotineira de revelação de caracteres suprimidos ou alterados nas numerações de armas de fogo e veículos automotores, sendo, de forma simples, um processo de corrosão controlada onde a solução química utilizada irá agir de forma diferente nas regiões atingidas pela gravação adulterada, revelando momentaneamente a presença dos caracteres originais (MARTINIS, OLIVEIRA, 2015; DETRAN-MG, 2016; PTMS, 2024).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo relatar as principais metodologias utilizadas, bem como as vantagens e desvantagens ao realizar o exame metalográfico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No Brasil, veículos automotores e objetos de uso restrito como armas de fogo recebem uma gravação em baixo relevo com caracteres alfanuméricos que servem para sua identificação e são denominados de número de série. Nos veículos, esses caracteres são gravados no chassi, que fornece informações relacionadas a sua origem, continente, país, informações do fabricante e outras características do veículo. Ainda, a adulteração da numeração de veículos e armas é um sério problema enfrentado pelos órgãos de segurança pública, além de ser considerado crime, de acordo com o que consta no artigo 311 do código penal, acarretando em multa e à pena de reclusão de três a seis anos (MARTINIS, OLIVEIRA, 2015; BRUNI, VELHO, OLIVEIRA, 2019; CONJUR, 2023).

Em relação a essas adulterações que podem ocorrer e sob o ponto de vista estrutural, em uma chapa metálica polida, os átomos ficam espaçados uniformemente em sua rede cristalina. Quando o número é gravado no metal por punção (cunhagem a frio), a estrutura cristalina adjacente é distorcida e comprimida, sendo possível a visualização dos dígitos em baixo-relevo, que cria uma região mais densa na chapa metálica, exibindo alterações magnéticas, elétricas, químicas, de dureza e de resistência. Esta deformação é permanente até certa profundidade (MARTINIS, OLIVEIRA, 2015; BRUNI, VELHO, OLIVEIRA, 2019; TOCCHETTO, BALDASSO, 2020).

Mesmo que essa região seja removida ou alterada até que os caracteres originais desapareçam, permanecerá na região subjacente uma faixa do metal com alteração de estrutura cristalina, que após a reação com agente químico apropriado, torna-se visível momentaneamente em função da diferença de reatividade desta região com a área vizinha do metal, que não foi puncionada. Este procedimento é classificado pelos peritos como exame de identificação veicular e ensaio químico-metalográfico ou exame metalográfico (MARTINIS, OLIVEIRA, 2015).

Como citado anteriormente, este exame consiste em um processo de corrosão controlada com ácidos concentrados, onde a solução química irá agir de forma diferente nas regiões atingidas pela gravação (heterogeneidades da superfície), revelando

momentaneamente a presença dos caracteres originais. Os tipos mais comuns de adulteração de caracteres, que permitem a aplicação do exame metalográfico, são:

- Remoção da numeração: ação mecânica de raspagem da superfície metálica (limagem) e/ou martelagem da superfície com uma punção pontiaguda (puncionamento) e/ou utilização de uma broca (brocagem) e/ou utilização de aquecimento para remoção da numeração (soldagem);
- Regravação: remoção parcial ou completa dos caracteres e posterior regravação sobrepondo os números e letras por semelhantes;
- Recobrimento: por meio de massa plástica, soldagem ou soldagem de outra placa metálica para recobrir parcial ou total os caracteres;
- Transplante/Implante: substituição da chapa registrada por outra de outro veículo;
- Remontagem: aproveitamento de determinadas partes inteiras de outros veículos onde estão localizados os caracteres.

Contudo, caso a adulteração aconteça por brocagem ou soldagem, os caracteres alfanuméricos originais serão removidos permanentemente e, por conseguinte, o exame metalográfico não será conclusivo, pois tais adulterações alteram a própria estrutura cristalina dificultando sua identificação (TOCCHETTO, BALDASSO, 2020).

A escolha da solução ácida utilizada no exame metalográfico depende da liga metálica em que será aplicado. A seguir, nas tabelas abaixo, estão apresentadas as ligas metálicas mais utilizadas na fabricação das peças onde apresentam os caracteres de identificação de armas e veículos automotores, como também os principais reveladores químicos utilizados para a realização do exame metalográfico de acordo com a estrutura metálica (MARTINIS, OLIVEIRA, 2015; BRUNI, VELHO, OLIVEIRA, 2019; TOCCHETTO, BALDASSO, 2020).

Tabela 1 – Reagentes para peças em alumínio e suas ligas

Composição	Reagentes de Keller	Reagentes de Tucker
Ácido Fluorídrico (HF)	2 mL	15 mL
Ácido clorídrico (HCl)	3 mL	45 mL
Ácido nítrico (HNO ₃)	5 mL	15 mL
Água destilada (H ₂ O)	190 mL	75 mL

Fonte: Autoria própria.

Tabela 2 – Reagentes para peças em aço carbono e titânio

Composição*	REAGENTE DE HATCHER		
	I	II	III
Ácido clorídrico concentrado 37% (HCl)	55 mL	40 mL	120 mL
Cloreto cuproso (CuCl)	4 g	-	-
Cloreto cúprico (CuCl ₂)	11 g	5 g	90 g
Água destilada (H ₂ O)	31 mL	30 mL	100 mL
Etanol anidro (CH ₃ CH ₂ OH)	-	25 mL	-

*As composições foram organizadas em forma crescente de acidez, sendo a composição III a que possui maior caráter ácido atuando de forma mais agressiva no metal podendo danificar mais a peça.

Fonte: Autoria própria.

A composição III é utilizada em superfícies metálicas com alto teor de ferrugem, principalmente em armas velhas ou em mau estado de conservação. Em casos assim, é necessário ser feito primeiramente o espelhamento da superfície metálica e posterior aplicação do reativo, que irá revelar o número em três ou quatro minutos, caso contrário, realizar a limpeza e uma nova aplicação. A composição II é a mais utilizada em armas de fogo em bom estado de conservação. Contudo, como este exame utiliza ácidos concentrados, ele acaba danificando muito o metal da arma mesmo realizando a neutralização do ácido após o teste, portanto, ele não é mais utilizado em armas de fogo (MARTINIS, OLIVEIRA, 2015).

Tabela 3 – Reagentes para peças em aço inoxidável

Composição*	REAGENTE DE BESSEMAN E HAEMERS	
	A	B
Ácido clorídrico concentrado 37% (HCl)	120 mL	120 mL
Etanol anidro (CH ₃ CH ₂ OH)	100 mL	1000 mL
Cloreto férrico (FeCl ₃)	8 g	130 g
Cloreto de cúprico (CuCl ₂)	6 g	80 g

*Composição A possui maior nível de acidez que a composição B, sendo a primeira a mais concentrada e exigindo maiores cuidados.

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4 – Reagentes para peças de aço em geral

Composição	SOLUÇÃO ÁCIDA	REAGENTE FRY I	REAGENTE FRY II	REAGENTE WAZAU
Ácido clorídrico (HCl)	38 mL	30 mL	120 mL	180 mL
Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)	12 mL	-	-	-
Água destilada (H ₂ O)	50 mL	95 mL	100 mL	100 mL
Cloreto cúprico (CuCl ₂)	-	1,5 mL	90 mL	45 g
Álcool etílico anidro (CH ₃ CH ₂ OH)	-	100 mL	-	-

Fonte: Autoria própria.

Pelo fato deste trabalho estar envolvido e em contato direto com substâncias químicas corrosivas, o perito deve lembrar de utilizar sempre os equipamentos de proteção individual (EPI), a fim de garantir a segurança durante seu trabalho. Para que o exame metalográfico seja concluído, são realizados os seguintes procedimentos: inicialmente, é preciso remover a tinta e outras substâncias que possam interferir na análise, como poeira, sujeira, graxa e óleo, utilizando o solvente orgânico nesse processo e, se necessário, desengordurar com acetona ou clorofórmio. Depois, a parte metálica deve ser polida com um papel de lixa, deixando a superfície com aparência lisa, uniforme e brilhante. Por fim, o reativo deve ser aplicado uniformemente com o uso de uma haste flexível de algodão (*swab*), lembrando de observar, em intervalos de 5 a 10 minutos, o aparecimento de caracteres, que podem ser melhor visualizados com luz rasante (iluminação oblíqua). A última etapa é registrar com máquina fotográfica e anotar os caracteres. Após o registro, o local deve ser lavado com água e algodão limpo e ao final da limpeza, realizar a aplicação de graxa, vaselina, ou óleo neutro para proteger a área da corrosão e assim, evitar a oxidação que pode ser causada devido ao contato direto com o ar atmosférico. Em caso negativo, repetir a aplicação do reativo em intervalos de tempo regulares (BRUNI, VELHO, OLIVEIRA, 2019).

Esse reativo ácido é aplicado apenas quando o veículo apresenta indícios de adulteração, por ser danoso ao veículo. Antes disso, é feito primeiro a análise de todas as etiquetas destrutivas de identificação do veículo localizadas na porta do passageiro, na parte inferior do banco do passageiro e próximo ao abastecimento de água do veículo. Depois, é feita a análise dos caracteres impressos nos vidros do veículo. É importante observar que tanto as etiquetas, quanto os caracteres impressos no vidro devem condizer com os oito últimos dígitos do chassi. Entre os vestígios que podem ser

considerados indícios estão: adulterações nos caracteres dos vidros do veículo; adulteração das etiquetas destrutivas; marcas de lixamento; repintura; solda, entre outras próximas ao chassi.

Em alguns casos é possível a detecção de todos os caracteres. Mas nem sempre isso ocorre, sendo visível apenas alguns poucos caracteres alfanuméricos ou não os identificando com clareza. Mesmo nestes casos, é possível confirmar que houve a adulteração por aparecer sombreamento de outros caracteres não condizentes com os do chassi, mesmo que não tenha sido possível identificar de forma clara os caracteres alfanuméricos originais do veículo. Sendo assim, por meio deste teste químico é possível comprovar a realização de um crime em conjunto com os vestígios encontrados.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As soluções corrosivas utilizadas no exame metalográfico dependem do tipo de metal e da situação em que se encontram, sendo bom estado ou má conservação. Devido aos possíveis estragos que podem vir a acontecer depois da aplicação, elas não são mais utilizadas para análise do número de série de armas ilegais. Com a grande quantidade de crimes que envolvem veículos, a demanda em veículos é extremamente grande e apesar da utilização das soluções acarretarem certos riscos ao aplicador, esse exame é considerado um método rápido, e mesmo que em alguns casos não seja possível fazer a identificação do número completo do chassi, ela torna-se possível somado aos outros indícios de adulteração. Portanto, faz-se necessário a realização de pesquisas e estudos mais aprofundados sobre o tema, trazendo melhorias que possam vir a facilitar e tornar mais eficiente o trabalho dos peritos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao grupo de pesquisa APLE-A/CNPq da Universidade Estadual de Maringá.

REFERÊNCIAS

BRUNI, A. T.; VELHO, J. A.; OLIVEIRA, M. F. de. (Org.). **Fundamentos de Química Forense: uma análise prática da química que soluciona crimes**. 2. ed. rev. atu. e amp. Campinas, SP: Millennium Editora, 2019.

CONSULTOR JURÍDICO. Placa artesanal e adulteração de motor: veja os novos crimes do artigo 311 do CP. **CONJUR**, 2023. Disponível em:

<<https://www.conjur.com.br/2023-mai-11/novos-crimes-previstos-artigo-311-codigo-penal/>>. Acesso em: fevereiro, 2024.

COORDENADORIA ESTADUAL DE GESTÃO DE TRÂNSITO. Exames metalográficos auxiliam a polícia civil na apuração de crimes envolvendo veículos. **DETRAN-MG**, 2016. Disponível em: <<https://www.transito.mg.gov.br/sobre-1/sala-de-imprensa/noticias/exames-metalograficos-auxiliam-a-policia-civil-na-apuracao-de-crimes-envolvendo-veiculos>>. Acesso em: fevereiro, 2024.

MARTINIS, B. S. de; OLIVEIRA, M. F. de. (Org.). **Química Forense Experimental**. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

PORTAL DO TRÂNSITO, MOBILIDADE E SUSTENTABILIDADE (PTMS). Brasil registrou 1000 roubos de carros por dia em 2023: O Volkswagen Gol está no topo da lista de veículos com maior risco de roubo. **Portal do trânsito e mobilidade**, 2024. Disponível em: <<https://www.portaldotransito.com.br/noticias/mobilidade-e-tecnologia/veiculos/brasil-registrou-mil-roubos-de-carros-por-dia-em-2023/>>. Acesso em: fevereiro, 2024.

TOCCHETTO, D. (Org.); BALDASSO, J. P. **Balística Forense: aspectos técnicos e jurídicos**. 10. ed. rev. e atu. Campinas, SP: Millennium Editora, 2020.



AMPLLA
EDITORA

