

Jader Silveira (Org.)

EQUILÍBRIO VERDE

Abordagens para um
Futuro Sustentável

Jader Silveira (Org.)

EQUILÍBRIO VERDE

Abordagens para um
Futuro Sustentável

© 2024 – Editora Progresso

www.editoraprogresso.com.br

progressoeditorial@gmail.com

Organizador

Jader Luís da Silveira

Editor Chefe: Jader Luís da Silveira

Editores e Arte: Resiane Paula da Silveira

Capa: Freepik/Progresso

Revisão: Respective autores dos artigos

Conselho Editorial

Ma. Silvia Mara da Silva, Universidade Estadual de Maringá, UEM

Ma. Silvana Maria Aparecida Viana Santos, Facultad Interamericana de Ciencias Sociales, FICS

Ma. Yanne Maira Silva, Universidade Federal de Uberlândia, UFU

Dr. Guilherme Esteves Galvão Lopes, Fundação Getúlio Vargas, FGV

Ma. Grazielle Gorete Portella da Fonseca, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC

Me. Tiago José da Silva Tabayara, Universidade Federal do Pará, UFPA

Ma. Sofia de Moraes Arnaldo, Universidade de Fortaleza, UNIFOR

Me. Denilson Marques dos Santos, Universidade do Estado do Pará, UEPA

Ma. Larissa Cristina Cardoso dos Anjos, Universidade Federal do Amazonas, UFAM

Ma. Luana Ferreira dos Santos, Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC

Ma. Ana Paula Cota Moreira, Fundação Comunitária Educacional e Cultural de João Monlevade, FUNCEC

Esp. Resiane Paula da Silveira, Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais, SEEMG

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

	Silveira, Jader Luís da
S587e	Equilíbrio Verde: Abordagens para um Futuro Sustentável - Volume 1 / Jader Luís da Silveira (organizador). – Formiga (MG): Editora Progresso, 2024. 69 p. : il.
	Formato: PDF
	Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
	Modo de acesso: World Wide Web
	Inclui bibliografia
	ISBN 978-65-83392-04-6
	DOI: 10.5281/zenodo.14037496
	1. Sustentabilidade. 2. Meio Ambiente e Ecologia. 3. Ciências Agrárias. I. Silveira, Jader Luís da. II. Título.
	CDD: 630.7
	CDU: 631/63

Os artigos, seus conteúdos, textos e contextos que participam da presente obra apresentam responsabilidade de seus autores.

Downloads podem ser feitos com créditos aos autores. São proibidas as modificações e os fins comerciais.

Proibido plágio e todas as formas de cópias.

Editora Progresso
CNPJ: 35.335.163/0001-00
Telefone: +55 (37) 99855-6001
www.editoraprogresso.com.br
progressoeditorial@gmail.com
Formiga - MG
Catálogo Geral: <https://editoras.grupomultiatual.com.br/>

Acesse a obra originalmente publicada em:
<https://www.editoraprogresso.com.br/2024/11/equilibrio-verde-abordagens-para-um.html>



AUTORES

**Daniel Alves da Mata
Deborah Ketlyn Pacheco Ferreira
Djair Alves da Mata
Francisco Gledson da Silva
Haroldo Tavares Elias
Isabele Augusta Gonçalves Souza
Ivana Tito Sousa
Jakeline Florêncio da Silva
José da Silva Júnior
José Roberto Santana da Silva
Josefa Fabiana Aragão de Lima Santos
Junior Viegas Soares
Romildo Araújo Macena
Rosandro Boligon Minuzzi
Samuel Gomes de Farias Júnior
Sérgio Rodrigues de Souza
Teonis Batista da Silva
Viviane Lima Martins**

APRESENTAÇÃO

Em um momento histórico em que as crises ambientais e sociais se entrelaçam de forma alarmante, a busca por soluções sustentáveis torna-se não apenas uma necessidade, mas uma urgência imperativa para a sobrevivência das futuras gerações. *Equilíbrio Verde: Abordagens para um Futuro Sustentável* se apresenta como um compêndio significativo de reflexões e propostas que visam traçar caminhos viáveis rumo à sustentabilidade em suas múltiplas dimensões. Esta obra convoca estudiosos, profissionais e cidadãos a repensar as interações entre os seres humanos e o meio ambiente, reconhecendo que o equilíbrio ecológico é a base para a construção de uma sociedade mais justa e resiliente.

Os capítulos articulam uma diversidade de perspectivas que abrangem desde a ecologia e a economia até a sociologia e a ética, promovendo um diálogo interdisciplinar essencial para a compreensão das complexas inter-relações que permeiam a questão ambiental. Os autores apresentam uma análise crítica dos modelos de desenvolvimento vigentes, refletindo sobre as implicações das práticas atuais e propondo alternativas que priorizam a harmonia entre o progresso econômico e a preservação dos recursos naturais. Ao longo da obra, são discutidos conceitos fundamentais, como a justiça ambiental, a economia circular, a conservação da biodiversidade e o papel da educação ambiental na formação de uma consciência coletiva voltada para a sustentabilidade.

O livro também destaca a importância da inovação e da tecnologia como ferramentas cruciais para a implementação de soluções sustentáveis. A exploração de práticas e políticas que visam a redução da pegada ecológica e o aumento da eficiência energética revela-se um elemento central nas propostas apresentadas. Os autores argumentam que a transição para um futuro sustentável requer não apenas mudanças no comportamento individual, mas também transformações sistêmicas que envolvem a colaboração entre governos, empresas e a sociedade civil.

Equilíbrio Verde é, um chamado à ação que transcende o discurso teórico, buscando inspirar o leitor a adotar uma postura proativa diante dos desafios ambientais. Este livro propõe uma visão integrada e holística, enfatizando que a sustentabilidade não deve ser vista como um fim em si, mas como um processo

contínuo de aprendizagem e adaptação que requer a participação de todos. A obra sugere que o futuro que almejamos depende de um comprometimento coletivo em reimaginar nossas relações com o planeta e entre nós mesmos.

Esperamos que a obra motive reflexões profundas e impulsione iniciativas concretas em prol de um mundo mais equilibrado e sustentável. Ao abraçar as abordagens inovadoras apresentadas nesta obra, esperamos que cada leitor se torne um agente de transformação, contribuindo para a construção de um futuro em que o respeito ao meio ambiente e o bem-estar social sejam os pilares de uma nova era de convivência e prosperidade.

SUMÁRIO

Capítulo 1		
MODELAGEM AGROMETEOROLÓGICA PARA ESTIMATIVA AUTOMÁTICA DE PRODUTIVIDADE DE MILHO EM SANTA CATARINA		09
<i>Rosandro Boligon Minuzzi; Haroldo Tavares Elias; José da Silva Júnior</i>		
<hr/>		
Capítulo 2		
APICULTURA SUSTENTÁVEL NA PARAÍBA: INTEGRANDO CONSCIÊNCIA VERDE E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL		
<i>Djair Alves da Mata; Francisco Gledson da Silva; Teonis Batista da Silva; Junior Viegas Soares; Jakeline Florêncio da Silva; José Roberto Santana da Silva; Daniel Alves da Mata; Romildo Araújo Macena; Ivana Tito Sousa; Josefa Fabiana Aragão de Lima Santos</i>		18
<hr/>		
Capítulo 3		
AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA UNIDADE ESCOLAR COMO INSTRUMENTO PARA UM PLANO DE GESTÃO		35
<i>Samuel Gomes de Farias Júnior; Viviane Lima Martins</i>		
<hr/>		
Capítulo 4		
MUTAÇÃO EPIGENÉTICA EM ANIMAIS: DISCUSSÃO EM RELAÇÃO ÀS PROBLEMÁTICAS MAIS SIGNIFICATIVAS DOS SÉCULOS XX E XXI		
<i>Isabele Augusta Gonçalves Souza; Deborah Ketlyn Pacheco Ferreira; Sérgio Rodrigues de Souza</i>		56



Capítulo 1
MODELAGEM AGROMETEOROLÓGICA PARA
ESTIMATIVA AUTOMÁTICA DE PRODUTIVIDADE DE
MILHO EM SANTA CATARINA

Rosandro Boligon Minuzzi

Haroldo Tavares Elias

José da Silva Júnior



MODELAGEM AGROMETEOROLÓGICA PARA ESTIMATIVA AUTOMÁTICA DE PRODUTIVIDADE DE MILHO EM SANTA CATARINA

Rosandro Boligon Minuzzi

Meteorologista, professor da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Haroldo Tavares Elias

Engenheiro agrônomo, analista de Socioeconomia e Desenvolvimento Rural da Epagri/CEPA (Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola)

José da Silva Júnior

Físico e economista, analista de sistemas no Centro de Informática e Automação do Estado de Santa Catarina (CIASC)

RESUMO

O objetivo neste estudo foi de desenvolver modelos para estimar a produtividade de milho em Santa Catarina. Três índices agrometeorológicos foram obtidos para correlacionar com dados de produtividade de milho em seis municípios e microrregiões do estado. Os índices foram obtidos por meio do balanço hídrico sequencial realizados para cada local de 2003 a 2021. Exceto na região de Major Vieira, foi possível obter modelos para estimativa de produtividade de milho com os três índices usando o método de regressão linear. O monitoramento diário na estimativa da produtividade é feito de forma automática para quatro datas de semeadura, com a obtenção da temperatura média do ar e o total de chuva registrada em estações meteorológicas, sendo mais uma ferramenta para auxiliar no levantamento de dados de produtividade para o milho.

Palavras-chave: balanço hídrico, evapotranspiração, índice de seca.

ABSTRACT

The objective of this study was to develop models to estimate maize yield in Santa Catarina. Three agrometeorological indices were

obtained to correlate with maize yield data in six cities and microregions of State. The indices were obtained through the sequential water balance carried out for each location from 2003 to 2021. Except in the Major Vieira region, it was possible to obtain models to estimate maize yield with the three indices using the linear regression method. Daily monitoring in estimating yield is done automatically for four sowing dates, obtaining the average air temperature and total rainfall recorded at meteorological stations, being another tool to assist in collecting productivity data for the maize.

Keywords: water balance; evapotranspiration; drought index.

INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas com distribuição geográfica mais abrangente no País e no estado de Santa Catarina, o que se deve ao fato de ser uma cultura anual de estação quente, com ampla variabilidade (BERGANASCHI & MATZENAUER, 2014). Proporcionalmente, Santa Catarina é um dos maiores produtores de milho do Brasil, pois sua área cultivada oscila entre 295 mil e 370 mil hectares (ha), e a produção entre 1,9 milhões e 3,3 milhões de toneladas (t), nos últimos 10 anos (EPAGRI-CEPA, 2024). O Estado tem produção abaixo da demanda de milho, com déficit superior a 5 milhões de toneladas anual para suprimento da cadeia da produção de proteína animal. Esse déficit estrutural é suprido por importações interestaduais e internacionais, notadamente do Paraguai e da Argentina (ELIAS, 2024). A modelagem agrometeorológica permite, antecipadamente, o conhecimento quantitativo da influência das condições climáticas sobre o desenvolvimento e a produção de culturas agrícolas. Embora dados de temperatura do ar e de precipitação sejam habitualmente usados para averiguar e quantificar ocorrências de seca agrícola, o uso de índices oriundos dessas variáveis são indicadores mais eficientes na determinação da variação na produtividade devido somente ao déficit hídrico. Como exemplo, Alves et al. (2021) usaram índices oriundos do balanço hídrico para identificar secas agrícolas e estimar a produtividade de milho em Campos Novos, Santa Catarina.

A Epagri-Cepa realiza o acompanhamento da safra dos principais produtos de Santa Catarina, levantando informações da área, produção e rendimento das culturas e produtos cultivados. Este acompanhamento é essencial para auxiliar na

tomada de decisões para implementação de políticas públicas, gerenciamento de riscos e otimização às mudanças. O acesso a esses dados e sua análise podem ajudar os agricultores a melhorar a eficiência, a produtividade e a rentabilidade de suas operações agrícolas (EPAGRI-CEPA, 2024). Por isso, o objetivo deste estudo foi definir índices agrometeorológicos que possam ser usados para estimar a produtividade de milho em alguns municípios e microrregiões de Santa Catarina.

METODOLOGIA

Foram utilizados dados meteorológicos diários a partir de 2003 até 2021, de estações localizadas nos municípios de Chapecó, Campos Novos, Xanxerê, Lages, Major Vieira e São Miguel do Oeste, no estado de Santa Catarina (Figura 1), sendo pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e à Empresa de Pesquisa e Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

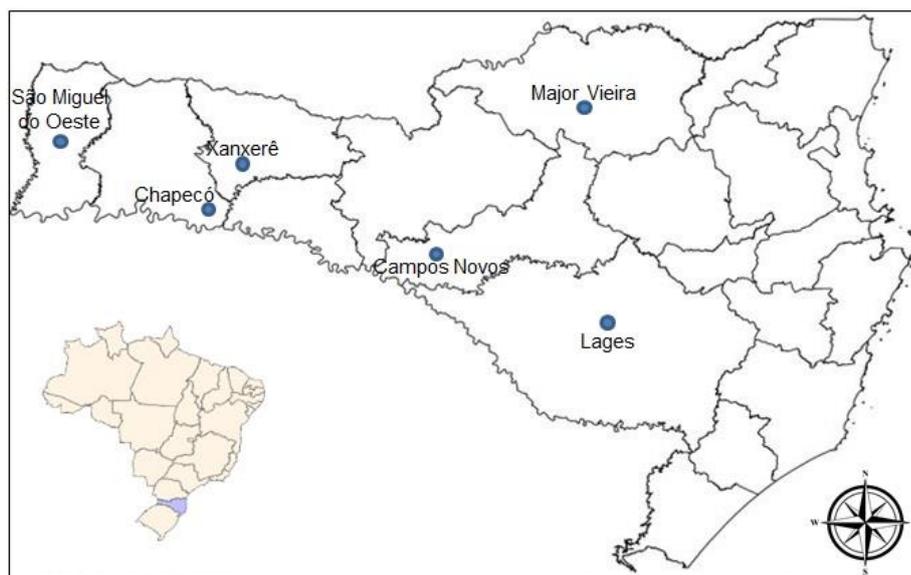


Figura 1: Localização dos municípios com estações meteorológicas usadas no estudo em suas respectivas microrregiões de Santa Catarina.

Fonte: os autores

Os dados de produtividade de milho para os referidos municípios e microrregiões onde estão localizados foram obtidos através da base de dados do Sistema IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) de Recuperação Automática (IBGE-SIDRA) e da Epagri-CEPA. A série histórica variou em função da disponibilidade de dados meteorológicos para cada um dos referidos municípios usados no estudo.

Com os dados meteorológicos foram obtidos os seguintes índices e, ou, componentes do balanço hídrico do solo para determinar as correlações com a produtividade agrícola: $\frac{ETR}{ETc}$, DEF (déficit hídrico) e CWSI.

O CWSI (Crop Water Stress Index) é o Índice de Estresse Hídrico da Cultura. É um método teórico em que a resposta de cultura agrícola é baseada na relação entre a evapotranspiração real (ETR) e a evapotranspiração máxima da cultura (ETc). A razão entre ETR e ETc é representada por Z, conforme equação 1:

$$Z = \left[\left(\frac{ARM}{CAD} \right) - \left(\frac{ETR}{ETc} \right) \right] \quad (1)$$

onde, ARM, é o armazenamento de água no solo; e o CAD é a capacidade máxima de água disponível (mm), variável em função do tipo de cultura e do solo, que foi considerado de textura média. Assim, o CAD para o milho foi de 50 mm.

As variáveis necessárias para o cálculo dos índices foram obtidas pelo balanço hídrico sequencial usando a metodologia desenvolvida em 1955 por Thornthwaite e Mather. Em cada safra, foram realizados quatro balanços hídricos em função de diferentes datas de semeadura espaçadas em 15 dias que variaram entre 15 de setembro a 1º de novembro de acordo com os dados repassados pela Epagri-CEPA para cada município. Assim, os índices para cada safra foram oriundos da média de quatro valores.

Os dados de produtividade foram inicialmente submetidos ao teste de Mann-Kendall, para avaliar a tendência de aumento/diminuição estatisticamente significativa a 5% para o milho em cada município/microrregião, devido ao efeito de tecnologias incorporadas no sistema de produção das culturas no decorrer do período analisado. Assim, para retirar a tendência tecnológica dos dados de produtividade daquele decorrente da variabilidade climática interanual, utilizou-se a equação 2.

$$Y = Y_i - (Y_{ix} - Y_o) \quad (2)$$

onde, Y, Y_i, Y_{ix}, Y_o, são a produtividade do ano i corrigido, a produtividade original do ano i, a produtividade do ano i estimado pelo modelo de regressão linear e a

produtividade do primeiro ano da série histórica estimada pelo modelo de regressão, respectivamente.

Como exemplo, o comparativo dos dados observados de produtividade de milho com aqueles sem o efeito da tecnologia nas microrregiões de Curitiba (a) e de Chapecó (b) são apresentados na Figura 2. Fica evidente a tendência de aumento dos dados originais de produtividade e a sua ausência pelas linhas de tendência.

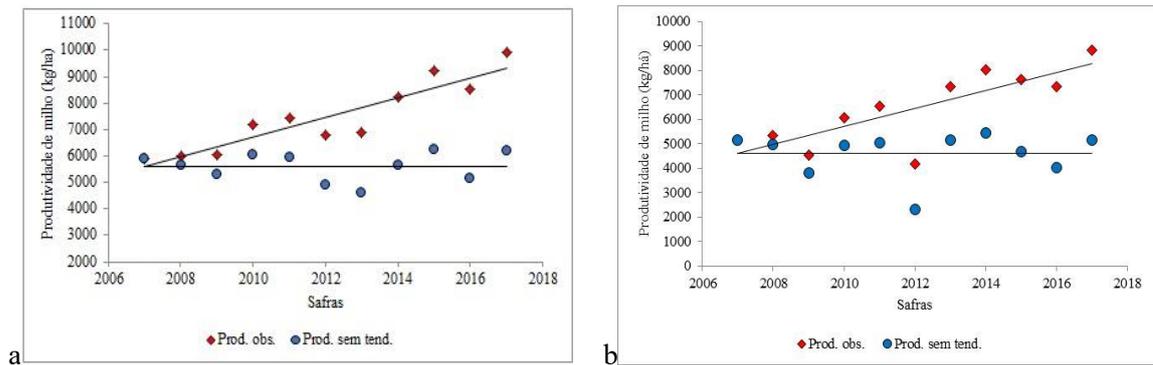


Figura 2: Produtividade de milho (kg/ha) observado e sem tendência tecnológica nas microrregiões de Curitiba (a) e de Chapecó (b).

Fonte: os autores

Os índices agrometeorológicos (variáveis independentes) foram correlacionados com a produtividade observada (variável dependente) usando o método da regressão linear polinomial de 1º ou 2º ordem, sendo definido aquele com melhor ajuste em função do menor valor-p com o maior coeficiente de determinação (R^2). A significância estatística das regressões foi avaliada com o uso do valor-p.

RESULTADOS

As informações da Tabela 1 mostram somente as equações para estimativa de produtividade (Y) do milho que foram estatisticamente significativas para os citados municípios e, ou, microrregiões onde estes localizam-se. As equações que necessitam de DEF (déficit hídrico) como variável preditora, somente podem ser usadas para estimar a produtividade após a colheita, por ter sido um valor baseado na somatória observada durante todo o ciclo. Os demais índices podem ser usados para monitoramento diário de produtividade em qualquer momento durante o ciclo do milho, bastando considerar a média do momento da semeadura até a última data

com registros de dados meteorológicos. Desta forma, o modelo estará estimando qual seria a produtividade em função das condições meteorológicas observadas da semeadura até a referida data. Ressalta-se que os modelos consideram apenas índices relacionados ao déficit hídrico, isto é, demais adversidades que eventualmente podem influenciar a produtividade agrícola, como precipitação de granizo, geada, pragas e doenças, não são consideradas nas estimativas, além da diversidade de cultivares.

Município: São Miguel do Oeste	$Y = -76680.(ETR/ETc)^2 + 115800.(ETR/ETc) - 36090$ $Y = -125000.(CWSI)^2 + 89090.CWSI - 8103$ $**Y = -0,201.(DEF)^2 + 49,9.DEF + 4480$ $**Y = 31878 - 21833.(ETR/ETc) - 62,925.DEF$
Microrregião: São Miguel do Oeste	$**Y = (-16,94.DEF + 7996) + [(263,5.ANO - 524100) - 5535]$ $Y = (8861.(ETR/ETc) - 895,8) + [(263,5.ANO - 524100) - 5535]$
Microrregião: Curitibanos	$***Y = (7595.(ETR/ETc) - 792,6) + [(-746700 + 374,8.ANO) - 5523,6]$
Microrregião: Chapecó	$Y = (-100400.(ETR/ETc)^2 + 146000.(ETR/ETc) - 47760) + [(367,8.ANO - 733500) - 4674,6]$
Município: Lages	$Y = (-2052.(ETR/ETc) + 10090) + [(445,7.ANO - 889600) - 8485,5]$
Município: Xanxerê	$Y = 12030.(ETR/ETc) + 501,4$ $**Y = -21,55.DEF + 12290$
Microrregião: Xanxerê	$Y = 14410.(ETR/ETc) - 2306$ $**Y = -25,44.DEF + 11770$

Tabela 1: Equações* para estimativa de produtividade (Y) de milho em alguns municípios e microrregiões de Santa Catarina.

Fonte: os autores

*ANO nas equações, refere-se ao ano em que se está fazendo a estimativa de produtividade.

** Estimativas devem ser consideradas apenas após o término do ciclo.

*** Considerar dados meteorológicos da estação de Campos Novos

Todo o procedimento na estimativa de produtividade é realizado e disponibilizado automaticamente e diariamente, com a obtenção da temperatura média do ar e o total de chuva oriundo das estações meteorológicas automáticas que são armazenados no servidor da Epagri. Com estes dados diários, são obtidos

os índices agrometeorológicos necessários nas equações para estimativa da produtividade agrícola. Assim, diariamente, com os índices obtidos a partir dos registros do dia anterior é gerado um novo ponto na curva de evolução da produtividade futura dentro da semeadura correspondente. Essas curvas de estimativa de produtividade são apresentadas através de ferramenta de visualização (Power BI) e separadas para semeaduras e por filtros de município ou microrregiões. As curvas são atualizadas diariamente às oito horas da manhã. Esta etapa da automação e disponibilização dos dados na plataforma BoaVista. Nesta plataforma de acesso restrito, o usuário pode visualizar a produtividade estimada para o milho e município/microrregião para cada uma das quatro datas de semeadura usadas no estudo ou a média destas datas (Figura 3). Desta forma, pode-se como exemplo, ter uma produtividade estimada para quem semeou precocemente e, ou, tardiamente.

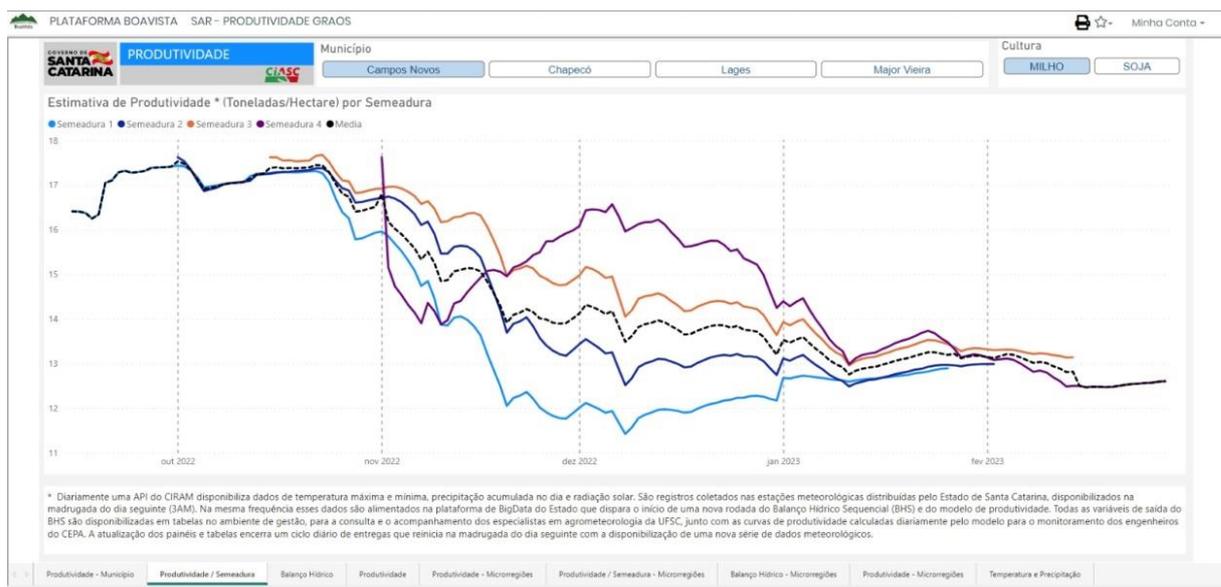


Figura 3: Gráfico gerado na plataforma Boa Vista mostrando a variação diária na produtividade estimada de milho para quatro datas de semeadura (linhas contínuas coloridas) e a média destas (linha preta pontilhada), para o município de Campos Novos.

Fonte: os autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da viabilidade de estimar diariamente a produtividade da principal cultura de grãos em Santa Catarina, estas informações se apresentam como mais uma ferramenta para a obtenção desta informação que tem sido usada em conjunto com os habituais levantamentos a campo feito pelos agentes de mercado da Epagri-

Cepa, auxiliando na elaboração dos boletins/informes de safra agrícola do Estado. Espera-se que a integração de métodos agrometeorológicos e análise de dados em tempo real proporcionem informações rápidas e objetivas sobre a produtividade do milho. A integração de métodos objetivos e subjetivos, aliada ao uso de dados disponíveis fornece informações estratégicas para o setor agrícola de Santa Catarina, contribuindo para o desenvolvimento sustentável das cadeias de grãos e proteína animal.

A metodologia utilizada neste estudo que oferece as supracitadas vantagens para estimar diariamente e de forma automatizada a produtividade, pode ser aplicada para outras culturas e estabelecimentos que atuam na área de mercado agrícola. Logicamente que demais variáveis preditoras relacionadas a outras adversidades meteorológicas e, ou, pragas/doenças, podem ser incluídas nas equações para tornar as estimativas mais precisas, mesmo que o déficit hídrico oriundo de secas seja o principal fator influente na produtividade agrícola.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M.P.; MINUZZI, R.B.; CARIN, M.L. Identificação de estiagens e estimativas de produtividade de milho para o município de Campos Novos, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28, p.101-117, 2021.
- BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 84p., 2014.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília-DF, v. 8, n. 10, 2021
- EPAGRI-CEPA. Infoagro - **Sistema de Acompanhamento de safra**. Disponível em: <<https://www.infoagro.sc.gov.br/safra/safras/>>. Acesso em: 16 jul. 2024.
- ELIAS, H.T. **Milho**. In: Boletim Agropecuário. Epagri, n.134. p. 21-24, 2024 Disponível em: <<https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/publicacoes/boletim-agropecuario>>. Acesso em: 16 jul. 2024.



Capítulo 2
APICULTURA SUSTENTÁVEL NA PARAÍBA:
INTEGRANDO CONSCIÊNCIA VERDE E
CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

Djair Alves da Mata
Francisco Gledson da Silva
Teonis Batista da Silva
Junior Viegas Soares
Jakeline Florêncio da Silva
José Roberto Santana da Silva
Daniel Alves da Mata
Romildo Araújo Macena
Ivana Tito Sousa
Josefa Fabiana Aragão de Lima Santos



APICULTURA SUSTENTÁVEL NA PARAÍBA: INTEGRANDO CONSCIÊNCIA VERDE E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL

Djair Alves da Mata

*Doutorando em Agronomia,
Universidade Federal da Paraíba – UFPB,
alvesdjair52@gmail.com*

Francisco Gledson da Silva

*Mestrado em Agronomia,
Universidade Federal da Paraíba – UFPB,
fgsilva0711@gmail.com*

Teonis Batista da Silva

*Doutorando em Ciências Agrárias,
Universidade Federal do Piauí - UFPI,
teonisbatista@hotmail.com*

Junior Viegas Soares

*Mestrando em Ciências Agrárias,
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB,
juniorviegas.agronomo@gmail.com*

Jakeline Florêncio da Silva

*Mestranda em Agronomia,
Universidade Federal da Paraíba - UFPB,
jakelive_15@hotmail.com*

José Roberto Santana da Silva

*Graduando em Agronomia,
Universidade Federal da Paraíba – UFPB,
nub.53card@gmail.com*

Daniel Alves da Mata

*Graduação em Ciências Biológicas,
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG,
danielalves0202.da@gmail.com*

Romildo Araújo Macena

*Mestrado em Ciências Florestais,
Universidade Federal de Campina Grande - UFCG,
romildoa80@gmail.com*

Ivana Tito Sousa

*Mestranda em Ciência do Solo,
Universidade Federal da Paraíba – UFPB,
Ivanatito20@gmail.com*

Josefa Fabiana Aragão de Lima Santos

*Universidade Del Sol - ESL,
Mestranda em Ciências da Educação,
fabianaaragao07@gmail.com*

RESUMO

A apicultura sustentável na Paraíba é uma prática que integra consciência ambiental e conservação dos recursos naturais. Este estudo tem como objetivo analisar como a apicultura pode contribuir para a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável na região. Para tanto, a metodologia envolveu uma revisão sistemática de literatura, utilizando bases de dados como Google Scholar e Scopus, além da análise de dados do Censo Agropecuário de 2017. Os resultados indicam um crescimento na produção de mel na Paraíba, que aumentou de 319.994 kg em 2014 para 357.594 kg em 2022, após um período de declínio entre 2015 e 2017. O valor da produção também cresceu, atingindo R\$ 7.570 mil em 2022. Ademais, o estudo aponta que melhorias nas práticas de manejo, como a adoção de sistemas apícolas migratórios, e condições climáticas favoráveis foram fatores-chave para o aumento da produção de mel no semiárido da Paraíba. Além disso, a educação ambiental e a capacitação de apicultores em práticas sustentáveis têm sido essenciais para fortalecer a relação entre a apicultura e a conservação ambiental na região. Em síntese, a apicultura na Paraíba não apenas gera renda, mas também desempenha um papel crucial na polinização e na manutenção da biodiversidade

local. Sendo a implementação de práticas sustentáveis e programas de capacitação para apicultores essenciais para garantir a continuidade e a sustentabilidade da produção, enfrentando os desafios impostos pela mudança climática e pela degradação ambiental.

Palavras-chave: Apicultura sustentável. Conservação ambiental. Gestão.

ABSTRACT

Sustainable beekeeping in Paraíba is a practice that integrates environmental awareness and the conservation of natural resources. This study aims to analyze how beekeeping can contribute to environmental preservation and sustainable development in the region. To this end, the methodology involved a systematic literature review, using databases such as Google Scholar and Scopus, as well as an analysis of data from the 2017 Agricultural Census. The results indicate growth in honey production in Paraíba, which increased from 319,994 kg in 2014 to 357,594 kg in 2022, following a period of decline between 2015 and 2017. The production value also grew, reaching R\$ 7.570 million in 2022. Furthermore, the study points out that improvements in management practices, such as the adoption of migratory beekeeping systems, and favorable climatic conditions were key factors for the increase in honey production in Paraíba's semi-arid region. Additionally, environmental education and the training of beekeepers in sustainable practices have been essential to strengthening the relationship between beekeeping and environmental conservation in the region. In summary, beekeeping in Paraíba not only generates income but also plays a crucial role in pollination and maintaining local biodiversity. The implementation of sustainable practices and training programs for beekeepers is essential to ensuring the continuity and sustainability of production while addressing the challenges posed by climate change and environmental degradation.

Keywords: Sustainable beekeeping. Environmental conservation. Management.

INTRODUÇÃO

A apicultura sustentável na Paraíba emerge como uma prática vital que integra a consciência ambiental e a conservação dos recursos naturais. Este bioma, caracterizado por sua aridez e escassez de água, apresenta desafios únicos que exigem soluções inovadoras e sustentáveis (ALCOFORADO FILHO, 1998). A apicultura, ao promover a polinização e a biodiversidade, não apenas contribui para a produção de mel e outros produtos apícolas, mas também desempenha um papel

crucial na manutenção dos ecossistemas locais (CARDOSO, 2024). A importância dessa atividade se reflete na capacidade de gerar renda e emprego, especialmente para as comunidades rurais que dependem da agricultura familiar (MARTÍNEZ, 2012).

A prática da apicultura é particularmente relevante devido à sua capacidade de se adaptar às condições adversas da região (LEITE et al., 2021). Estudos indicam que sistemas apícolas migratórios, que se deslocam em busca de melhores condições de forragem, apresentam desempenho superior em sustentabilidade quando comparados aos sistemas fixos (SILVA; TORRES, 2020). Essa flexibilidade permite que os apicultores maximizem a produção de mel e outros produtos, ao mesmo tempo em que preservam o meio ambiente, minimizando os impactos negativos da exploração de recursos naturais.

Além disso, a educação ambiental desempenha um papel fundamental na promoção da apicultura sustentável (FERREIRA JUNIOR, 2023). A formação de apicultores em práticas de manejo sustentável e a conscientização sobre a importância da preservação ambiental são essenciais para o sucesso dessa atividade (FELIPE NETO et al., 2022). Programas de capacitação que integram conhecimentos sobre conservação e práticas apícolas têm mostrado resultados positivos, fortalecendo a relação entre os apicultores e o meio ambiente (SOUZA, 2007). Essa abordagem não apenas melhora a qualidade de vida dos apicultores, mas também contribui para a conservação da biodiversidade local.

A intersecção entre apicultura e conservação ambiental é evidente na forma como as abelhas contribuem para a polinização de plantas nativas, o que, por sua vez, sustenta a biodiversidade do semiárido (BERTOLINI et al., 2023). A preservação de habitats naturais e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis são essenciais para garantir a sobrevivência das populações de abelhas e, conseqüentemente, a produção apícola (FREIRE, 2013). Assim, a apicultura sustentável não é apenas uma atividade econômica, mas um componente vital da estratégia de conservação ambiental na região.

Por fim, a apicultura na Paraíba representa uma oportunidade para unir desenvolvimento econômico e conservação ambiental. Ao integrar práticas sustentáveis com a educação ambiental, é possível promover um modelo de apicultura que respeite os limites ecológicos da região e, ao mesmo tempo, melhore a qualidade de vida das comunidades locais. Este modelo de desenvolvimento

sustentável é essencial para enfrentar os desafios impostos pela mudança climática e pela degradação ambiental, garantindo um futuro mais resiliente (COSTA et al., 2021).

O presente estudo tem como objetivo analisar a integração entre práticas de apicultura sustentável e os princípios da consciência verde, buscando evidenciar como a atividade apícola pode contribuir para a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável da região. A pesquisa se propõe a explorar as potencialidades da apicultura como uma prática agroecológica capaz de promover a preservação dos recursos naturais, mitigação dos impactos ambientais e fortalecimento da biodiversidade local, alinhando-se às demandas contemporâneas de sustentabilidade e às questões ambientais que desafiam as regiões semiáridas.

METODOLOGIA

A metodologia deste artigo de revisão envolve uma abordagem sistemática para explorar e sintetizar o estado da apicultura sustentável na Paraíba, com ênfase na integração entre consciência verde e conservação ambiental.

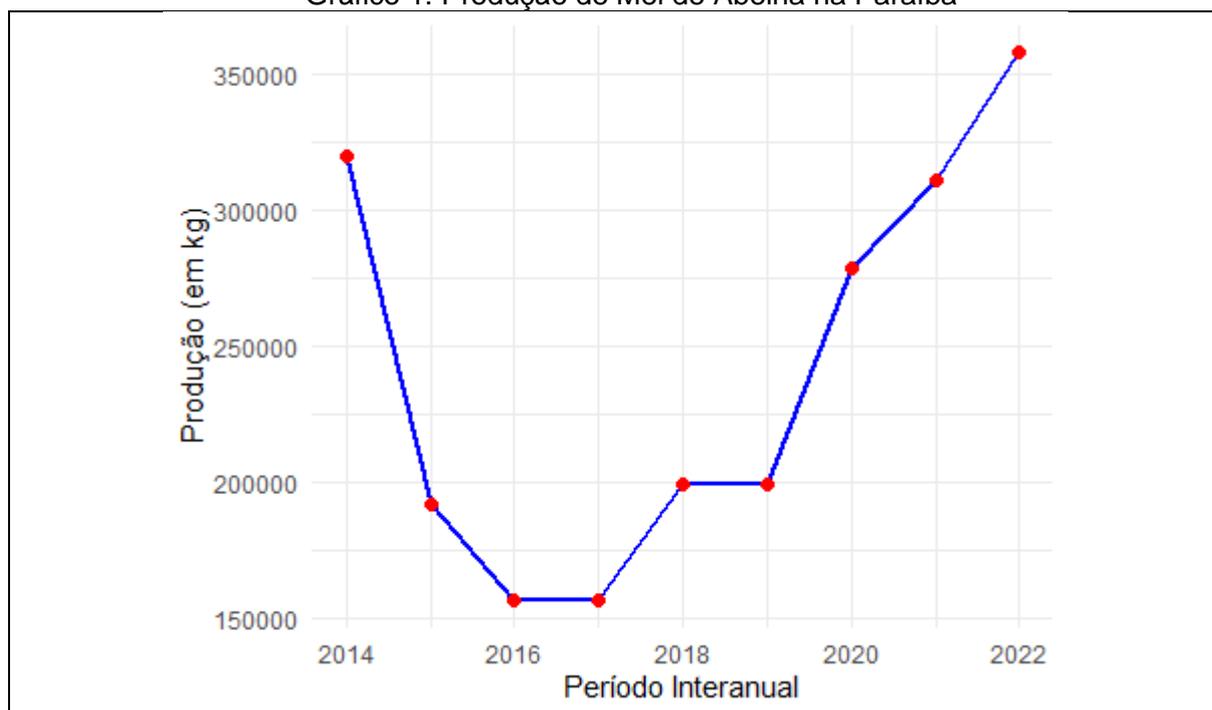
Inicialmente, foi realizada uma busca extensiva nas principais plataformas de pesquisa, incluindo Google Scholar, Scopus, Web of Science, PubMed, SciELO e o Portal de Periódicos da CAPES, utilizando palavras-chave como "apicultura sustentável", "Paraíba", "conservação ambiental", "consciência verde", e "práticas apícolas no semiárido". Os critérios de inclusão abrangeram estudos que abordam práticas de apicultura sustentável na Paraíba e a integração com aspectos de conservação ambiental, enquanto foram excluídos aqueles sem relevância direta para o tema ou que não discutem a sustentabilidade na apicultura.

A seleção dos estudos foi complementada pela análise dos dados do Censo Agropecuário 2017 – IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), proporcionando um contexto atualizado e abrangente da apicultura no semiárido paraibano. A análise dos estudos foi conduzida de maneira crítica para identificar tendências, lacunas e recomendações, permitindo a consolidação de uma visão integradora sobre as práticas sustentáveis na apicultura e a importância da conservação ambiental na região.

RESULTADOS

A análise da produção de mel de abelha na Paraíba entre 2014 e 2022 revela uma trajetória de variações significativas ao longo dos anos (Gráfico 1). Em 2014, a produção atingiu 319.994 kg, o valor mais alto registrado no período analisado. No entanto, a partir de 2015, houve um declínio notável, com a produção caindo para 191.612 kg, o que representa uma redução de aproximadamente 40% em relação ao ano anterior. Essa diminuição continuou em 2016, com a produção diminuindo para 156.563 kg, e permaneceu relativamente estável em 156.438 kg em 2017. Esses dados sugerem um período de dificuldades para a apicultura na Paraíba, que pode ter sido causado por fatores como condições climáticas adversas, doenças nas colônias de abelhas ou desafios na gestão das colmeias.

Gráfico 1: Produção de Mel de Abelha na Paraíba



Fonte: Adaptado de Censo Agropecuário – IBGE (2017)

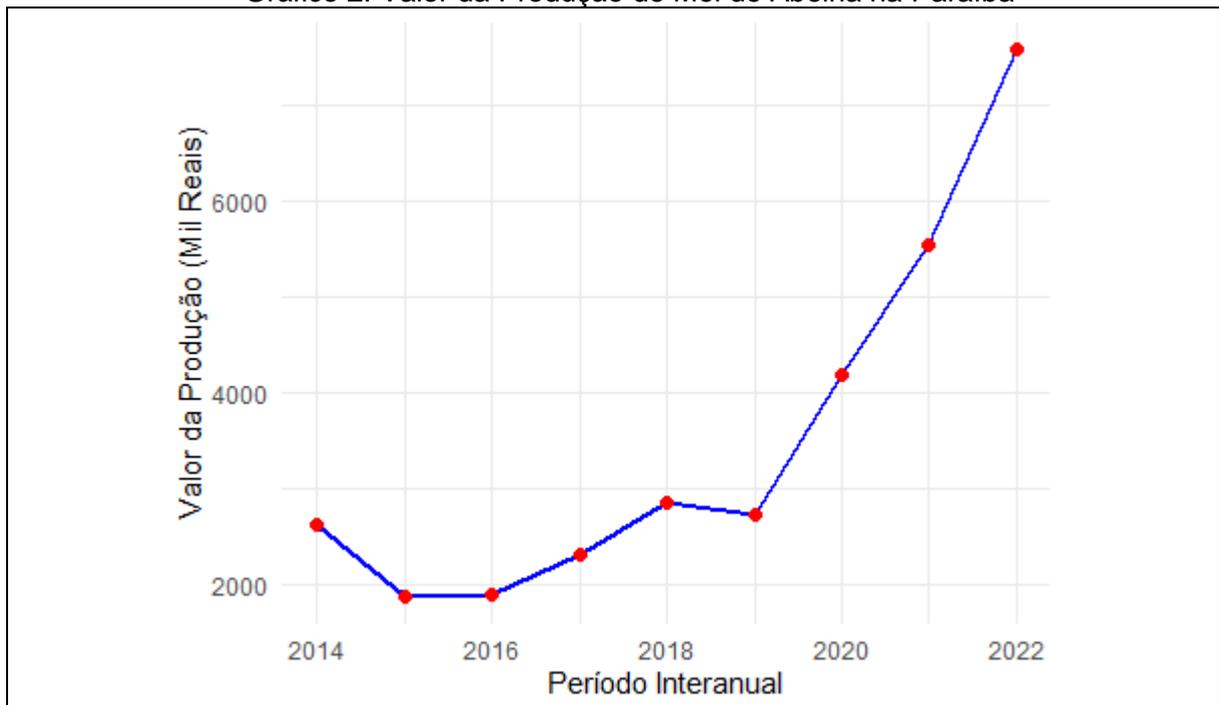
A partir de 2018, a produção de mel começou a mostrar sinais de recuperação. Em 2018, a produção aumentou para 199.227 kg, uma melhoria de cerca de 27% em relação ao ano anterior. Esse crescimento modesto continuou em 2019, com a produção atingindo 199.603 kg, indicando uma leve recuperação. No entanto, foi em 2020 que a recuperação se tornou mais robusta, com a produção subindo para 278.910 kg, um aumento significativo de cerca de 40% em relação a

2019. Esse aumento substancial pode ser atribuído a melhorias na gestão das colmeias, condições climáticas mais favoráveis ou a adoção de práticas de apicultura mais eficazes.

Os anos seguintes continuaram a mostrar crescimento na produção de mel. Em 2021, a produção alcançou 310.721 kg, representando um aumento de aproximadamente 11% em relação a 2020. O ano de 2022 trouxe o valor mais alto do período analisado, com a produção atingindo 357.594 kg, um crescimento de cerca de 15% em relação a 2021. Esse aumento contínuo sugere que a apicultura na Paraíba se estabilizou e está se expandindo, possivelmente devido a um conjunto de fatores positivos, incluindo melhorias nas práticas de apicultura, suporte governamental e condições ambientais favoráveis.

Já a análise do valor da produção de mel de abelha na Paraíba de 2014 a 2022 demonstra uma tendência geral de crescimento, com algumas variações significativas ao longo do período (Gráfico 2). Em 2014, o valor da produção foi de R\$ 2.613 mil, que marcou o início do período analisado. No ano seguinte, 2015, houve uma ligeira queda para R\$ 1.860 mil, refletindo uma redução no valor de produção que pode ter sido influenciada pela diminuição na quantidade de mel produzido e/ou variações nos preços.

Gráfico 2: Valor da Produção de Mel de Abelha na Paraíba



Fonte: Adaptado de Censo Agropecuário – IBGE (2017)

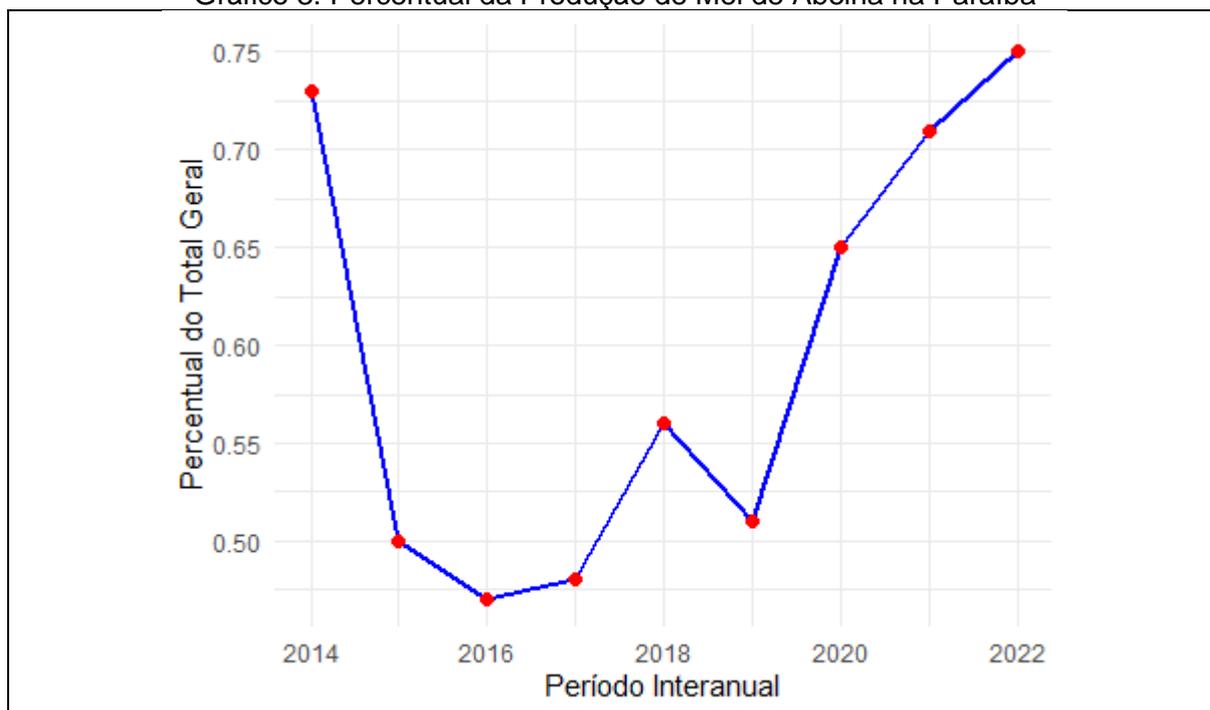
Em 2016, o valor da produção apresentou um leve aumento para R\$ 1.878 mil, indicando uma recuperação modesta. No entanto, em 2017, o valor subiu para R\$ 2.307 mil, indicando uma recuperação mais significativa, possivelmente devido a um aumento nos preços do mel ou uma melhora nas condições de produção. A tendência de crescimento continuou em 2018, com o valor alcançando R\$ 2.839 mil, evidenciando uma recuperação robusta e uma possível estabilização dos preços e volumes de produção.

Entre 2018 e 2019, o valor da produção variou, com uma leve redução para R\$ 2.720 mil em 2019. Essa variação pode refletir uma combinação de fatores, incluindo flutuações nos preços do mercado ou mudanças na produção. No entanto, a partir de 2020, houve um aumento significativo, com o valor da produção subindo para R\$ 4.186 mil, um crescimento substancial que pode ter sido impulsionado por melhorias nas práticas de apicultura, aumento nos preços do mel ou uma combinação de ambos.

Os anos seguintes mostraram uma continuidade no crescimento do valor da produção. Em 2021, o valor alcançou R\$ 5.535 mil, um aumento de aproximadamente 32% em relação a 2020. Em 2022, o valor subiu para R\$ 7.570 mil, representando um crescimento notável de cerca de 37% em relação ao ano anterior. Este aumento acentuado pode ser atribuído a uma combinação de fatores, incluindo uma maior valorização do mel no mercado, melhores práticas de produção e um aumento na demanda pelo produto.

De acordo com o gráfico (3), a análise do percentual do valor da produção de mel de abelha em relação ao total geral na Paraíba entre 2014 e 2022 revela um padrão de crescimento constante. Em 2014, o valor da produção de mel representava 0,73% do total geral. Esse percentual reflete a importância relativa do mel dentro da produção de origem animal no estado naquele ano.

Gráfico 3: Percentual da Produção de Mel de Abelha na Paraíba



Fonte: Adaptado de Censo Agropecuário – IBGE (2017)

No ano seguinte, 2015, o percentual caiu para 0,50%. Esta diminuição pode ser atribuída a uma combinação de fatores, como a queda no valor absoluto da produção e/ou um aumento proporcional na produção de outros produtos de origem animal. A tendência de queda continuou em 2016, com o percentual reduzindo-se para 0,47%, o valor mais baixo do período analisado. Isso pode indicar uma perda relativa de importância do mel no contexto da produção agropecuária da Paraíba naquele período.

A partir de 2017, houve uma leve recuperação, com o percentual aumentando para 0,48%. Em 2018, o percentual subiu para 0,56%, refletindo uma melhora na posição relativa do mel em relação ao total geral da produção. Esse aumento pode estar associado ao crescimento no valor da produção do mel, além de possíveis melhorias na produção e valorização do produto.

Em 2019, o percentual de participação foi de 0,51%, uma leve redução em comparação a 2018, o que pode sugerir uma estagnação ou uma leve diminuição na importância relativa do mel. No entanto, a partir de 2020, houve um aumento substancial no percentual, que subiu para 0,65%. Esse crescimento pode ser um reflexo do aumento no valor da produção e uma maior valorização do mel em relação aos outros produtos de origem animal.

Os anos seguintes mostraram uma continuidade no crescimento desse percentual. Em 2021, o percentual atingiu 0,71%, e em 2022, alcançou 0,75%, o valor mais alto do período analisado. Esses números indicam uma recuperação e valorização crescente do mel, que pode estar associada a melhorias na gestão da produção, aumento da demanda e melhores condições de mercado.

DISCUSSÃO

A análise dos dados sobre a produção de mel de abelha na Paraíba de 2014 a 2022 revela uma tendência positiva, com a produção aumentando de 319.994 kg em 2014 para 357.594 kg em 2022 (Gráfico 1). Esse crescimento pode ser atribuído a vários fatores, incluindo avanços nas práticas de manejo e melhorias tecnológicas na apicultura. Estudos anteriores indicam que a adoção de técnicas mais eficientes e a implementação de inovações tecnológicas têm um impacto significativo na produtividade das colmeias (BARBOSA; SOUSA, 2013). Além disso, é importante considerar o papel das condições ambientais e climáticas na produção de mel.

As variações climáticas podem influenciar a disponibilidade de recursos florais e a saúde das colmeias, afetando diretamente a produção (MARK et al., 2009). Outro fator relevante é o impacto das políticas públicas e incentivos voltados para a apicultura, que podem ter proporcionado suporte técnico e financeiro aos apicultores, resultando em aumentos na produção e sustentabilidade do setor (RIESSBERGER; CRAILSHEIM, 1997; SCHMICKL; CRAILSHEIM, 2007).

Comparar a tendência de produção da Paraíba com outras regiões pode fornecer insights sobre o desempenho relativo da região e destacar fatores específicos que influenciam a produção (TREVISOL et al., 2022). Finalmente, apesar do crescimento observado, a sustentabilidade da apicultura e os desafios futuros, como a preservação dos habitats das abelhas e a resistência a doenças, são preocupações cruciais para garantir a continuidade da produção de mel.

A preservação dos habitats naturais e o manejo adequado das colmeias são essenciais para a saúde das populações de abelhas e a continuidade da produção (FELIPE NETO et al., 2022). Esses aspectos são fundamentais para entender o cenário atual da apicultura e para planejar estratégias que assegurem o desenvolvimento sustentável do setor.

Já o Gráfico (2), discorre sobre os dados de produção de mel de abelha na Paraíba entre 2014 e 2022 que revelam um crescimento significativo, passando de 2.613 mil reais em 2014 para 7.570 mil reais em 2022. Este aumento acentuado, especialmente evidente nos últimos anos, pode ser atribuído a uma combinação de fatores, incluindo melhorias nas práticas de apicultura e um crescente interesse por produtos naturais. A pandemia de COVID-19, por exemplo, teve um impacto considerável na demanda por alimentos naturais e saudáveis, o que pode ter impulsionado a produção de mel (DUARTE et al., 2022).

Estudos anteriores destacam que a capacitação dos apicultores e a introdução de novas tecnologias têm contribuído para o crescimento da produção de mel em várias regiões do Brasil (MOREIRA et al., 2014; REIS, 2003). A análise dos anos de crescimento mais acentuado sugere que a ampliação do mercado e melhorias na logística e condições de mercado também desempenharam um papel crucial. Para contextualizar o crescimento da Paraíba dentro do cenário nacional, seria útil comparar esses resultados com dados de outras regiões, uma vez que variações regionais podem influenciar as tendências observadas (TREVISOL et al., 2022).

Além disso, o aumento na produção tem implicações econômicas significativas, como a geração de empregos e o aumento da renda dos apicultores, benefícios que foram amplamente discutidos em estudos sobre o impacto econômico da apicultura (BATISTA JUNIOR, 2013; POSTELARO et al., 2021).

No entanto, é crucial considerar os desafios enfrentados pelos apicultores, como doenças das abelhas e mudanças climáticas, que podem impactar a sustentabilidade do setor (KLOSOWSKI et al., 2020; VAGULA; SOUZA, 2021). A análise desses fatores permitirá uma compreensão mais completa dos fatores que influenciam a produção de mel na Paraíba e ajudará a identificar oportunidades para o crescimento futuro sustentável.

Para tanto, a análise dos percentuais de produção de mel de abelha na Paraíba em relação ao total geral entre 2014 e 2022 revela uma tendência de crescimento, saindo de 0,73% em 2014 para 0,75% em 2022 (Gráfico 3). Esse aumento reflete uma maior importância econômica da apicultura na região, que pode estar relacionada a melhorias nas práticas de manejo, investimentos em tecnologia e políticas públicas voltadas ao fortalecimento do setor apícola (VIDAL, 2020; GUEZ et al., 2003; BALBINO et al., 2025).

Iniciativas de apoio, como programas de capacitação e suporte técnico, têm sido fundamentais para aumentar a produtividade e a competitividade dos apicultores locais (ALMEIDA; GOMES, 2018; NETO et al., 2019). Além disso, ao comparar a produção da Paraíba com outras regiões, observa-se que o desempenho apícola da Paraíba pode estar vinculado a fatores regionais específicos, como condições climáticas favoráveis e apoio institucional (SOUSA LEITE et al., 2021; PINHEIRO, 2011).

Apesar do crescimento, o setor enfrenta desafios significativos, incluindo doenças das abelhas e os impactos das mudanças climáticas, que podem afetar a sustentabilidade a longo prazo (LOPES et al., 2004; SANTOS et al., 2022). Em termos econômicos, a apicultura na Paraíba não apenas contribui para a economia local, mas também desempenha um papel crucial na preservação da biodiversidade, através da polinização, e na promoção da segurança alimentar, ao diversificar as fontes de renda para pequenos agricultores e incentivar práticas agrícolas sustentáveis (SANTOS; RIBEIRO, 2009; LOURENÇO; CABRAL, 2019). Esses resultados reforçam a importância do setor apícola na Paraíba e indicam que o crescimento observado ao longo dos anos pode continuar, desde que sejam enfrentados os desafios relacionados à sustentabilidade e à produtividade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A apicultura sustentável na Paraíba emerge como uma prática essencial que não apenas promove a produção de mel, mas também contribui significativamente para a conservação ambiental e o desenvolvimento econômico das comunidades locais. A análise da produção de mel na Paraíba entre 2014 e 2022 revela um crescimento notável, com a produção aumentando de 319.994 kg em 2014 para 357.594 kg em 2022, refletindo uma recuperação após um período de declínio acentuado entre 2015 e 2017, onde a produção caiu para 156.438 kg.

Os dados indicam que a implementação de práticas de manejo mais eficazes e a adoção de tecnologias inovadoras têm sido cruciais para esse crescimento. Em particular, a produção de mel em 2020, que alcançou 278.910 kg, e o subsequente aumento para 310.721 kg em 2021, demonstram a eficácia das estratégias de recuperação e adaptação às condições climáticas adversas. Além disso, o valor da produção de mel também cresceu substancialmente, passando de R\$ 2.613 mil em

2014 para R\$ 7.570 mil em 2022, evidenciando a valorização do produto no mercado e a crescente demanda por alimentos naturais e saudáveis.

A intersecção entre apicultura e conservação ambiental é substancial, uma vez que as abelhas desempenham um papel vital na polinização, essencial para a biodiversidade local. A preservação de habitats naturais e a promoção de práticas agrícolas sustentáveis são fundamentais para garantir a saúde das populações de abelhas e, conseqüentemente, a continuidade da produção apícola. A capacitação dos apicultores em práticas sustentáveis e a conscientização sobre a importância da preservação ambiental têm mostrado resultados positivos, fortalecendo a relação entre as comunidades apícolas e o meio ambiente.

Entretanto, desafios como doenças das colônias e mudanças climáticas permanecem preocupações significativas que podem afetar a sustentabilidade da apicultura. A continuidade do crescimento do setor dependerá da implementação de políticas públicas eficazes e do suporte técnico aos apicultores, além da necessidade de estratégias que assegurem a preservação dos habitats naturais das abelhas

Em conclusão, a apicultura sustentável não é apenas uma oportunidade econômica, mas um componente vital para a estratégia de conservação ambiental na região. A integração de práticas sustentáveis, educação ambiental e inovação tecnológica poderá garantir um futuro mais resiliente e sustentável para as comunidades apícolas, alinhando-se às demandas contemporâneas de sustentabilidade e enfrentando os desafios impostos pela degradação ambiental e pela mudança climática.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. A.; GOMES, R. C. Processo das políticas públicas: revisão de literatura, reflexões teóricas e apontamentos para futuras pesquisas. **Cad. EBAPE.BR**, v. 16, nº 3, Rio de Janeiro, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1679-395164108>

ALCOFORADO FILHO, F. G. **Sustentabilidade do semi-árido através da apicultura**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12., 1998, Salvador, BA. Nordeste: a grande opção da apicultura brasileira - anais. Salvador: CBA/FAABA, p.61, 1998. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/49354>>. Acessado em: 08/09/2024.

BARBOSA, W. F.; SOUSA, E. P. Nível tecnológico e seus determinantes na apicultura cearense. **Revista de Política Agrícola**, n.3, 2013.

BATISTA, J. L. J. **Impacto econômico e social da apicultura na agricultura familiar do território do sisal, semiárido da Bahia**. 2013. 56p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

BALBINO, V. A. et al. APICULTURA E RESPONSABILIDADE SOCIAL: DESAFIOS DA PRODUÇÃO E DIFICULDADES EM ADOTAR PRÁTICAS SOCIAL E AMBIENTALMENTE RESPONSÁVEIS. **REAd. Rev. eletrôn. adm.**, Porto Alegre, v.21, n.2, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-2311.0442013.44185>

BERTOLINI, A. M. et al. **Biodiversidade e sistemas alimentares: a contribuição (in)visível das abelhas sem ferrão**. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública, 147p., 2023. DOI: <https://doi.org/10.11606/9786588304228>

CARDOSO, V. APICULTURA NO SEMIÁRIDO NORTE MINEIRO: UM PANORAMA DETALHADO ATRAVÉS DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA. **Revista Tópicos**, v. 2, n. 9, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.11399175>

COSTA, F. H. R. et al. Maize crop yield in function of salinity and mulch. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, p.840–846, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n12p840-846>

DUARTE, G. B. D. et al. Alimentação saudável em tempos de Covid-19: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 13, e129111335281, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35281>

FELIPE NETO, C. A. L. et al. Sustentabilidade Apícola em Ambiente Semiárido do Brasil: Determinação de Pontos Críticos. **Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 11, n. 4, p. 29–47, 2022. DOI: <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2022v11i4.p29-47>

FERREIRA JUNIOR, J. M. **A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA SUSTENTABILIDADE E O IMPACTO JURÍDICO**. 2023. 19. Trabalho de Curso (Direito). Faculdade de Direito Ages, 2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/38846>>. Acessado em: 08/09/2024.

FREIRE, M. G. **Qualidade de vida no trabalho**. 2013. 35 f. Monografia (Graduação) - Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas - FATECS, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: http://repositorio.uniceub.br/bitstream/235/3959/1/2094_9012.pdf>. Acessado em: 08/09/2024

GUEZ, M. A. U. et al. ESTUDO PROSPECTIVO DE PRODUTOS DERIVADOS DO MEL ASSOCIADO AO ÁLCOOL E TECNOLOGIAS CORRELATAS SOB O ENFOQUE EM DOCUMENTOS DE PATENTES. **Cadernos de Prospecção**, v.6, n.2, p.115-124, 2013. D.O.I.: <http://dx.doi.org/10.9771/S.CPROSP.2013.002.014>

KLOSOWSKI, A. L. M. et al. Apicultura brasileira Inovação e propriedade industrial. **Revista de Política Agrícola**, n.1, 2020.

LEITE, M. D. S. et al. Produção, comercialização e exportação de produtos apícolas: uma análise do desempenho da região nordeste brasileira. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e466101018897, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18897>.

LOPES, M. T. R. et al. **Doenças e inimigos naturais das abelhas**. Embrapa Meio-Norte. Documentos; 103. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 26p., 2004.

LOURENÇO, M. S. M.; CABRAL, J. E. O. APICULTURA E SUSTENTABILIDADE: VISÃO DOS APICULTORES DE SOBRAL (CE). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá (PR), 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2016v9n1p93-115>

MARTÍNEZ, O. A. C. **Melhoramento genético e seleção de colmeias para aumento da produção de própolis verde na apicultura comercial**. Ribeirão Preto, 2012. 136p. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências), Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. 2012.

MARK, J.F. et al. The conservation of bees: a global perspective. **Apidologie**, v.40, p.410–416, 2009.

MONTEIRO, E. S. et al. Inovação e tecnologia no arranjo produtivo de apicultura no nordeste paraense. **Revista de Política Agrícola**, n.4, 2014.

NETO, A. L. F. et al. **Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 825p. 2019.

PINHEIRO, F. K. **Avaliação da sustentabilidade de sistemas de produção apícolas diagnóstico participativo em associações de apicultores da região central do Ceará**. 2011. 168f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, 2011.

POSTELARO, E. R. et al. APICULTURA FAMILIAR: sua importância no cenário econômico, social e ecológico. **Interface Tecnológica**, v.18 n.1, 2021.

RIESSBERGER, U.; CRAILSHEIM, K. Short-term effect of different weather conditions upon the behaviour of forager and nurse honey bees (*Apis mellifera carnica* Pollmann). **Apidologie**, v.28, p. 411-426, 1997.

REIS, V. D. **Mel Orgânico: Oportunidades e Desafios para a Apicultura no Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 26p., 2003.

SANTOS, J. B. et al. Mudanças climáticas e o declínio das abelhas. **Terræ Didática**, p.1-12, e022022, 2022. DOI: <https://doi.org/10.20396/td.v18i00.8669210>

SANTOS, C. S.; RIBEIRO, A. S. APICULTURA UMA ALTERNATIVA NA BUSCA DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Revista Verde**, Mossoró – RN, v.4, n.3, p. 01-06, 2009.

SILVA, R. A.; TORRES, M. B. R. Sustentabilidade e educação ambiental na agricultura familiar: o caso de uma cooperativa no semiárido potiguar. Edição especial. **Sociedade e ambiente no Semiárido: controvérsias e abordagens**. v.55, p.300-313, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v55i0.73169>

SILVA, M. G. et al. Apicultura como mecanismo de educação ambiental no contexto social, econômico e ambiental. **Caderno Verde De Agroecologia E Desenvolvimento Sustentável**, v.8, n.1, 2018. Disponível em: <<https://www.qvaa.com.br/revista/index.php/CVADS/article/view/6042>>. Acessado em: 08/09/2024

SOUZA, D. C. (Org.). **Apicultura: manual do agente de desenvolvimento rural**. 2 ed. Brasília: Sebrae, 186p., 2007. Disponível em: <<https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/Apicultura-Apicultura-Integrada-e-Sustentavel.pdf>>. Acessado em: 08/09/2024.

SOUSA LEITE, M. D. et al. Produção, comercialização e exportação de produtos apícolas: uma análise do desempenho da região nordeste brasileira. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, e466101018897, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18897>

SCHMICKL, T.; CRAILSHEIM, K. HoPoMo: a model of honeybee intracolony population dynamics and resource management. **Ecol. Model.**, 204, p.219-245, 2007.

TREVISOL, G. et al. Panorama econômico da produção e exportação de mel de abelha produzidos no Brasil. **Revista Gestão e Secretariado**, São Paulo, SP, v.13, n. 3, p.352-368, 2022.

VAGULA, N.; SOUZA, S. P. DESAFIOS NA CONSERVAÇÃO DAS ABELHAS EM PEQUENA E MÉDIA PROPRIEDADE DE PRODUÇÃO DE MEL. **Revista Alomorfia, Presidente Prudente**, v.5, n.1, p.253-265, 2021.

VIDAL, M. F. EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE MEL NA ÁREA DE ATUAÇÃO DO BNB. **Caderno Setorial - ETENE**, N.112, 2020.



Capítulo 3
AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS
SÓLIDOS EM UMA UNIDADE ESCOLAR COMO
INSTRUMENTO PARA UM PLANO DE GESTÃO

Samuel Gomes de Farias Júnior
Viviane Lima Martins



AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UMA UNIDADE ESCOLAR COMO INSTRUMENTO PARA UM PLANO DE GESTÃO

Samuel Gomes de Farias Júnior

Engenheiro Ambiental pela UFSCar e Biólogo pela UNISANTA.

Professor da rede pública e particular em São Paulo.

E-mail: samuelfarias@prof.educacao.sp.gov.br

Viviane Lima Martins

Doutora e Mestre em Comunicação e Semiótica pela PUC-SP.

Professora no Instituto Federal Catarinense campus São Francisco do Sul.

E-mail: viviane.martins@ifc.edu.br

RESUMO

O acúmulo de resíduos, agravado pela industrialização, é hoje uma preocupação central para o desenvolvimento sustentável. Este estudo avaliou a gestão de resíduos sólidos em uma escola de educação básica com 471 alunos e 55 colaboradores. Visitas técnicas e uma pesquisa com 48 funcionários revelaram falhas na comunicação institucional e a ausência de um sistema de gerenciamento de resíduos. O estudo concluiu que campanhas de educação ambiental são necessárias para envolver a comunidade escolar e ressaltar a importância da prática na formação dos alunos, mesmo sem uma obrigatoriedade legal para as escolas.

Palavras-chave: Gerenciamento de Resíduos Sólidos, Escola, Educação Ambiental.

ABSTRACT

The accumulation of waste, worsened by industrialization, is now a central concern for sustainable development. This study evaluated solid waste management in a basic education school with 471 students and 55 staff members. Technical visits and a survey with 48 staff members revealed communication failures and the absence of an organized waste management system. The study concluded that environmental education campaigns are necessary to engage the

school community and highlight the importance of this practice in student education, even without a legal requirement for schools.

Keywords: Solid Waste Management, School, Environmental Education.

INTRODUÇÃO

Desde que o ser humano abandonou o nomadismo e adotou uma vida sedentária, iniciou-se um processo contínuo de produção de artefatos para facilitar sua existência. Ao longo do tempo, essa produção evoluiu, com foco atual nas tecnologias de bens de consumo. À medida que as populações se organizavam em centros urbanos, a demanda por recursos naturais cresceu exponencialmente, tanto para alimentação quanto para a produção industrial, levando ao uso intensivo dos recursos do planeta.

Nos últimos três séculos, marcados pelas revoluções industriais, houve um aumento significativo na produção de bens e na geração de resíduos sólidos. Após a Segunda Guerra Mundial, especialmente na Europa, a necessidade de reconstrução econômica impulsionou a produção industrial, resultando em produtos de menor durabilidade e maior exploração de recursos naturais. Essa tendência também se espalhou por outros continentes.

No Brasil, o processo de industrialização acelerou na década de 1950 com o plano "50 anos em 5", promovido por Juscelino Kubitschek. Embora isso tenha impulsionado a produção industrial, naquela época não havia uma preocupação com o descarte adequado dos resíduos. O impacto ambiental do consumo crescente não era considerado por governantes, produtores ou consumidores.

Nos anos 1960, a descoberta do plástico, um material leve, resistente e não biodegradável, transformou a indústria de embalagens e prolongou a vida útil dos resíduos descartados no ambiente. Esse fenômeno, aliado ao estímulo ao consumo de novos aparelhos e bens, agravou, ainda mais, o problema do descarte inadequado.

O aumento contínuo na produção de resíduos sólidos despertou a sociedade para a necessidade de uma gestão mais eficaz. Nos anos 1970, o movimento ambientalista ganhou força, promovendo a conscientização sobre a gestão adequada dos resíduos e pressionando os governos a criarem legislações. Novas

tecnologias voltadas para o manejo sustentável de resíduos sólidos foram desenvolvidas e passaram a ser objeto de estudo.

Nas décadas seguintes, o tema ambiental ganhou ainda mais relevância, com políticas públicas voltadas à gestão de resíduos. No Brasil, destacam-se a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que visam promover a conscientização e a gestão responsável.

A gestão dos resíduos sólidos é considerada um direito humano básico, ligado a 12 dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A crescente produção de resíduos, associada à escassez de aterros e aos custos elevados de gerenciamento, destaca a importância da economia circular na Agenda 2030.

Este estudo propõe avaliar a gestão de resíduos sólidos em uma escola, buscando soluções para melhorar o manejo e promover campanhas de educação ambiental.

1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a realização deste estudo é necessário o apoio de referenciais teóricos demonstrados a seguir: a definição dos resíduos sólidos e as classificações que são adotadas, a legislação que normatiza a disposição, atores e responsáveis por estes resíduos, o que é e como fazer o gerenciamento de resíduos sólidos, e por fim, a educação ambiental como suporte para o desenvolvimento sustentável.

Definição de Resíduos Sólidos e suas Classificações

Quanto a definição de resíduos sólidos, temos que, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 10.004 (ABNT, 2004) conceitua-se como resíduos sólidos: Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Já a Lei Estadual nº 12.300 de 16 de março de 2006 (SÃO PAULO, 2006), institui no Estado de São Paulo, a Política Estadual de Resíduos Sólidos considera resíduos sólidos, conforme o Artigo 5º “ I - resíduos sólidos: os materiais decorrentes de atividades humanas em sociedade, e que se apresentam nos estados sólido ou semi-sólido, como líquidos não passíveis de tratamento como efluentes, ou ainda os gases contidos”.

Por fim temos que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei federal nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010), define resíduos sólidos e rejeitos como:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por:

XV - rejeitos: resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não à disposição final ambientalmente adequada;

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

De modo geral resíduos sólidos podem apresentar em sua composição substâncias de origem industrial apresentam, em sua composição, resíduos denominado perigosos, e assim oferecer certa periculosidade. Por conta disto., a NBR 10.004 classifica os resíduos da seguinte maneira:

- Resíduos Classe I – Perigosos: aqueles que representam periculosidade ou características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.
- Resíduos Classe II – Não Perigosos
- Resíduos Classe II A – Não inertes: resíduos que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I ou Classe II B nos termos 25 da Norma. Estes resíduos podem apresentar propriedades tais como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
- Resíduos Classe II B – Inertes: quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa segundo a NBR 10.007, e submetidos ao contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, a temperatura ambiente, conforme a NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água excetuando-se aspecto cor turbidez dureza e sabor. (BRASIL – ABNT, 2004).

Uma vez definido e classificado, temos que os resíduos sólidos representam um problema ambiental para humanidade, e a sua importância é evidenciada pela literatura disponível acerca deste tema.

Legislação

Toda essa importância nem sempre foi destacada, bem como toda questão ambiental no Brasil, mesmo a história da legislação ambiental neste país datar desde a década de 1930, os resíduos sólidos demoraram para receber o merecido destaque.

A Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) foi instituída pela Lei federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981) entre os seus artigos, destaca-se:

Art 2º [...] tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios:

I - ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo;

II - racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;

III - planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais;

IV - proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas;

V - controle e zoneamento das atividades potencial ou efetivamente poluidoras;

VI - incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais;

VII - acompanhamento do estado da qualidade ambiental;

VIII - recuperação de áreas degradadas;

IX - proteção de áreas ameaçadas de degradação;

X - educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive a educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente.

Observa-se que entre os dez princípios destacados na Política Nacional de Meio Ambiente não há nada específico sobre a questão dos resíduos sólidos. Anos mais tarde, mais precisamente em 1988, é promulgada a Constituição Federal que promoveu melhorias nessa lei.

O artigo 225 da Constituição Federal (BRASIL, 1988) é dedicado ao meio ambiente, e representou uma conquista para toda sociedade. Este artigo diz que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso

comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Os avanços promovidos pela Constituição Federal de 1988, trouxeram conquistas importantes como novas legislações, a criação de conselhos consultivos, e para o presente trabalho destaca-se a promulgação da Lei Federal 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Tal lei estabeleceu os seguintes princípios:

Art. 6º São princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos:

I - a prevenção e a precaução;

II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;

III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;

IV - o desenvolvimento sustentável;

V - a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;

VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;

VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;

IX - o respeito às diversidades locais e regionais;

X - o direito da sociedade à informação e ao controle social;

XI - a razoabilidade e a proporcionalidade.

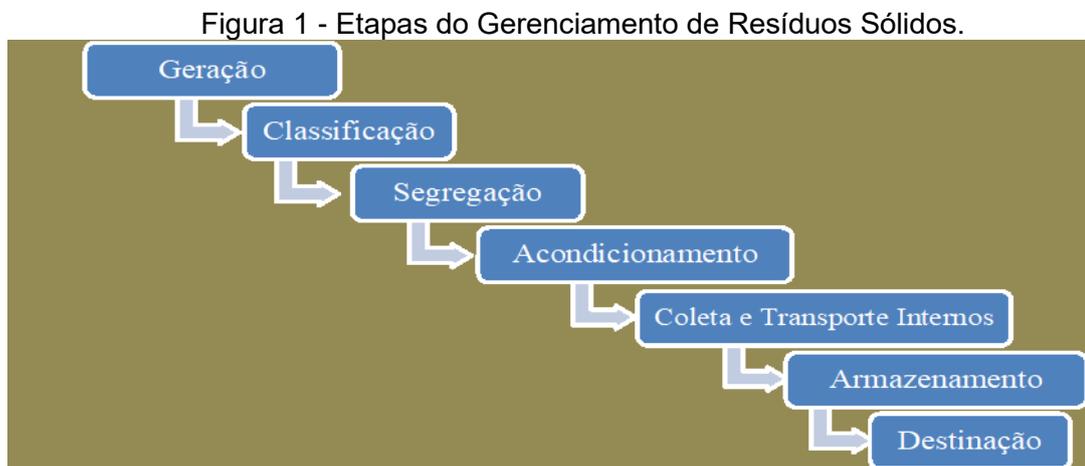
Segundo Santaella et al. (2014) esta lei acerta ao estabelecer a conexão entre o Poder Público e a sociedade civil, uma vez que a participação social permite avaliar a efetividade das políticas públicas, os autores ainda destacam que a participação da sociedade civil reflete consequências positivas não só na fase divulgação das políticas públicas, mas também nas outras fases que antecedem a criação.

Os processos de licenciamento ambiental, devido a sua natureza promovem o enquadramento dos processos industriais na Política Nacional de Resíduos Sólidos. Já as unidades escolares representam meios de efetiva participação popular e que carecem de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados, entretanto, por não se

enquadrarem como atividades industriais, tem seus resíduos tratados como resíduos urbanos.

Gerenciamento de Resíduos Sólidos

O gerenciamento de resíduos é definido como a disciplina associada a toda a vida útil de um resíduo sólido, desde a sua geração até a destinação final (ver Figura 1) (TCHOBANOGLIOUS et al, 1993). Segundo Jardim et al. (1995), o planejamento das atividades de gerenciamento integrado deve assegurar um ambiente saudável, tanto no presente como no futuro.



Fonte: Adaptado de Tchobanoglous et al, 1993.

De acordo com Schalch et al. (2002), o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos é a articulação de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que uma administração deve desenvolver, apoiada em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para coletar, tratar e dispor os resíduos sólidos ou seja: é acompanhar de forma criteriosa todo o ciclo dos resíduos, da geração à disposição final ("do berço ao túmulo"), empregando as técnicas e tecnologias mais compatíveis com a realidade local.

De acordo com PNRS, os principais elementos para um plano de gerenciamento de resíduos sólidos são:

Art. 21. O plano de gerenciamento de resíduos sólidos tem o seguinte conteúdo mínimo:

I - descrição do empreendimento ou atividade;

II - diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;

III - observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA, do SNVS e do SUASA e, se houver, o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos:

a) explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;

b) definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador;

IV - identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores;

V - ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;

VI - metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, observadas as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), à reutilização e reciclagem;

VII - se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, na forma do art. 31;

VIII - medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;

IX - periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação a cargo dos órgãos do Sisnama.

Gerber et al. (2015), destacam que a disposição inadequada de resíduos sólidos traz impactos negativos à saúde dos locais onde se encontram e sendo assim, Planos de Gestão de Resíduos Sólidos são eficientes na mitigação desses impactos da destinação inadequada.

O Gerenciamento de Resíduos Sólidos, prevê ainda mecanismos específicos a biossegurança, devido a pandemia da COVID-19, o uso massivo de máscaras descartáveis, fez com que os estabelecimentos se preparassem para o descarte adequado. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) publicou orientações gerais para o descarte adequado, respeitando todos os procedimentos de biossegurança (ANVISA, 2020).

Educação Ambiental

A Lei Federal 9.795, de 27 de abril de 1.999, instituiu a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) (BRASIL, 1999), De acordo com a PNEA, a Educação Ambiental consiste em um conjunto de processos pelos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum

do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. São princípios básicos da PNEA:

Art. 4º São princípios básicos da educação ambiental:

I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;

II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;

III - o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;

IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;

V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;

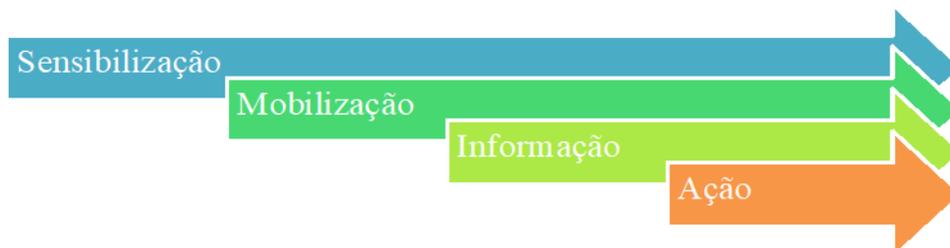
VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo;

VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;

VIII - o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural.

De acordo com Marcatto (2002) a Educação deve ser desenvolvida tanto na educação formal, quanto na educação informal e o sucesso dessas atividades está intimamente ligado a horizontalidade do processo (ver Figura 2).

Figura 2 - Etapas de desenvolvimento da Educação Ambiental.



Fonte: Adaptado de Marcatto (2002).

Sendo as escolas, as indústrias de saberes e da formação de novos cidadãos, estas representam meios propícios para o desenvolvimento da consciência ambiental. Por outro lado, são importantes geradores de resíduos sólidos e como demonstraram Klippel (2015) e Crispim et al. (2016), geralmente não apresentam sistemas eficientes de gestão de resíduos sólidos.

Adriano e Murata (2015), analisaram o sistema de gestão de resíduos de uma escola e os resultados obtidos concordam com os trabalhos supracitados, e ainda relatam a falta de consciência ambiental dos educandos, que poderiam ser amenizados ou até eliminados, como o desperdício de alimentos, descarte inadequado, falta de capacitação para os profissionais.

Concordando com Carvalho (2005), é reforçado por Távora (2012), importância da educação ambiental, como ferramenta na implantação de um eficiente sistema de gestão de resíduos sólidos em unidade escolar uma vez que desta forma preenchem as lacunas apresentadas por Adriano e Murata (2015).

Desta forma, esta breve revisão bibliográfica confirma a importância do presente estudo.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Etapas da Pesquisa

Esta pesquisa visa avaliar a gestão de resíduos sólidos de uma unidade escolar, visando a avaliação qualitativa dos resíduos gerados, gerando assim subsídios, para elaborar uma proposta de sistema de gestão de resíduos sólidos. O presente estudo trata-se de uma pesquisa descritiva, de natureza aplicada e com uma abordagem qualitativa. Pois, de acordo com Neuman (1977), uma pesquisa descritiva tem por finalidade a descrição das variáveis do fenômeno estudado, sendo assim deve-se utilizar um conjunto de categorias ou tipos variados de classificações. As pesquisas descritivas evidenciam as características de uma população ou um fenômeno, estabelecendo correlação entre as variáveis que definem sua natureza, mesmo sem ter o compromisso de explicar os fenômenos estudados, podem contribuir significativamente para tal explicação.

Segundo Gil (2010), uma pesquisa aplicada consiste em um estudo elaborado a fim de solucionar problemas existentes nas sociedades em que o pesquisador vive. Em abordagem qualitativa, a utilização de métodos estatísticos não se faz necessário, porém sua utilização é permitida, o espaço natural é a fonte direta para a coleta de dados e o pesquisador é a ferramenta chave (SILVA e MENEZES, 2005).

Gil (2011), considera que um estudo de caso consiste em um profundo estudo de um ou poucos objetos, de modo que seu conhecimento seja ampliado e detalhado. Temos ainda que as pesquisas de estudo de caso, geralmente fazem uso de pesquisas qualitativas de dados reais, e visa explicar fenômenos atuais em seu contexto.

Para a realização desta pesquisa utilizou-se a metodologia usada em Klippel (2015), destaca-se que devido as limitações impostas pela pandemia de COVID-19 em 2020/2021 (período de realização deste trabalho: março/2021 a dezembro/2021),

a etapa de Gravimetria dos resíduos sólidos não pode ser realizada, logo foram adotadas as seguintes etapas:

- A coleta de dados dessa pesquisa foi dividida em duas etapas, uma bibliográfica, onde foi realizada uma pesquisa bibliográfica e documental nas bases de dados SciELO, *Google Scholar*, Periódicos Capes, Repositórios institucionais, Leis e Decretos, utilizando os seguintes termos de indexação: “Resíduos Sólidos”, “Gestão de Resíduos”, “Educação Ambiental” e “Lixo na Escolar”.
- A observação direta se deu em uma visita técnica ao local, onde foi possível observar os recipientes para a deposição dos resíduos, bem como identificar os tipos de resíduos gerados. Ressalta-se que o estudo *in loco* se deu respeitando todos os protocolos sanitários para a COVID-19. No momento da visita a escola operava com apenas 25% de sua capacidade.
- Buscou-se identificar e avaliar as etapas do gerenciamento de resíduos sólidos da unidade escolar, como a geração, a classificação, a segregação, a minimização, o tratamento prévio, o acondicionamento, o armazenamento intermediário, a coleta e transporte internos, o armazenamento e a destinação.
- Aplicou-se remotamente aos colaboradores uma entrevista estruturada, utilizando-se o aplicativo *Google Forms*, com o objetivo de investigar o conhecimento dos colaboradores sobre a temática de gerenciamento de resíduos sólidos. Para esta entrevista utilizou-se as mesmas questões utilizadas em Klippel (2015), a fim de permitir que posteriormente os dados possam ser comparados. Após a análise dos questionários respondidos, e a coleta de dados, realizou-se uma análise quali-quantitativa dos resultados obtidos, com o software Microsoft Excel utilizando a Frequência Relativa (FR).

Caracterização do local

A unidade escolar em estudo está localizada na cidade de Guarujá, Estado de São Paulo. Esta é uma instituição da rede privada de ensino e possui 39 anos de atividade. A escola conta com 55 colaboradores e atende nos períodos matutino e vespertino 471 alunos, com idades que variam de 3 anos de idade a 18 anos de

idade, desde a educação infantil ao ensino médio. Neste estudo usa-se o nome de escola Saber, por questões de divulgação.

A área útil da escola conta com 16 salas de aula, uma biblioteca, uma cozinha experimental, um pátio coberto, uma quadra poliesportiva, sete banheiros e três salas de depósito, secretária, sala de coordenação, sala de direção sala dos professores e uma cantina.

Destaca-se o fato de a unidade escolar estar localizada próximo a um remanescente de Mata Atlântica (ver Figura 3), com residências na proximidade.

Figura 3 - Vista aérea da escola em estudo.



Fonte: Google Earth, (2021).

Devido à proximidade da unidade escolar com um remanescente de floresta, o acondicionamento inadequado dos resíduos sólidos caracteriza-se como um atrativo para animais silvestres que podem ser vetores de muitas zoonoses.

Figura 4 - Exemplo de Gambá de Orelha Preta (*Didelphis aurita*) na área da escola.



Fonte: Arquivo pessoal

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Análise e avaliação do Gerenciamento de Resíduos Sólidos atual

Figura 5 - Área da escola dividida em setores de geração de resíduos.



Fonte: Autoral

Para atingir o objetivo de analisar o contexto de uma unidade escolar e suas práticas de gerenciamento de resíduos sólidos durante a visita técnica, a partir da observação direta, a análise do espaço físico foi realizada. Diante disso, o espaço foi setorizado, conforme figura 5, e dividido da seguinte maneira: Administrativo: setor composto pela secretaria e direção; Salas de aula: as próprias salas de aula e biblioteca; Sanitários: Sanitários do administrativo, dos visitantes, dos professores e

dos alunos; Pátio: Toda a área onde os alunos fazem suas refeições e atividades pedagógicas extraclasse; Sala dos Professores: Espaços onde os professores aguardam o início das aulas e fazem seus intervalos; Cozinha experimental: Espaço onde os alunos fazem as aulas de culinária e onde os colaboradores almoçam.

Além do levantamento do espaço físico em estudo, os dados de geração de resíduos por setor encontram-se na tabela 01, onde, além dos resíduos possivelmente gerados, está a classificação dos mesmos.

Setor	Resíduos possivelmente gerados	Classificação
Administrativo	Papel Copos plásticos Cartuchos de toner para impressora Embalagens plásticas Papelo	Classe II – A Classe II – B Classe I Classe II – A Classe II – A
Salas de aula	Papel Embalagens plásticas Pó de giz	Classe II – B Classe II – B Classe I
Sanitários	Papel Higiênico Toalhas de papel	Classe II – A Classe II – A
Pátio	Latas de alumínio Garrafa PET Caixas tetra pack Embalagens plásticas Embalagens metalizadas Resíduos orgânicos Guardanapos de papel Copos plásticos	Classe II – B Classe II – A Classe II – B
Sala dos Professores	Latas de alumínio Garrafa PET Caixas tetra pack Embalagens plásticas Embalagens metalizadas Resíduos orgânicos Guardanapos de papel Copos plásticos	Classe II – A Classe II – B Classe II – A Classe II – B
Cozinha experimental	Resíduos orgânicos Caixas tetra pack Embalagens plásticas Embalagens metal	Classe II – B Classe II – B Classe II – B Classe II – A

Tabela 1 - Setorização e classificação dos resíduos sólidos da unidade escola.

Fonte: Elaborada pelo autor.

A observação direta se deu em uma visita técnica ao local, pode-se observar que o acondicionamento dos resíduos sólidos é feito em compartimentos sem nenhuma seletividade. Nos espaços como salas de aula, administrativo, sala dos

professores, os resíduos são acondicionados em recipientes de plástico. No pátio, e na cozinha experimental, são utilizados grandes baldes plásticos, destaca-se ainda que no pátio há um recipiente para coleta seletiva, mas que é utilizado de maneira inadequada.

Figura 6 - A) Recipientes encontrado nas salas de aula; B) recipientes utilizados no pátio; C) Recipientes destinados a segregação de resíduos.



Fonte: Arquivo pessoal

Buscou-se identificar e avaliar as etapas do gerenciamento de resíduos, desta forma observou-se que a respeito da geração de resíduos não há nenhum programa de redução da geração de resíduos sólidos.

Em síntese, observou-se que em relação a geração de resíduos, ela se dá de acordo com a atividade desenvolvida em cada setor da escola. No pátio, região onde os alunos fazem seus lanches os resíduos orgânicos são representados pelos resíduos dos lanches e o inorgânicos representados pelas embalagem dos mesmos, além de copos descartáveis e resíduos diversos, nas salas de aula, os resíduos se concentram em papéis e pó de giz, no setor os resíduos gerados são

majoritariamente papel e copos descartáveis, seguidos de alguns resíduos orgânicos, ressalta-se aqui que os cartuchos de *toner* utilizados nas impressoras são encaminhados a remanufatura, outros resíduos encontrados foram as embalagens seja de plástico ou papelão.

Na sala dos professores são gerados resíduos como papel, garrafa pet e latas de alumínio, já na cozinha experimental encontrou-se resíduos orgânicos e suas respectivas embalagens. Nos sanitários os resíduos gerados são o papel higiênico e toalhas de papel.

A escola não apresenta nenhuma atividade de classificação, ou segregação dos resíduos, até mesmo os depositados no recipiente para segregação (ver figura 6) são acondicionados junto com o restante dos resíduos gerados.

A escola não apresenta sistema de gerenciamento de resíduos sólidos formal, apenas algumas ações isoladas como destinação de apostilas usadas a cooperativa de coleta de recicláveis desta forma, os resíduos gerados, não são segregados, são acondicionados em sacos plásticos e diariamente são depositados na porta da escola para que a coleta urbana de a destinação.

A fim de avaliar o conhecimento dos colaboradores acerca de gerenciamento de resíduos sólidos, aplicou-se remotamente aos colaboradores uma entrevista estruturada (ver apêndice 01) e os resultados, um total de 48 respondentes são apresentados a seguir.

Inicialmente perguntou-se aos colaboradores o que eles entendiam como resíduos sólidos, 46 colaboradores responderam a contento e 02 não responderam. Quando perguntado se já haviam recebido alguma informação sobre separação de resíduos sólidos produzidos na escola, 40 (83%) dos entrevistados alegaram nunca ter recebido tal informação e apenas 08 (17%) alegaram terem recebido alguma informação. Quando se perguntou “Você acredita que é importante separar os resíduos nos diferentes setores da escola?”, 45 (94%) acreditam ser importante a separação dos resíduos, enquanto 03 (6%) acreditam não ser importante a separação dos resíduos sólidos gerados (ver figura 07).

Dos 48 colaboradores entrevistados, 31(65%) afirmam saber como os resíduos sólidos gerados na escola são coletados diariamente e apenas 17 (35%) afirmaram desconhecer. Acerca dos coletores para os resíduos sólidos disponíveis, 37 (77%) entrevistados consideram que estes são parcialmente adequados, 09 (19%) acreditam que os coletores são inadequados e apenas 02 (4%) consideram

os coletores adequados. Ao avaliar o uso dos coletores disponíveis em seu setor de trabalho, 40 (83%) colaboradores responderam que os coletores não são utilizados de maneira adequada, enquanto 08 (17%) acreditam que são utilizados adequadamente. Os 48 respondentes afirmaram que não há na escola um projeto ou atividade que vise reutilizar os resíduos produzidos no desenvolvimento de suas atividades.

Proposta de gerenciamento de resíduos sólidos

Diante dos resultados obtidos na aplicação dos questionários aos colaboradores das observações feitas na visita técnica, conclui-se que a escola carece de um programa de gerenciamento de resíduos sólidos, vale lembrar que mesmo não sendo obrigatório para escolas, ao gerenciamento análises obsede resíduos sólidos se torna uma ferramenta importante no desenvolvimento da educação ambiental.

Em entrevista realizada com a equipe gestora da escola foi possível saber quais são os objetivos estratégicos da escola. Esses objetivos são fundamentais para a realização de um gerenciamento de resíduos sólidos efetivo, bem como a definição de metas.

O presente trabalho em consonância com os objetivos da escola, propõe um sistema que vise a redução na geração de resíduos e uma destinação adequada para os resíduos. Para que esses objetivos sejam atingidos propõe as seguintes ações;

- Criação de um projeto de conscientização ambiental com a temática dos 5R's envolvendo alunos e colaboradores;
- Implementação de coleta seletiva;
- Implantação de sinalização adequada para o descarte dos resíduos;
- Adequação dos coletores de resíduos para que haja seletividade na coleta, no transporte e armazenamento e, por fim, uma destinação adequada.

Ao fim do período de estudos a unidade escolar manifestou o interesse em continuar os entendimentos para em breve a implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos.

Discussão dos resultados

Durante a visita técnica, as observações realizadas *in loco*, indicaram a inexistência de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos, as respostas obtidas nos questionários aplicados aos colaboradores corroboraram tal indicativo.

Observou-se que o espaço físico da área de instalação da unidade escolar representa um fator dificultador da implantação do gerenciamento de resíduos sólidos, não hoje espaço disponível para o armazenamento de resíduos recicláveis.

A falta de conhecimento por parte dos colaboradores no manuseio, segregação e acondicionamento, revela a necessidade de treinamento especializado. As respostas aos questionários indicaram a falta de programas ou projetos voltados para a conscientização da de colaboradores e educandos acerca da problemática dos resíduos sólidos.

Parcerias com cooperativas que trabalham com o gerenciamento de resíduos recicláveis representa um facilitador na implantação do gerenciamento dos resíduos sólidos gerados na escola.

Um desafio a ser vencido é a mudança de mentalidade, substituindo o conceito de gasto, pra investimento no que tange o gerenciamento de resíduos sólidos, uma vez que não só os aspectos pedagógicos e sociais, mas também os aspectos mercadológicos podem ser explorados com implantação deste conceito.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do objetivo geral deste estudo, avaliar o gerenciamento de resíduos sólidos de uma unidade escolar, visando a avaliação qualitativa dos resíduos gerados, gerando assim subsídios, para elaborar uma proposta de sistema de gestão de resíduos sólidos, bem como fornecer instrumentos para criação de campanhas de educação ambiental, uma vez de acordo com a PNRS, a escola por sua função social, deve conscientizar seus educandos sobre a redução na geração de resíduos não só na unidade escolar, mas também em suas casas.

Os resultados obtidos indicam a necessidade de implementação de projetos de educação ambiental, além de adequação na logística de coleta e manuseio dos resíduos sólidos, destaca-se a disposição da comunidade escolar em participar

desta transformação, que pode ter os resultados alcançados ultrapassando os muros da escola e impactando a comunidade ao redor da escola.

Como extensão deste trabalho poderá ser realizada a apresentação de uma proposta de gerenciamento, bem como o acompanhamento do gerenciamento dos resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

ADRIANO, A.P.P. e MURATA A.P. Caracterização e quantificação de resíduos sólidos em escola pública do município de Matinhos, PR, para proposição de medidas de gestão de resíduos, Santa Maria, Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – ReGet - V. 19, n. 1, jan.- abr. 2015, p.30-37 Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/15280/pdf>>. Acesso em: 18/04/2024.

ANVISA (Agência Nacional de vigilância Sanitária), ORIENTAÇÕES GERAIS – Máscaras faciais de uso não profissional, 03-04-2020, . Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/219201/4340788/NT+M%C3%A1scaras.pdf/bf430184-8550-42cb-a975-1d5e1c5a10f7> (Comunicado CVS-SAMA 17, de 28-05-2020). Acesso em 20/12/2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004. Resíduos Sólidos: Classificação. 2. Ed. Rio de Janeiro, 2004.

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

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos sólidos; Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 12/04/2024.

BRASIL. Lei n. 9.795, de 27 abril de 1999. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm. Acesso em: 12/04/2024.

BRASIL. Política Nacional do Meio Ambiente. Lei nº 6.938/81. Brasília: MMA, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm Acesso em: 12/04/2024.

CARVALHO, P. L. Caracterização física dos resíduos sólidos domiciliares do município de Hidrolândia – GO. Universidade Católica de Goiás – Departamento de Engenharia – Engenharia Ambiental, 2005.

GERBER, D.; PASQUALI, L.; BECHARA, F. C. Gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas e rurais. Revista Ibero-americana de Ciências Ambientais, Aquidabã, v. 6, n. 1, p.293-306, 2015.

GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KLIPPEL, A. S. Gerenciamento De Resíduos Sólidos Em Escolas Públicas, 2015. Monografia De Especialização, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná Diretoria De Pesquisa E Pós-Graduação Especialização Em Gestão Ambiental Em Municípios, Medianeira, PR. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22600/3/MDGAMUNIVI20141.pdf>, Acesso em: 20/04/2024.

JARDIM, N.S.; WELLS, C.; PRANDINI, F.L.; D'ALMEIDA, M.L.O.; MANO, V.G.T. *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento integrado*. São Paulo: IPT/CEMPRE, 1995.

MARCATTO, C. Educação ambiental: conceitos e princípios. Belo Horizonte: FEAM, 2002.

NEUMAN, L. W. Social research methods: qualitative and quantitative approaches. Boston: Allyn & Bacon, 1997.

SANTAELLA, S. T. et al. Resíduos Sólidos e a atual Política Ambiental Brasileira. Fortaleza: UFC / LABOMAR / NAVE, 2014. Disponível em: <http://www.repositoriobib.ufc.br/000011/00001121.pdf> Acesso em 20/04/2024.

SÃO PAULO, Política Estadual de Resíduos Sólidos, Lei Estadual 12.330/2006. Disponível em: < <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2006/lei-12300-16.03.2006.html> > Acesso em 17/04/2021.

SCHALCH, Valdir [et al.]. **Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos**. São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos e Departamento de Hidráulica e Saneamento, 2002. Disponível em http://www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/Apostila_Gestao_e_Gerenciamento_de_RS_Schalch_et_al.pdf. Acesso em: 18/04/2024.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 138 p. Disponível em: <www.posarq.ufsc.br/download/metPesq.pdf>. Acesso em: 04/06/2024.

TÁVORA, M. A. Práticas e reflexões sobre a educação ambiental na escola pública: a gestão de resíduos sólidos na E.E.F.M Cel. Murilo Serpa em Itapipoca – Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), [S. l.], v. 7, n. 1, p. 37–43, 2012. DOI: 10.34024/revbea.2012.v7.1742. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/1742>. Acesso em: 02/05/2024.

TCHOBANOGLIOUS, G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. (1993). Integrated solid waste management: engineering principles and management issues. Boston: McGraw-Hill. 978p.



Capítulo 4
MUTAÇÃO EPIGENÉTICA EM ANIMAIS: DISCUSSÃO
EM RELAÇÃO ÀS PROBLEMÁTICAS MAIS
SIGNIFICATIVAS DOS SÉCULOS XX E XXI

Isabele Augusta Gonçalves Souza
Deborah Ketlyn Pacheco Ferreira
Sérgio Rodrigues de Souza



MUTAÇÃO EPIGENÉTICA EM ANIMAIS: DISCUSSÃO EM RELAÇÃO ÀS PROBLEMÁTICAS MAIS SIGNIFICATIVAS DOS SÉCULOS XX E XXI

Isabele Augusta Gonçalves Souza

Acadêmica de Bacharelado em Medicina Veterinária pela Faculdade Multivix – Pólo Vila Velha (ES). E-mail: isabele.augusta2022@hotmail.com.

Deborah Ketlyn Pacheco Ferreira

Acadêmica de Bacharelado em Medicina Veterinária pela Faculdade Multivix - Pólo Vila Velha (ES). E-mail: deborapacheco768@gmail.com

Sérgio Rodrigues de Souza

Pós-Doutor em Psicologia. E-mail: srgrdriguesdesouza@gmail.com

RESUMO

Este ensaio aborda a temática mutação epigenética em animais, visando a ampliar a discussão em relação às problemáticas mais significativas dos séculos XX e XXI, no que se refere aos efeitos antrópicos sobre o Meio Ambiente e como isto tem afetado a vida dos animais. Sua relevância científica encontra-se no fato de realçar uma argumentação que se mostra necessária no meio acadêmico e imponente como ponto de partida para pesquisas sobre poluição e enfraquecimento dos biomas marinhos. O objeto-alvo de estudo escolhido para nortear a discussão foram as tartarugas-marinhas, devido ao fato de que as duas co-autoras, acadêmicas de Medicina Veterinária pesquisam estes animais e suas mudanças de comportamento ocorridas, bem como patologias surgidas nos últimos tempos que permanecem, ainda, sem uma explicação clínica. A dificuldade em estabelecer estudos controlados a partir da contaminação com tais metais e observação empírica dos seus efeitos, em laboratório, faz com que os estudos em nível de campo, sejam dados como sempre inconclusos, uma artimanha de defesa dos conglomerados industriais que continuam a poluir as baías, os recifes e os corais. Darwin (2015) afirmou que as espécies ou os indivíduos mais adaptativos são os que sobrevivem na natureza. Isto

se tornou um jargão poderoso que, pouca ou nenhuma reflexão se procura fazer sobre o complexo reino animal. Mas, e os que não se adaptam: simplesmente, sucumbem ao caos? Não! E, como já argumentado acima, eles se unem aos mais adaptativos e, juntos, produzem gerações mais fortes e com maior poder de resiliência aos impactos negativos da ação física e antrópica sobre o Meio. A ação humana, que provoca mudanças drásticas nos ambientes, tem sido a causa de ocorrências de mutações epigenéticas em animais que são interpretadas como verdadeiras aberrações.

Palavras-chave: Mutação epigenética. Tartarugas-marinhas. Intoxicação por metais pesados. Biomas marinhos.

ABSTRACT

This essay addresses the topic of epigenetic mutation in animals, aiming to broaden the discussion in relation to the most significant problems of the 20th and 21st centuries, regarding the anthropogenic effects on the Environment and how this has affected the lives of animals. Its scientific relevance lies in the fact that it highlights an argument that is necessary in academia and important as a starting point for research into pollution and the weakening of marine biomes. The target object of study chosen to guide the discussion were sea turtles, due to the fact that the two co-authors, Veterinary Medicine academics, research these animals and their behavioral changes that have occurred, as well as pathologies that have arisen in recent times that still remain without a clinical explanation. The difficulty in establishing controlled studies based on contamination with such metals and empirical observation of their effects, in the laboratory, means that studies at the field level are considered as always inconclusive, a ploy to defend industrial conglomerates that continue to pollute the bays, the reefs and the corals. Darwin (2015) stated that the most adaptive species or individuals are those that survive in nature. This has become a powerful jargon that little or no reflection is made on the complex animal kingdom. But what about those who don't adapt: they simply succumb to chaos? No! And, as already argued above, they join the most adaptive and, together, produce stronger generations with greater resilience to the negative impacts of physical and anthropogenic action on the environment. Human action, which causes drastic changes in environments, has been the cause of epigenetic mutations in animals that are interpreted as true aberrations.

Keywords: Epigenetic mutation. Sea turtles. Heavy metal poisoning. Marine biomes.

INTRODUÇÃO

Um dos problemas mais proeminentes que o Séculos XX enfrentou e o Século XXI vêm enfrentando é o de conciliar desenvolvimento econômico com

sustentabilidade, pelo simples fato de que, ainda nem ao menos se conseguiu criar um conceito para este termo e, agrega-se a questão de que, não se quer discutir a promoção de métodos de exploração dos recursos naturais vinculados a desenvolvimento sustentável e, a discussão é complexa, dado que o agente que poderia intermediá-la, a saber o Estado, é o principal responsável pela maioria dos desastres ecológicos e ambientais que acontecem, o que faz com que a Iniciativa Privada não siga padrões rígidos de segurança e utilize das justificativas mais estapafúrdias que se pode ter acesso. Por exemplo, quando uma tartaruga marinha é capturada em uma rede de pesca, não é bem isto o que aconteceu; ela se enroscou na rede que, a bem saber, não estava destinada a sua captura; ou seja, se ela tivesse evitado aquela zona pesqueira, não teria sofrido qualquer dano. A culpa é do animal.

Na mesma proporção, está a questão das patologias que atacam estes animais que, até bem pouco tempo, não eram encontrados nos mesmos e, não faltará quem diga que o aumento exponencial de casos registrados de doenças fatais em tartarugas-marinhas se deve ao fato de que, agora se faz mais exames diagnósticos e, também, devido ao maior conhecimento sobre as causas. Este argumento é desmontado logo na primeira tacada, porque existem inúmeras autópsias realizadas nestes animais em laboratórios ao redor do mundo e, dado a possibilidade de comunicação, tem-se que algumas doenças estão surgindo a partir de poucos anos para cá, em consequência de exposição dos ambientes marinhos e aquáticos a determinados produtos, estes que foram desenvolvidos em datas conhecidas e, coincidentemente, logo após sua ampla utilização foi que se começou a perceber alterações nos comportamentos dos animais e o aparecimento de determinadas doenças.

A segunda alegação é ridícula, porque dá a entender que é o conhecimento dos médicos e cientistas que fazem aparecer as doenças, enquanto que o domínio destes apenas determina a sua capacidade de diagnóstico, positivo ou negativo, para tal patologia; o que não dispensa a investigação acurada sobre o problema, a fim de saber se está diante de uma doença conhecida ou de uma mutação de um agente patogênico.

O crescimento populacional desordenado e a consequente ocupação das áreas costeiras, como mecanismo facilitador do comércio, tem levado a uma situação de caos no que se refere à fauna e flora marinha. “Na atualidade cerca de

50% da população mundial vive em 5% da área emersa do planeta, ocupando, principalmente, as regiões costeiras e, este fragilíssimo ecossistema já dá mostras de decadência. Devido a este descuidado modo de ocupação e desenvolvimento, acabou gerando impactos socioambientais globais, os quais, por sua dimensão e gravidade, obrigam a todos a aprender uma nova, radical e diferente maneira de relacionamento – quer seja com o outro, com o próprio ser, com o ambiente” (ABREU, 2023, p. 127).

No caso específico das tartarugas-marinhas, objeto-alvo deste ensaio, a hipótese que se aventa é a de que, se é o meio contaminado que está a provocar danos à saúde dos animais, de maneira direta, ou se este ambiente poluído está a contaminar os alimentos que elas consomem e assim, provocando-lhes distúrbios patológicos; o que complica ainda mais a situação destes animais, porque isto retardaria uma possível adaptação ambiental, uma vez que suas morbidades são provocadas por causas indiretas.

CAPACIDADE DE ADAPTABILIDADE DOS SERES VIVOS: O QUE SE CONVENCIONOU CHAMAR DE EVOLUÇÃO DAS ESPÉCIES

Quanto maior for a expectativa de vida de um ser vivo, maior será a exigência de tempo necessária para que evolua no sentido de tornar-se resistente a um ambiente hostil a si e à sua espécie. Isto porque o processo adaptativo, que se configura como uma evolução da espécie se dá através de desenvolvimento filogenético e, o que, em muitos casos se observa, quanto a uma tolerância maior a determinados agentes agressivos aos seres, é um processo ontogenético, não sendo capaz de responder a uma necessidade em escala zoológica global, porque as pressões ambientais de determinado local podem não acontecer em outras regiões e, mesmo se houver o acasalamento de um espécime animal que tenha evoluído por um motivo qualquer, o gene que, até então era dominante no espécime introduzido, com o tempo e devido a não necessidade de seus fatores de preservação da espécie, vão se tornando recessivos, não sendo destruídos, porque em Biologia, nenhuma característica adquirida desaparece do código genético da espécie; apenas fica em estado de quiescência, manifestando-se de acordo com as mudanças no ambiente, o que pode ser um indicativo de que, em algum lugar próximo, ou naquele *habitat* em específico, alguma atividade anormal está

provocando alterações no meio, mesmo antes que os pesquisadores possam se dar conta e o Meio Ambiente o manifeste de modo iminente.

Ambientes poluídos e com alta contaminação por metais pesados, em especial, os mais conhecidos e comuns (cádmio, chumbo, estanho, selênio) tendem a provocar mudanças drásticas nos animais e doenças crônicas, como câncer e outras, não exatamente porque contaminem os ambientes em que estes animais vivem, o que se trata de uma meia verdade a sua influência no processo. Mas, acontece que contaminam os alimentos que estes seres consomem, como as algas marinhas, os plânctons e mesmo outros organismos de ciclo de vida mais curto e, é aqui que a questão da contaminação direta vai provocar danos reais às tartarugas, porque ao consumir espécimes contaminadas com estes materiais eles ficam acumulados, diretamente, no intestino, liberando cargas de toxinas que serão assimiladas, de modo sistemático, por todo o organismo.

Dentre estes metais, o chumbo e o estanho são conhecidos por causarem câncer nos ossos e deterioração mesmo destes, o que bem pode, provocar alterações na estrutura osteomolecular de tartarugas marinhas, deixando a pseudo impressão de que está-se diante de um processo de evolução biológica da espécie. Nunca é somente esclarecer que mutações provocadas, *a fortiori*, por situações e ocorrências de caráter antrópicas e demais aberrações não podem ser consideradas como evolução, porque a natureza sempre proporciona transformações de caráter estético.

A dificuldade em estabelecer estudos controlados a partir da contaminação com tais metais e observação empírica dos seus efeitos, em laboratório, faz com que os estudos em nível de campo, sejam dados como sempre inconclusos, uma artimanha de defesa dos conglomerados industriais que continuam a poluir as baías, os recifes e os corais. Somente através de estudos controlados é que se pode ter uma aproximação mais fidedigna sobre os efeitos danosos de materiais contaminantes, como os supracitados. Isto é fato, porque ter-se-ia como determinar se a contaminação se dá diretamente, simplesmente pelo contato direto do animal com o produto solubilizado no seu ambiente natural, ou se esta se dá através do consumo de alimentos contaminados, o que se pode deduzir que seja uma contaminação indireta e, assim, toda a fauna marítima local estaria propensa ao mesmo destino, dado que a flora deste espaço se transforma no agente disseminador do mal em si.

Ocorre um fenômeno complexo e, quase impossível de ser compreendido, se analisado de maneira apressada, que é o desenvolvimento de habilidades de resistência a ambientes insalubres à vida. Para o apressado, isto se trata de evolução, o que não é, porque como Darwin bem argumentou, o que caracteriza um processo de evolução em determinada espécie é o princípio da generalidade, ou seja, todos os animais encontrados naquela mesma faixa de latitude e longitude irão sofrer a mesma mudança no seu comportamento ou em sua estrutura corporal. “Para Darwin, as áreas geográficas não poderiam proporcionar nada além de equilíbrios provisórios para seus habitantes. Desse modo, as espécies compostas de indivíduos sempre diferentes uns dos outros (ainda que ligeiramente) seriam, para o naturalista, unidades dinâmicas” (SILVA e DUARTE, 2016, p. 433).

Se assim o é, o que, então, acontece com estes animais?

A resposta é a ocorrência de uma *mutação epigenética*, isto é, uma mudança não estrutural no organismo, exatamente porque ele não tem para onde ir, além daquele local onde foi tomado pela violência poluidora. Esta mudança não é permanente e, muito possivelmente, quando se atenua ou quando seja eliminado o agente externo que provoca tal ação endógena refratária, esta característica desenvolvida desapareça, não do organismo do animal, porque seu cérebro aprendeu a produzir tais substâncias como mecanismo natural de defesa, como forma de preservação da espécie.

A isto, chama-se *capacidade de adaptação* e, foi sobre esta questão que Charles Darwin mais empenhou sua investigação, chegando a dizer que não foi a evolução das espécies a grande responsável pela manutenção da vida; mas, a capacidade com que alguns membros de cada espécie apresentava de adaptar-se às condições de existência. Em seu tempo, o Mestre não tinha como ir mais longe do que especular sobre as espécies a partir do que havia observado ao redor do mundo.

Um detalhe é que, nem todos os membros de cada espécie possuem, naturalmente, esta capacidade de desenvolver cadeias de proteínas que o permitam sobreviver em ambientes hostis à sua espécie. Esta característica é atribuída, pela natureza, a uns pouquíssimos membros, tão raro que a estrutura da sua cadeia de DNA não é semelhante aos de seus companheiros de espécie.

Assim que, quando ocorre algum fenômeno que coloca em ameaça de extinção a *espécie*, estes indivíduos, com DNA diferente são procurados pelas

fêmeas, a fim de acasalarem e, com isto, aumentar a população resistente ao elemento estranho e nocivo à espécie posta sob iminente ameaça.

Assim, pode-se deduzir que a ação antrópica não é poderosa o suficiente para extinguir uma espécie; porque, a natureza já se antecipou a ela, em muitos casos. No entanto, a fome pode exterminar uma espécie e é aí que o homem tem o seu papel mais preponderante; porque quando elimina ou escasseia, a níveis drásticos, a fonte de comida da qual se sustenta outras espécies animais, tem-se um desequilíbrio tal que pode conduzir a uma catástrofe, de causa artificial, que é grotescamente classificada, como natural.

Ainda assim, antes que a extinção definitiva ocorra, muitas espécies conseguem mudar seus hábitos alimentares, o que faz com que se preservem e esta característica adquirida ou desenvolvida, é transmitida à geração seguinte, fazendo surgir espécimes mais resistentes às adversidades provocadas pela ação humana sobre o Meio Ambiente.

Assim, Darwin (2015) afirmou que as espécies ou os indivíduos mais adaptativos são os que sobrevivem na natureza. Isto se tornou um jargão poderoso que, pouca ou nenhuma reflexão se procura fazer sobre o complexo reino animal. Mas, e os que não se adaptam: simplesmente, sucumbem ao caos? Não! E, como já argumentado acima, eles se unem aos mais adaptativos e, juntos, produzem gerações mais fortes e com maior poder de resiliência aos impactos negativos da ação física e antrópica sobre o Meio.

A natureza, já ciente de que uma evolução levaria muito tempo para ocorrer, criou um mecanismo de adaptação que funciona, tão bem quanto e com uma resposta funcional, pragmática, para a espécie, garantindo assim a sua sobrevivência. Esta condição pode ser mais facilmente observada em insetos e ácaros, porque o seu ciclo de vida é muito curto, quando comparado ao ciclo de vida humano, por exemplo, tomando aqui, a máxima de Protágora de Abdera, de que o *homem é a medida de todas as coisas*; isto é, tudo na existência e na natureza é mensurado a partir da existência humana. Um exemplo clássico é o da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*), principal praga do milho e que, devido ao uso excessivo de pesticidas no seu combate, tornou-se polífaga; *Zea mays* que era sua principal fonte de alimento, com argumentações de que era a única; porém, para preservar-se desenvolveu capacidade para consumir outras espécies vegetais (gramíneas e leguminosas), variando com a região onde houvesse maior

abundancia de cada, a saber, onde se fazia a rotação de cultura com soja, ela passou a atacar a soja; onde se tem pastagens de *brachiaria* em torno das plantações de milho, passou a atacar as áreas de pasto. Adaptou-se de acordo com a situação.

Silva e Duarte (2016) argumentam que, “as mutações epigenéticas ocorrem de maneira bem diferente das genéticas. Elas são produto do silenciamento ou ativação de um gene e não da alteração na ordem das bases nitrogenadas; elas apenas ligam e desligam os genes. Além disso, as mutações epigenéticas são sempre dirigidas, dando resposta a mudanças do meio. Algumas formas de mutação epigenética podem passar à descendência, funcionando como uma mutação genética; mas, diferentemente dessas últimas, elas podem ser reversíveis” (SILVA e DUARTE, 2016, p. 438-9).

A mutação epigenética não vai provocar mudanças na estrutura do DNA do indivíduo; trata-se de uma cadeia de proteínas que é produzida, com a finalidade de adaptar este mesmo ser a situações estressantes a tal extremo que, hipoteticamente, poderia colocar toda [ou quase toda] a população estudada em risco. Assim, esta seria uma estratégia de sobrevivência das espécies às intempéries ocasionais que ameaçam os biomas do planeta, com ou sem a interferência do homem. Este ser indefinido funciona como um acelerador dos processos de adaptação biológica, porque, como não possui um lugar na natureza, necessita adaptá-la às suas parcas condições de adaptabilidade, o que faz com que os biomas específicos sejam modificados e, também contaminados com os resíduos de suas ações. *Ação antrópica* quer dizer, literalmente, em sentido semântico, uma atividade provocada por aquele que não possui um lugar na natureza; por definição, pelo homem. Nesta modificação, vai alterando todo o estado natural, influenciando a vida nativa, de modo negativo. E, estas mesmas alterações biológicas observadas em espécies que habitam determinados biomas não são passíveis de serem observadas nas mesmas espécies que vivem em biomas distintos, simplesmente, porque, dadas as condições de influência, tais mudanças não aconteceram. Darwin deve ter realizado tais observações para que defendesse a sua tese da evolução natural com tanta ênfase tendo parâmetros geográficos como determinantes.

Argumentar que, “o que está sendo chamado atualmente de ‘mutação epigenética’ é um conjunto de fenômenos que poderia estar na origem de muitas doenças e perturbações das espécies naturais” (SILVA e DUARTE, 2016, p. 439) é

demonstrar total desconhecimento sobre a mesma, porque a sua ocorrência não provoca nenhum tipo de patologia; até pelo contrário, a intenção é que o organismo se torne resistente às variações que acontecem na natureza devido às ações antrópicas, como a poluição exagerada com materiais tóxicos contaminantes das águas, dos solos e dos micro e macroorganismos que compõem a fauna e a flora, servindo como alimento para outras espécies.

Até que os animais já existentes neste ecossistema se adaptem à nova realidade cruel e degradante, muitas anomalias vão de surgir e provocar aberrações com as quais e para as quais as espécies nativas não estavam preparadas, o que resulta em doenças de todas as ordens e, em muitos casos podem contaminar aos humanos também, uma vez que eles, em alguns casos consomem carne, derivados e outros produtos destes animais. Assim que, a proteção aos ambientes naturais contra ações predatórias e destruidoras é uma questão de sobrevivência de toda uma cadeia biológica. Os animais e seus sintomas não compreendidos é apenas uma demonstração termométrica do que pode ocorrer em larga escala, caso não se intervenha e, no meio desta situação, a natureza arma os seres com condições de mudanças ocasionadas pela ação hipotalâmica em que todos os seres daquela espécie em especial tenham como sobreviver, agora adaptados às condições adversas de existência.

Os gregos chamaram de *Physis* e, os sacerdotes latinos, sem a menor condição de compreender e interpretar, através da semântica, o significado holístico do termo, traduziram-no como Natureza e, o que se quer afirmar é que, existe uma inteligência que ultrapassa toda a capacidade de entendimento humano e, esta mesma força não interpretada dotou os seres da capacidade de adaptação, sabedora que é que, um processo evolutivo demora, na melhor das hipóteses séculos inteiros, de acordo com a espécie; quanto maior for a expectativa de vida de um animal, maior será seu potencial de adaptação e o contrário se vale para a evolução, porque em pouco tempo tem a possibilidade de transmitir aos seus descendentes as características que foram inovadas em seu código genético.

PORQUE O ESPÉCIME COM DNA DISTINTO DA SUA ESPÉCIE, VIA DE REGRA, É UM MACHO

A *Physis* possui sua forma, *sui generis*, de comandar as situações que ocorrem no reino animal e, quando Charles Darwin elaborou suas hipóteses sobre a evolução das espécies, até chegar a tratá-las como teorias, deve ter, antes de tudo, isolado a *possibilidade do acaso*, em que tudo o que acontece tem um propósito lógico e definido, *a priori*. Neste sentido, o que parece mais intrigante e desafiador é chegar ao entendimento de que cada sexo tem uma responsabilidade particular na perpetuação da espécie, cabendo às fêmeas a ampla propagação dos descendentes, em questão numérica, definindo-se quantitativamente e, paralelo aos interesses específicos, cabe ao macho a responsabilidade pela transmissão de características genéticas, seja no aspecto da produção, resistência a patologias e outras instâncias. Um exemplo claro disto são os animais da espécie *Bos* (os bovinos), em que os machos da espécie são responsáveis pela transmissão de 60% das características genéticas, ficando o restante a cargo das fêmeas.

Há que esclarecer que, transmissão de caracteres genéticos não tem nada a ver com mudança de comportamento entre animais de determinada espécie provocada por situações de mudanças ambientais ou por situações de *stress*, como por exemplo, comportamentos anormais que ocorrem em animais em confinamento, incluindo aí, o próprio ser humano. Darwin (2015) foi categórico ao afirmar que mutações gênicas acontecem na espécie de forma generalizada, ao longo de latitudes e longitudes aonde estes espécimes habitam. Comportamentos adquiridos, *a fortiori*, se mantêm apenas enquanto dure a pressão ambiental sobre o espécime em questão. Uma vez que tenha cessado a influência negativa, a necessidade de tal desaparece de sua existência, não sendo manifesto; no entanto, o cérebro desenvolveu estratégias de sobrevivência que, quando se façam necessárias, tenderão a se manifestarem novamente. Porém, isto não é objeto pacífico de ser transmitido via DNA; pode acontecer que, os animais que nascem nestes mesmos ambientes e até mesmo animais adultos que sejam aí inseridos aprendam os comportamentos adotados pelos outros e, ao observador vai parecer que isto foi uma alteração das características fenotípicas de modo permanente. Até o ponto de ser alteração, aproxima-se; mas, permanente, não; porque é isto o que se pode ser compreendido como *mutação epigenética*.

Na tentativa de responder à questão epigráfica que abre este tópico, será tomado, como símbolo de exemplificação, a tartaruga-marinha e, tal escolha se deve, por ser, esta espécie, objeto de estudos das co-autoras, ambas acadêmicas de Medicina Veterinária. Sendo assim, faça-se esclarecido que, quando a natureza prepara suas determinações, tem em vista a *preservação da espécie*, não do indivíduo de modo isolado. Esta questão se mostra necessária o seu mais amplo e profundo entendimento, a fim de se evitar comparações com e a partir de ideias antropomórficas e qualquer tipo de ideologia identitária.

Toma-se a partir de dados científicos para se chegar a construção lógica que permita a defesa da tese antes apresentada: Uma tartaruga marinha bota, em média, 120 ovos. Considerando que cada macho consiga fecundar um grupo mínimo de 10 fêmeas, isto equivaleria a dizer que, um único espécime, poderia transferir seu código genético diferenciado a 1.200 outros filhotes. Considerando que, no ambiente que se tornou hostil aos animais desta espécie, existisse apenas um espécime com DNA distinto, a possibilidade de que este seu código genético se perpetue se torna uma realidade plausível, coisa que seria [*quase*] impossível de se concretizar, caso este mesmo elemento de distinção fosse privilégio de uma fêmea.

Já se cuida de explicar, didaticamente, esta situação: entre as tartarugas-marinhas, apenas duas espécies atingem a maturidade sexual por volta dos 15 anos de idade, a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) e a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*); as demais, é por volta dos 20 a 30 anos de idade. Aplica-se o pensamento lógico, em que, partindo da hipótese de que, um macho em específico, fecunde um conjunto de 10 fêmeas, terá a possibilidade de alcançar a prole de 1.200 filhos e, na contramão disto, estima-se que, de cada mil filhotes que nascem, apenas um ou dois atinjam a idade adulta, ou seja, demoraria cerca de 15 a 30 anos para que um único espécime, dotado de uma característica genética diferenciada e que se mostrasse resistente ao ambiente hostil, poluído que seus ascendentes habitam possa levar esta capacidade de adaptabilidade a outros membros da espécie. Se, hipoteticamente, esta característica específica fosse conferida a uma fêmea, ter-se-ia a espera de uma década para que tal efeito, supostamente, acontecesse, ainda que apostando no ocaso; coisa que a *Physis* abomina por completo.

Esta característica em especial que acompanha determinados espécimes dentro de todas as espécies animais conhecidas, a esclarecer, uma condição

genética diferente de todo o grupo, é um fenômeno de garantia da preservação [e *não uma aberração da natureza*] que é ativado quando em presença de alguma ameaça iminente. Esta condição é, completamente, diferente da ocorrência de mutação epigenética, em que se tem, neste caso, a adaptabilidade ao meio estressor, como forma de superação imediata a uma situação e que, quando se interrompa a pressão, tudo volta ao estado natural de coisas.

CONCLUSÃO

Ao longo deste ensaio, o que se buscou foi tentar compreender como ocorre a mutação epigenética em animais e, quais as condições ambientais que conduzem a isto e como ela pode ser caracterizada, diferindo de uma evolução dentro da espécie animal, objeto-alvo de estudos. Após explorar as hipóteses de mudanças no ambiente, o que se tem é a condição de adaptabilidade animal sendo exposta pelo hipotálamo, como um meio de sobrevivência e, todo o cuidado se faz necessário para que não se entregue a ideias apressadas sobre antropomorfismo, como a de que os animais possuem inteligência abstrata, o que seria deixar-se cair em situação de ridículo e ruína junto ao meio acadêmico e científico.

A ação antrópica vem provocando alterações muito complexas nos ambientes naturais, o que, por consequência, força os animais destes ecossistemas a tentarem se adaptar, *a fortiori*, provocando mutações bizarras em seus comportamentos e, é exatamente, esta condição que conduz a interpretações mais profundas sobre como a Biologia pode explicar o princípio da evolução das espécies.

Através de um exemplo lógico, foi possível se aproximar de uma perspectiva de entendimento sobre a condição de possibilidade de um único animal com DNA distinto de seu grupo exercer influência sobre todos os animais da espécie, o que foi tomado a partir de espécimes de tartaruga-marinha, objeto-alvo de estudos científicos das co-autoras e tomando o modelo de pensamento cartesiano e positivista, eliminando qualquer potencialidade de ocasos, ter-se-ia um único descendente em um período variando entre 15 a 30 anos, de acordo com a espécie em questão. Isto faz com que o processo de evolução das espécies seja algo impossível ao homem mensurar, mesmo dispondo dos melhores modelos matemáticos e de probabilidade; porque os inimigos naturais não se preocupam com a preservação da espécie alheia e, na luta pela sobrevivência, pouquíssimos são

aqueles que chegam à idade adulta, tornando-se aptos para poderem deixar descendentes.

Na compreensão de que um procedimento de evolução natural representaria um possível fim da existência para a espécie, a *Physis* dotou os seres vivos de uma capacidade adaptabilidade ao meio ambiente aonde estejam inseridos, modificando o comportamento, haja visto que isto não exige qualquer mudança na estrutura genética animal, apenas uma produção de novas cadeias protéicas que respondam às exigências do ambiente, antes agradável e, agora hostil. A esta capacidade convencionou-se chamar mutação epigenética, sendo o maior agente provocador da mesma o ser humano, devido ao modo como interfere na condição ambiental.

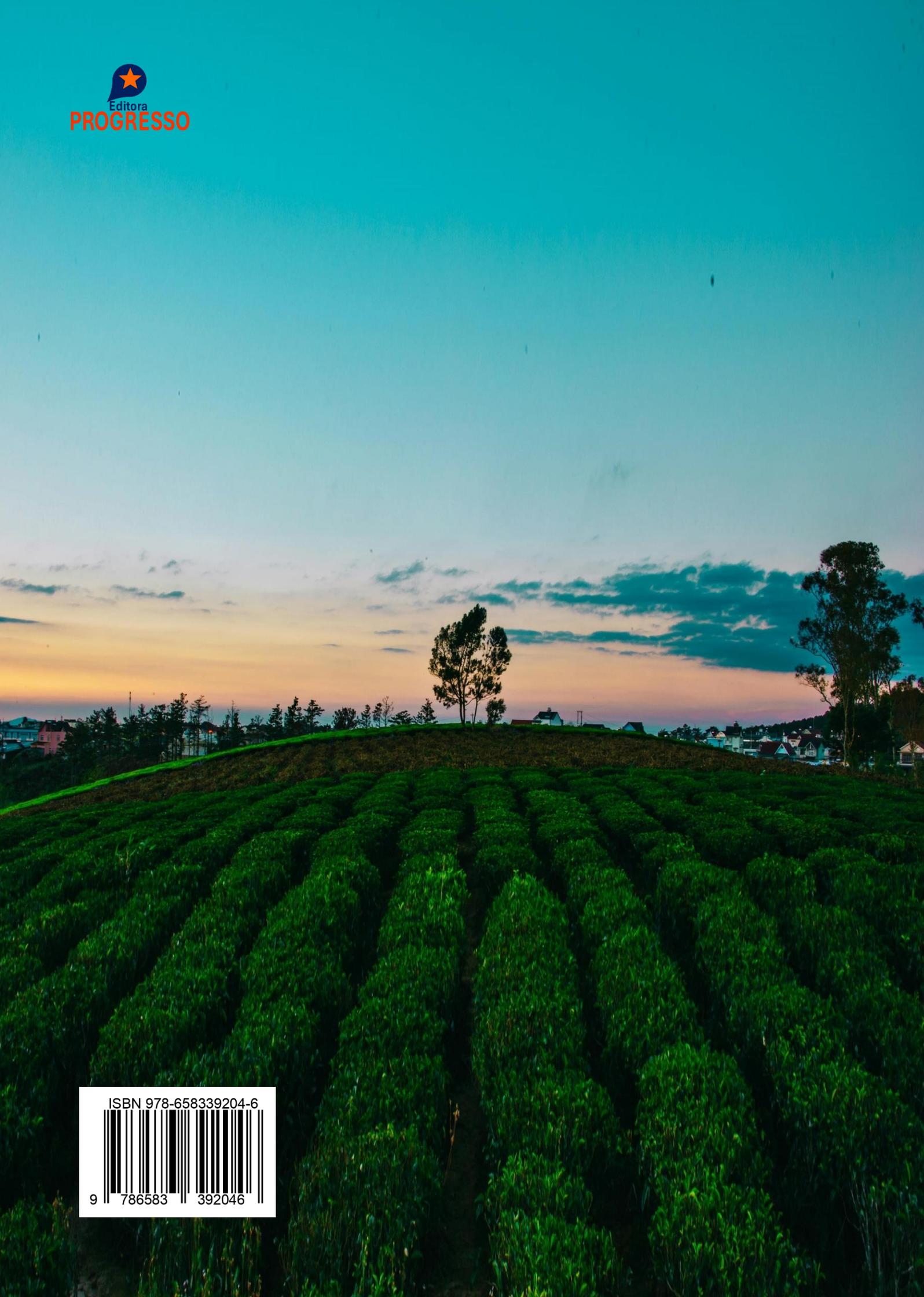
A ação humana, que provoca mudanças drásticas nos ambientes, tem sido a causa de ocorrências de mutações epigenéticas em animais que são interpretadas como verdadeiras aberrações. A quantidade de rejeitos oriundos dos procedimentos de industrialização e processamento de materiais libera materiais radioativos que, quando em sua forma bruta na natureza não são nocivos; no entanto, uma vez manipulados, vem se tornando agressivo e invasivo, deformando a estrutura natural dos animais, forçando-os a desenvolver um sistema de adaptação muito estranho e, até mesmo, em determinado nível, não compreendido.

REFERÊNCIAS

ABREU, José Antônio Soares de. *Educação Ambiental como caminho [possível] para o desenvolvimento de uma sociedade orgânica sustentável*. Formiga (MG): Editora Ópera, 2023. Capítulo V: A concretude da teoria de Malthus acerca da população no século XXI.

DARWIN, Charles. *A origem das espécies*. 6. Ed. São Paulo: Escala, 2015.

SILVA, Gláucia; DUARTE, Luiz Fernando Dias. Epigênese e Epigenética: as muitas vidas do vitalismo ocidental. *Horizontes Antropológicos*, Porto Alegre, ano 22, n. 46, p. 425-453, jul./dez. 2016.



ISBN 978-658339204-6



9 786583 392046